تنوع ژنتیکی گیاهان زراعی در مقیاس کشتـزار و کشتمند

اصول و کاربردها در پژوهش‌های عملی

نویسندگان:
دورا جارویس، توبی هاجکین، آنتونی براون، جان توکسیل،
ایزابل لوپز نوریگاه، ملینا اسمیل و بهووُن استاپیت

پیشگفتار توسط:
کریستیَن سمپِر

ویراستاران علمی:
مائده سلیمی، مهدی اسماعیلی و سرور خرم‌دل

مترجمان:
مائده سلیمی، مهدی اسماعیلی، هدا لطیفی، هانیه مغانی،
مبینا نورمحمدیان امیری، علی رزم‌خواه و محمدجواد مصطفوی

دانش نگار

عنوان و نام پدیدآور	: تنوع ژنتیکی گیاهان زراعی در مقیاس کشتزار و کشتمند: اصول و کاربردها در پژوهش‌های عملی/ نویسندگان دورا جاوریس ... [و دیگران] ؛ پیشگفتار توسط کریستین سمپر؛ مترجمین مائده سلیمی ... [و دیگران].
مشخصات نشر	: تهران: دانش نگار، ۱۴۰۱.
مشخصات ظاهری	: ۴۴۰ ص.: جدول.
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۳۰۸-۲۱۱-۳
وضعیت فهرست‌نویسی	: فیپا
یادداشت	: عنوان اصلی: Crop genetic diversity in the field and on the farm : principles and applications in research practices,2016.
یادداشت	: نویسندگان دورا جارویس، توبی هاجکین، آنتونی براون، جان‌توکسیل، ایزابل لوپز نوریگاه، ملینا اسمیل و بهوون استاپیت.
یادداشت	: مترجمان: مائده سلیمی، مهدی اسماعیلی، هدا لطیفی، هانیه مغانی، مبینا نورمحمدیان، علی‌رزم‌خواه، محمدجواد مصطفوی.
یادداشت	: ویراستاران علمی: مائده سلیمی، مهدی اسماعیلی، سرور خرم‌دل.
یادداشت	: کتابنامه.
موضوع	: فراورده‌های زراعی -- ژنتیک Crops -- Genetics تنوع زیستی (کشاورزی) -- حفاظت Agrobiodiversity conservation
شناسه افزوده	: جارویس، دورا آیوی، ۱۹۵۹- م. Jarvis, Devra I.(Devra Ivy), 1959-
شناسه افزوده	: سمپر، کریستین، ۱۹۶۵- م.، مقدمه‌نویس Samper, Cristián, 1965-
شناسه افزوده	: سلیمی، مائده، ۱۳۶۲-، مترجم
رده بندی کنگره	: SB۱۰۶
رده بندی دیویی	: ۶۳۱/۵۲۳۳
شماره کتابشناسی ملی	: ۹۰۸۲۷۷۹

"Copyright © 2016Bioversity International"
"CROP GENETIC DIVERSITY IN THE FIELD AND ON THE FARM: PRINCIPLES AND APPLICATIONS IN THE RESEARCH PRACTICES was originally published in English by Yale University Press in 2016 (ISBN 978-0-300-16112- 0). This translation is published by arrangement with Bioversity International."

https://daneshnegar.com

تنوع ژنتیکی گیاهان زراعی در مقیاس کشتزار و کشتمند: اصول و کاربردها در پژوهشهای عملی

مترجمان: مائده سلیمی، مهدی اسماعیلی، هدا لطیفی، هانیه مغانی، مبینا نورمحمدیان امیری، علی رزم‌خواه و محمدجواد مصطفوی

ویراستاران علمی: مائده سلیمی، مهدی اسماعیلی و سرور خرم‌دل

ناشر: دانش‌نگار

نوبت چاپ: اول

سال چاپ: ۱۴۰۲

شمارگان: ۲۰۰ نسخه

قیمت: ۱۵۰۰۰۰ تومان

چاپ و صحافی: نسیم

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۳۰۸-۲۱۱-۳

تهران، انقلاب، خیابان منیری‌جاوید (اردیبهشت)، نبش وحید نظری، شماره ۱۴۲ - تلفکس: ۶۶۴۰۰۲۲۰ – ۶۶۴۰۰۱۴۴

فهرست مطالب

تقدیم ۵
قدردانی ۸
یادداشت آغازین ۱۱
پیشگفتار ۱۳
دیباچه ۱۵
فصل ۱: معرفی و بررسی اجمالی ۱۷
فصل ۲: خاستگاه‌های کشاورزی، اهلی‌کردن محصول زراعی، و مراکز تنوع زیستی ۳۱
فصل ۳: منابع ژنتیکی گیاهی، حفاظت و سیاست ۵۵
فصل ۴: تنوع زیستی و تکامل آن در جمعیت‌های زراعی ۸۹
فصل ۵: اندازه‌گیری تنوع در گیاهان زراعی ۱۱۹
فصل ۶: اجزای زنده و غیرزنده در بوم‌نظام‌های کشاورزی ۱۵۷
فصل ۷: تنوع در محیط‌های نامساعد در سطح مزرعه و سازگاری با آن محیط‌ها ۱۸۹
فصل ۸: چه کسانی تنوع‌زیستی را مدیریت می‌کنند؟ ۲۳۱
فصل ۹: اندازه‌گیری ارزش‌های تنوع زیستی در مزرعه ۲۵۵
فصل ۱۰: سیاست و تنوع ژنتیکیِ در مزرعه ۲۷۷
فصل ۱۱: مزرعه، جامعه و منظر ۳۰۱
فصل ۱۲: راهبردهای همکاری و مداخله ۳۳۳
فصل ۱۳: نتیجه‌گیری ۳۶۷
پیوست‌ها ۳۸۳
واژه‌نامه ۳۸۵
درباره نویسندگان ۴۳۷
درباره مترجمان ۴۳۹

نام‌ها و عناوین تعداد زیادی از مشارکت‌کنندگان در این شماره آورده نشده است؛ تعداد زیادی از کشاورزان، جوامع، فعالان عرصه توسعه، دانشجویان، پژوهشگران و همراهان دولتی در تهیه این کتاب حاضر بودند که بدون مشارکت آن‌ها تلاش برای تهیه این کتاب نافرجام بود.

نسخه فارسی کتابِ پیش‌رو به سه تن از طلایه‌دارانِ تلاش‌های جهانی برای حمایت از حفاظت و استفاده از منابع ژنتیکی گیاهان و حفظ و اشاعه دانش بومی ملازم این امر در جهت بهبود سلامت و به‌روزی جوامع عشایری، کشاورزی و نیز سیاره زمین تقدیم می‌شود:

خدیجه کاترین رضوی، مدیرعامل، عضو موسس و رییس هیئت مدیره موسسه توسعه پایدار و محیط زیست (سنستا[1])، برای بیش از چهار دهه از فعالان پیشگامِ عرصه حفاظت از محیط زیست و توانمندسازی جوامع بومی و محلی بوده است. او که بر زبان های فارسی، فرانسوی، ترکی، انگلیسی و عربی تسلط داشت، صدایی صریح، قدرتمند و تزلزل‌ناپذیر در راه دفاع از زیستِ پایدار مردمان بومی و جوامع محلی و یکپارچگی ذخایر ژنتیکی گیاهی در قلمرو این جوامع به شمار می‌آمد. دکتر رضوی بی‌وقفه و استوار کار کرد و باوری راسخ داشت که دانش و فرهنگ اجدادی سرزمین ایران، امنیت و حاکمیت غذایی، استفاده پایدار از منابع آبی، حفظ مراتع و معیشت مردم ایران را تضمین می‌کند. او همپای عشایر ایران ییلاقات و قشلاقات ایشان را در سراسر این سرزمین درنوردید و با جوامع بومی و محلی مختلفی کار کرد. در سطح بین‌المللی، دکتر رضوی نقشی کلیدی در شورای تسهیلات جهانی محیط زیست[2] ایفا می‌کرد و در کنوانسیون سازمان ملل متحد برای مبارزه با بیابان‌زایی[3] به دفاع از حقوق عشایر و جوامع بومی و محلی می‌پرداخت و ضمن افزایش آگاهی نسبت به مسایل محیط زیستی، همکاران خود را در سراسر جهان به اقدامات عملی در راستای حفاظت از سیاره زمین و تنوع زیست فرهنگی آن فرامی‌خواند.

دکتر رضوی در سال ۱۳۴۳ متولد شد و در مقاطع کارشناسی زیست شناسی از دانشگاه تهران، کارشناسی آموزش و فیزیولوژی و کارشناسی ارشد اقتصاد از دانشگاه کنِ[4] فرانسه فارغ‌التحصیل گردید و درجه دکتری علوم اجتماعی و توسعه روستایی خود را از دانشگاه سوربنِ[5] پاریس دریافت نمود. او حامی جلوه‌های زیست-فرهنگی مردم بومی و جوامع محلی بود و این جلوه‌ها را نماد هویت جوامع ایرانی می‌دانست. او دمی از یادآوری این حقیقت به جهانیان غفلت نورزید که بقای فرهنگی جوامع، زبان‌ها و آیین و رسوم ایرانی در گرو منبعی ارجمند و مؤثر به نام دانش اصیل

1. Center for Sustainable Development and Environment (CENESTA)
2. Global Environment Facility
3. The UN Convention on Combatting Desertification
4. University of Caen
5. Sorbonne University

و بومی ایران است. صدها تسهیلگر و متخصص تحت رهبری او در موسسه سنستا در زمینه توسعه اجتماعی، زیست-فرهنگی و پایدار آموزش دیده‌اند. وی ده‌ها پروژه را در زمینه استفاده از دانش بومی در مقابله با بیابان‌زایی و تخریب زمین، امنیت و حاکمیت غذایی، تثبیت ساختار اجتماعی و توانمندسازی جوامع محلی، حمایت از حقوق جوامع زراعیِ بومی و جوامع عشایری، مدیریت یکپارچه آفات، به‌نژادی مشارکتی-تکاملی گیاهان زراعی و نظام‌های میراث کشاورزی رهبری و پشتیبانی نمود. دکتر رضوی در برابر طرح‌های توسعه ناپایدار در سایت‌های مهم تنوع زیستی و طبیعت تمام قد می‌ایستاد و با قدرت به مقابله با صداهایی برمی‌خاست که درصدد آلودن پیوندهای بومی محصولات کشاورزی بودند. فعالیت‌های خستگی ناپذیر او به مثابه منادی حقوق کشاورزان خُردِپا محلی، همچنان چراغ راه مردم ایران و جامعه بین‌المللی در مسیر حراست از تنوع زیست فرهنگی بشر و استفاده از آن برای توسعه پایدار در سراسر جهان خواهد بود.

دکتر بووُن راتنا استاپیت[1]، از مولفان این نسخه از کتاب، دانشمند ارشد در بایوورسیتی اینترنشنال و عضو یک سازمان مردم نهادِ خوشنام نپالی، طرح‌های محلی برای تنوع زیستی و تحقیقات و توسعه[2]، به حق یکی از این طلایه‌داران بود. او در زمینه شیوه‌های مشارکتی به منظور ارزیابی و استفاده از تنوع زیستی کشاورزی، به‌نژاد مشارکتی محصولات زراعی، حفاظت در محل و در مزرعه، باغچه‌های خانگی، مدیریت تنوع زیستیِ جامعه‌بنیانِ محصولات زراعی و درختان میوه حاره‌ای و بانک‌های بذر جامعه‌بنیان، متخصص و معلمی پیشرو به شمار می‌آمد. بووُن همواره کشاورزان را در کانون کارهای خویش می‌نشاند. نسل‌های آتیِ پژوهشگرانِ متأثر از وی از شور، تعهد و دانشی بهره خواهند برد که او در طول بیش از سی سال فعالیت با جوامع محلی به اشتراک گذاشت. دکتر استاپیت در سال ۱۹۵۴ در پوخارا[3] در کشور نپال متولد شد و مدارک کارشناسی ارشد خود را در رشته کشاورزی از دانشگاه ردینگ[4] انگلستان دریافت نمود و در رشته به‌نژادی گیاهان زراعی در دانشگاه ولز[5] به اخذ درجه دکتری نایل آمد. او پیش از پیوستن به بایوورسیتی اینترنشنال با مرکز تحقیقات کشاورزی لومله[6] در کاسکیِ[7] بوتان کار می‌کرد و از بنیانگذاران و رییس فقیدِ هیئت مدیره طرح‌های

1. Dr. Bhuwon Ratna Sthapit
2. Local Initiatives for Biodiversity, Research and Development (LI-BIRD)
3. Pokhara
4. University of Reading
5. University of Wales
6. Lumle Agriculture Research Center
7. Kaski

محلی برای تنوع زیستی و تحقیقات و توسعه بود. دکتر استاپیت در زمینه توسعه و تقویتِ روش‌های پژوهش‌های مشارکتی برای تنوع زیستی کشاورزی و نهادینه کردن چنین رویکردهایی در برنامه‌های ملی رهبری در سطح جهانی قلمداد می‌شود. او نویسنده‌ای پرکار بود و مقاله‌های تحقیقاتی وی حول حوزه‌های به‌نژادی، سیاست‌گذاری، زراعت، اقتصاد و علوم اجتماعی در کتاب‌ها و مجلات پرشمار ملی و بین‌المللی به چاپ رسیده است.

دکتر واگدی جورج عَیاد[1]، مدیر فقید دفتر منطقه‌ای آسیای میانه، غرب آسیا و شمال آفریقایِ موسسه بین‌المللی منابع ژنتیکی گیاهان (بایوورسیتی اینترنشنالِ کنونی) از طلایه‌دارانِ حفاظت و استفاده از منابع ژنتیکی بود که از دهه ۱۹۸۰ با هیئت بین‌المللی منابع ژنتیکی گیاهان[2] مشغول به فعالیت بود. دکتر عیاد مدرک کارشناسی خود را در علوم کشاورزی از دانشگاه قاهره[3] در جیزهٔ مصر دریافت نمود، در حفاظت و کاربرد منابع ژنتیکی گیاهان موفق به کسب مدرک کارشناسی ارشد از دانشگاه بیرمینگام[4] انگلستان شد و در رشته زیست‌شناسی گیاهان در همین دانشگاه به کسب درجه دکتری نایل آمد. دکتر عیاد از قدرتمندترین حامیان ساختِ برنامه‌های ملیِ منابع ژنتیکی گیاهان و از نخستین کسانی بود که با مشارکت در کنوانسیون تنوع زیستی[5] در به رسمیت شناختن اهمیت مشارکتِ افراد دخیل در مدیریت تنوع زیستی کشاورزی همت گمارد. او بیش از ۴۰ سال از عمر خویش را در راه برنامه‌ریزی، سازماندهی و مشارکت در عملیات اکتشاف و جمع‌آوری محصولات زراعی متنوع، توسعه متدولوژی‌هایی به منظور ارزیابی و پایش وضعیت و سطح فرسایش ژنتیکی در محصولات زراعی و نیز منابع ژنتیکی جنگلی صرف نمود. دکتر عیاد در زمینه اولویت‌گذاری و اجرای برنامه‌ها و راهبردهای منابع ژنتیکی گیاهان و عملیاتی کردن بانک‌های ژن و آماده‌سازی برنامه‌های ملی آموزش فنیِ حفاظت و استفاده از منابع ژنتیکی گیاهان مشاوره‌های فنی ارائه می‌نمود. او به اهمیت کانونی همکاری‌های بین‌المللی و نیز اهمیت برنامه‌های ملی و به رسمیت شناختن خدمات مداوم کشاورزان در جهت حفاظت از تنوع ایمان داشت. او همکاری صدیق، مهربان و باملاحظه بود که همکارانش از هدایت، حمایت و بینش وی سود می‌جستند.

1. Dr. Wagdi George Ayad
2. International Board of the Plant Genetic Resources
3. Cairo University
4. University of Birmingham
5. Convention on Biological Diversity

قدردانی

کار ارائه شـده در اینجا بدون وقـت و انرژی کشاورزان متـعدد و خـانواده‌های آن‌ها و جوامع روستایی امکان‌پذیر نبود چرا که همکاری آن‌ها هسته محتوای این مجلد را ممکن ساخت.

نویسندگان از دولت سوئیس (آژانس توسعه و همکاری سوئیس) برای حمایت مالی سخاوتمندانه از این کتاب تشکر می‌کنند. بسیاری از مطالعات ارائه شده در این کتاب به عنوان بخـشی از یک برنامه جهانی توسط بایوورسیتی اینترنشنال (موسسه بین‌المللی منابع ژنتیکی سابق) با کمک مشفقانه دولت‌های سوئیس (آژانس توسعه و همکاری سوئیس)[1]، هلـند (مدیرکل همکاری‌های بین‌المللی)[2]، آلـمان (وزارت فدرال همـکاری اقتـصادی/ انجـمن آلـمانی همکاری فنی)[3]، ژاپن (جاییکا)[4]، کانادا (مرکز تحقیقات توسعه بین‌المللی)[5]، اسپانیا، پرو و همچنین از سازمان جهانی محیط زیست[6]، برنامه محیط زیست سازمان ملل متحـد،[7] برنامه توسعه سازمان ملل متحد[8]، دبیرخانه کنوانسیون تنوع زیستی[9]، بنیاد فورد[10]، سازمان غذا و کشاورزی[11] و صندوق بین‌المللی توسعه کشاورزی[12]، صورت گرفت.

این کتاب از تلاش‌های قبلی برای ایجاد یک «پایه علمی برای حفاظت در محل در مزرعه» که در اواسط دهه ۱۹۹۰ میلادی آغاز شد و برای اولین بار در مجلد غیررسمی «راهنمای آموزشی برای حفاظت در مزرعه» گردآوری شد و بعدا برای انتشار گسترده به روسی، اسپانیایی، عربی، فارسی و چینی ترجمه شد، منبعث شده است. بسیاری از همکاران نظرات خود را برای جلد اصلی ارائه کردند و در طول روند طولانی نهایی کردن این کتاب به این کار ادامه دادند. این افراد شامل اعضای اصلی موسسه بین‌المللی منابع ژنتیکی گیاهی «خویشان در محل» هستند- بورکینافاسو:
Didier Balma, Mamounata Belem, Madibaye Djimadoum, Issa Drabo, Omer Kabore, Tiganadaba Lodun, Jean-Baptiste Ouedraogo, Jérémy Ouedraogo, Mahamadi Ouedraogo, Oumar Ouedraogo,

1. SDC— Swiss Agency for Development and Cooperation
2. DGIS—Directorate-General for International Cooperation
3. Bundesministerium fur Wirtschaftliche Zusammenarbeit/ Deutsche Gesellschaft Für Technische Zusammenarbeit
4. JICA
5. IDRC—International Development Research Centre
6. The Global Environmental Facility (GEF)
7. The United Nations Environment Programme (UNEP)
8. The United Nations Development Programme (UNDP)
9. The Secretariat of the Convention on Biological Diversity (CBD)
10. The Ford Foundation
11. The Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)
12. The International Fund for Agricultural Development (IFAD)

Mahamadou Sawadogo, Bernadette Some, Leopold Some, Jean-Baptiste Tignegre, Roger Zangre, Jean-Didier Zongo؛ اتیوپی: Zemede Asfaw, Abebe Demissie, Tesema Tanto; Hungary: Györgyi Bela, Ágnes Gyovai, László Holly, István Már, György Pataki؛ مکزیک: Luis Arias-Reyes, Luis Burgos-May, Tania Carolina Camacho-Villa, Jaime Canul-Kú, Fernando Castillo-Gonzalez, Esmeralda Cázares-Sánchez, Jose Luis Chavez-Servia, Teresa Duch-Carballo, Jorge Duch-Gary, Víctor Manuel Interián-Kú, Luis Latournerie-Moreno, Diana Lope-Alzina, Fidel Márquez-Sánchez, Carmen Morales-Valderrama, Rafael Ortega-Paczka, Juan Rodriguez, Enrique Sauri-Duch, José Vidal Cob-Uicab, Elaine Yupit-Moo؛ مراکش: Ahmed Amri, Mustapha Arbaoui, Riad Balghi, Loubna Belqadi, Ahmed Birouk, Abdelaziz Bouisgaren, Mariam El Badraoui, Noureddine El Ouadghiri, Maria El Ouatil, Brahim Ezzahiri, Daoud Fanissi, Lamia Ghaouti, Abouchrif Hrou, Mohammed Mahdi, Hamdoun Mellas, Fattima Nassif, Keltoum Rh'Rib, Mohammed Sadiki, Seddik Saidi, Mouna Taghouti, Amar Tahiri, Bouchta Taik؛ نپال: Annu Adhikari, Niranjan Adhikari, Resham Amagain, Jwala Bajracharya, Bimal Baniya, Krishna Baral, Bharat Bhandari, Bedanand Chaudhary, Pashupati Chaudhary, Devendra Gauchan, Salik Ram Gupta, Sanjaya Gyawali, Bal Krishna Joshi, Madhav Joshi, Ashok Mudwori, Yama Raj Panday, Diwakar Paudel, Indra Paudel, Ram Rana, Hom Nath Regmi, Deepak Rijal, K. K. Sherchand, Pitambar Shrestha, Pratap Shrestha, Surendra Shrestha, Deepa Singh, Abishkar Subedi, Anil Subedi, Sriram Subedi, Sharmila Sunwar, R. K. Tiwai, M. P. Upadhyaya, R. B. Yadav؛ پرو: María Arroyo, Luis Collado-Panduro, Alfredo Riesco, Ricardo SevillaPanizo, Roberto Valdivia؛ ترکیه: Alptekin Karagoz, Ayfer Tan؛ ویتنام: Nguyen Tat Canh, Pham Hung Cuong, Din Vao Dao, Nguyen Ngoc De, Nguyen Phung Ha, Nguyen Thi-Ngoc Hue, La Tuan Nghia, Nguyen Huu Nghia, Dan Van Nien, Tran Van On, Huynh Quang Tin, Luu Ngoc Trinh, Ha Dinh Tuan, Truong Van Tuyen؛ موسسه بین‌المللی منابع ژنتیکی گیاهی: Suha Ashtar, George Ayad, Aicha Bammoun, Abdullah Bari, Susan Bragdon, Paola De Santis, Carmen de Vicente, Marlene Diekmann, Bernadette Dossou, Jan Engels, Pablo Eyzaguirre, Francois Gerson, Mikkel Grum, Luigi Guarino, Geoff Hawtin, Sara Hutchinson, Valerie Imbruce, Masa Iwanaga, Alder Keleman, Rami Khalil, Amanda King, Helen Klemick, Lorenzo Maggioni, Thomas Metz, Landon Myer, Deborah Nares, Noureddine Nasr, Julia Ndung'u-Skilton, Nicky O'Neill, Abdou Salam Ouedraogo, Stefano Padulosi, Paul Quek, V. Ramanatha Rao, Ken Riley, Percy Sajise, Patrizia Tazza, Awegechew Teshome, Helen Thompson, Judith Thompson, Imke Thormann, Muhabbat Turdieva, Raymond Voduohe, David Williams, Issiaka Zoungrana؛ دیگر همکاران: Ekin Birol, Stephen Brush, Dindo Campilan, Linda Collette, David Cooper, Erle Ellis, Carlo Fadda, Elizabeth Fajber, Maria Fernandez, Esbern Friis-Hansen, Christina Grieder, Helen Jensen, Peter Kenmore, Liang Luohui, Leslie Lipper, Erika Meng, Christine Padoch, Roberto Papa, Jean Louis Pham, Rene Salazar, Dan Schoen, William Settle, Louise Sperling, Robert Tripp, and Bert Visser.

افراد بسیار دیگری بعدا به «خویشان در محل» پیوستند که عبارتند از: الجزایر: Malek Belguedj؛ بولیوی: Alejandro Bonifacio؛ چین: Bao Shiying, Chen Bin, Chen Hong, Dai Liyuan, He Chengxin, Huang Yaqin, Huang Yuan, Li Chunyan, Long Chunlin, Lu Chunming, Ma Junhong, Peng Huaxian, Wang Fuyou, Wang Yunyue, Wu Jie, Xu Furong, Yang Xuehui, Yang Yayun, Yu Guo, Yuan Jie, Zhang Enlai, Zhang Feifei؛ کوبا: Leonor Castiñeiras, Zoila Fundora-Mayor, Tomás Shagarodsky؛ اکوادور: Catalina Bravo, Hugo Carrera, Jorge Coronel, Polivio Guaman, Carlos Nieto, Jose Ochoa, Juan Pazmino,

Amadou Sidibe :مالی؛ Kubanichbek Turgunbaev :قرقیزستان؛ Carmen Suarez, Cesar Tapia, Danilo Vera
Mustafa Bouzidi, Ghita Chlyeh, Selsabil Taoufiki, Nawal Touati, Abdelmalek Zirari :مراکش؛ B.
Danjimo؛ تونس: Abdelmajid Rhouma؛ اوگاندا: Joyce Adokorach, Grace Atuahire, Enid Katungi,
Catherine Kiwuka, Marjorie Kyomugisha, John Wasswa Mulumba, Josephine Namaganda, Michael
Otim, Pamela Paparu, Michael Ugen؛ ازبکستان: Karim Baymetov؛ بایوورسیتی اینترنشنال: ,Adriana Alercia
Bai Keyu, Mauricio Bellon, Nadia Bergamini, Evelyn Clancy, Carlo Fadda, Emile Frison, Michael Halewood, Michael Hermann, Deborah Karamura, Prem Mathur, Dunja Mijatovic, Rose Nankya, Paul Neate, Arshiya Noorani, Qi Wei, Marleni Ramirez, Frederik van Oudenhoven, Barbara Vinceti, Zhang Zongwen؛ و دیگران ,Rima Alcadi, Irene Bain, Walter de Boef, Salvatore Ceccarelli, Maria Finckh
Agnes Fonteneau, Barbara Gemmill, Stefania Grando, Hans Herren, Timothy Johns, Richard C. Johnson, Michael Milgroom, David Molden, Tim Mur ray, Chris Pannkuk, Miguel Pinedo-Vasquez, Massimo Reverberi, Marieta Sakalian, Dan Skinner, Peter Trutmann, Eva Weltzien, John Witcombe, Denise Tompetrini, Leverett Hubbard همچنین بسیاری از کارمندان توسعه و ترویج، مربیان، محققان و مقامات دولتی که این امر خطیر را ممکن ساختند.

تشکر ویژه از Daniela Horna برای بررسی و افزوده‌هایش به مسائل اقتصادی در فصل‌های ۸ و ۹، از David Williams برای بررسی و نظراتش درباره اهلی‌سازی در فصل ۲، از Alessandra Giuliani برای بررسی و نظراتش در تحلیل زنجیره بازار در فصل ۹، از Tim Murray و Marco Pautasso برای پیشنهادات مفیدشان برای بهبود فصل ۷، از Paolo Colangelo برای نظراتش در مورد روش‌های آماری در فصل‌های ۵، ۶ و ۷، از Pablo Eyzaguirre برای پیشنهادهایش جهت تقویت مولفه‌های مدیریت انسانی در سراسر کتاب، از Patrick Mulvany برای نظراتش در فصل ۱۲ در رابطه با حاکمیت غذایی و از Jan Engels, Christophe Bonneuil و Marianna Fenzi برای نظرات و دیدگاه‌های محرکشان که به شکل‌گیری فصل ۳ کمک کرد. همچنین از Collin McAvinchey برای کمکش در جستجوی منابع تشکر ویژه می‌کنیم. در خصوص درخواست مجوز برای استفاده از آثار هنری منتشر شده، مرهون زحمات Maria Garruccio و Francesca Giampieri بودیم که پشتیبانی کتابخانه‌ای را محقق ساختند و Silvia Ticconi پشتیبانی رایانه‌ای را تسهیل نمود، Safal Khatiwada تصاویر را در لحظات آخر اصلاح نمود و افراد زیر در مکان‌یابی سریع عکس‌های با کیفیت در زمان و حجم مناسب یاری رسان بودند: ,Bai Keyu, Nadia Bergamini
Michele Bozzano, Nora Capozio, Carmen de Vicente, Carlo Fadda, Yasuyuki Morimoto, Rose Nankya, Stefano Padulosi, Peng Huaxian, Devin R. See, Ambika Thapa, Raymond Vodouhe, Camilla Zanzanaini و روابط عمومی بایوورسیتی. از Paola De Santis تشکر ویژه می‌نماییم به دلیل ورودی‌ها، تدارکات و پیشنهادات نوآورانه که از ابتدا تا انتهای کتاب همراه ما بود. Raffaella Krista Jarvis در تهیه تصاویر این جلد کمک کرد و همراه با پدر و مادربزگش Lillian B. Jarvis، مادرش را با صبر و حوصله در طول روند طولانی نوشتن تشویق و حمایت کردند. ما تشکر ویژه خود را به Linda Sears برای ویرایش دقیق و سریع این جلد تقدیم می‌کنیم. وی ورودی‌ها و سبک‌های متنوع ما را در نظر گرفت و اطمینان حاصل کرد که محصول نهایی ارائه شده در اینجا با هم ترکیب شده است.

یادداشت آغازین

نقش تنوع‌زیستی در پایداری و تاب‌آوری بوم‌نظام‌های طبیعی و انسان‌ساخت غیرقابل انکار است و این موضوع به طور ویژه با بزرگترین بوم‌نظام مصنوعی و فراگیر در گستره کره زمین یعنی بوم‌نظام‌های کشاورزی از اهمیت خاصی برخوردار است. این بوم‌نظام‌ها از آغاز پیدایش، دستخوش تغییرات ساختاری و کارکردی گوناگونی در سطوح مختلف قرار گرفته‌اند و امروزه کاهش تنوع‌زیستی و فرسایش ژنتیکی یکی از مهمترین چالش‌های بوم‌نظام‌های کشاورزی در سطح جهان به شمار می‌آید به شکلی که تنها در سده گذشته ۷۵ درصد تنوع زیستی در آن‌ها دچار آسیب شده و یا از بین رفته است. افزایش جمعیت و نیاز به تامین غذای بیشتر، تغییر اقلیم و پیامدهای آن، به‌نژادی گیاهان زراعی، تغییرالگوهای تغذیه‌ای، تجاری‌سازی و فرایندهای بازار از مهمترین عوامل اثرگذار بر کاهش تنوع زیستی کشاورزی در دوران مختلف به‌ویژه در قرن گذشته بوده است.

بدون تردید کاهش تنوع‌زیستی نه تنها اثرات آشکار و ملموسی بر کلیه فرآیندها و روابط بیولوژیکی حیات خواهد داشت بلکه در یک نگاه کلی بقاء و تداوم حیات در آینده را نیز تهدید می‌نماید. برای حفظ این ذخایر حیاتی لزوم تغییر نگرش از جنبه‌های مختلف اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی، سیاسی و حقوقی از یک سو و توجه به ضرورت به کارگیری رهیافت‌های بوم‌سازگار از سوی دیگر انکارناپذیر است. امروزه این مهم در رابطه با عرصه‌های مرتبط با غذا و تغذیه از اهمیت چندگانه‌ای برخوردار است.

حفظ تنوع زیستی تحتِ مدیریت کشاورزان در چارچوب فرآیندهای اجتماعی، اقتصادی و حقوقی همراه با نگرش‌های بوم‌سازگار هدف اصلی این نوشتار است که در آن از پیدایش و منشاء کشاورزی، اهلی‌سازی و مراکز تنوع شروع شده و سپس به منابع ژنتیکی، حفاظت از آن و سیاست‌گذاری در این رابطه پرداخته شده است. در ادامه تنوع و تکامل گیاهان زراعی در جوامع کشاورزی، روش‌های اندازه‌گیری تنوع گونه‌ای و ژنتیکی در عرصه‌های زراعی، اجزاء زنده و غیرزنده بوم‌نظام‌های کشاورزی، تنوع و سازگاری به شرایط محیطی نامساعد در عرصه‌های زراعی، ویژگی‌های اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی مرتبط با مدیریت تنوع‌زیستی، ارزش‌گذاری و سیاست‌گذاری در رابطه با تنوع‌زیستی در کشتزارها، جوامع کشاورزی و مناظر کشاورزی، تنوع ژنتیکی و فشارهای گزینشی در مقیاس‌های مختلف اجتماعی، مکانی و زمانی، راهبردهای مشارکتی و تعاملی و در انتها نتیجه‌گیری با نگاهی به واریته‌های بومی و باروری در کشاورزی صحبت به میان آمده است.

این نوشتار با موافقت نویسنده اصلی آن دورا جارویس و همکاری تنی چند از صاحب‌نظران و متخصصانِ توسعه

در موسسه توسعه پایدار و محیط زیست (سنستا) به زبان فارسی ترجمه شده است که بدون حمایت آن‌ها تحقق چنین امری میسر نبود. بدینوسیله از تمام همکاران موسسه سنستا به ویژه مرحومه خدیجه کاترین رضوی، گروه اگرواکولوژی دانشگاه فردوسی مشهد، علی متولی‌زاده اردکانی از فرهنگستان علوم و سایر عزیزانی که در این راه ما را یاری نمودند سپاسگزارم.

ترجمه این کتاب را به اعضای خانواده موسسه توسعه پایدار و محیط زیست (سنستا) که از فعالان عرصه حفاظت از طبیعت، حفظ ذخایر ژنتیکی و امنیت و حاکمیت غذایی بودند و در ابتدای این راه در کنار ما حضور داشتند و اکنون از حضور فیزیکی آن‌ها محروم هستیم، یعنی خدیجه کاترین رضوی، محمدتقی فرور، علی‌اصغر دیداری، غنیمت اژدری و زینب قلعه‌بانی تقدیم می‌کنم.

مائده سلیمی

موسسه توسعه پایدار و محیط زیست

آذر ۱۴۰۱

پیشگفتار

چند سال پیش این فرصت را داشتم که از برخی جوامع بومی در اوتاوالو در اکوادور بازدید کنم. ما در یک مدرسه چوبی کوچک در انتهای یک جاده خاکی جمع شدیم تا با چند زن ملاقات کنیم و از محصولاتی که در مزارع خود داشتند مطلع شویم. میز بزرگی در آنجا بود که روی آن از لوبیا و ذرت‌هایی که با دقت در ردیف‌هایی چیده شده و هرکدام یک کاغذ کوچک حاوی نام داشت، پوشیده شده بود. این میز جشنواره‌ای از رنگ‌ها، اشکال و اندازه‌ها بود. فرصت بعدی را صرف آموختن در مورد هریک از این ارقام و تاریخچه زندگی متفاوت هریک از آن‌ها کردم. دریافتم که برخی در فصول خشک رشد بهتری داشتند، برخی دیگر در برابر انواع خاصی از حشرات مقاوم بودند و برخی دیگر برای خوراک مناسب‌تر بودند. این یافته، حاصل صدها سال دانشی بود که در یک فضای کوچک متراکم به صورت انباشته نمایش داده می‌شد و توسط این کشاورزان و شیوه‌های کشاورزی آن‌ها در طول نسل‌ها زنده نگاه داشته شده بود. این کشاورزان دریافته بودند که تنوع محصول برای تولید بوم‌نظام‌های کشاورزی آن‌ها اهمیت دارد و اقداماتی را انجام دادند تا اطمینان حاصل کنند که این تنوع در نظام‌های کشاورزی آن‌ها همچنان در دسترس است.

نویسندگان کتاب پیش رو متخصصان بین‌المللی در زمینه بوم‌شناسی، به‌نژادی گیاهان زراعی، ژنتیک، مردم‌شناسی، اقتصاد و سیاست هستند که برای پر کردن یک شکاف دیرینه یعنی نیاز توجه به بررسی دقیق و علمی تنوع زیستی محصولات تحت مدیریت کشاورز برای تغذیه جهان و بازگرداندن سلامت به مناظر تولیدی گرد هم آمده‌اند. این کار بیش از یک فراخوان شفاف برای حفاظت از تنوع زیستی است؛ در مورد استفاده از تنوع برای احیای کشاورزی به منظور تغذیه جمعیت در حال رشد است و دربردارنده نزدیک به بیست سال تحقیق جهانی با کشاورزان و جوامع در سراسر جهان است که تنوع ژنتیکی را در قالب ارقام سنتی تعداد زیادی از محصولات، از جمله آن‌هایی که توسط علم نادیده گرفته شده‌اند، حفظ می‌کنند. این پژوهش فرارشته‌ای متنی قطعی است که تنوع ژنتیکی محصولات و تنوع زیستی کشاورزی را در جریان علمی زیست‌شناسی تکاملی و سازگاری با تغییرات سریع در آنتروپوسن قرار می‌دهد.

نقطه قوت واضح این کتاب تمرکز مستقیم بر کشاورزان و تنوع ژنتیکی محصولاتی است که آن‌ها مدیریت و خلق می‌کنند. مستندات علمی بین رشته‌ای با قراردادن کشاورزان و معیشت آن‌ها، خدمات آن‌ها و پاسخ آن‌ها به نیازها و تغییرات اجتماعی در مرکز تجزیه و تحلیل به‌طور محکم و منسجم پیوند خورده است. از این رویکرد با ابزارها و مستنداتی پشتیبانی می‌کند که شامل اطلاعاتی همچون میزان و نوع تنوع موجود و زمان و مکان مورد استفاده واقع

شدن آن‌هاست. نتیجه این متن علمی به قدری قابل اتکا است که به دانشجویان و سایر خوانندگان علاقه‌مند نشان می‌دهد که نتایج تعاملات کشاورز با فرایند تکاملی و تنوع ژنتیکی در کشاورزی، شاید مهمترین میراثی است که در دست ماست.

به عنوان یک زیست‌شناس که در زمینه حفاظت در کشور خود کار می‌کنم، یک نقطه کلیدی اَبَر تنوع زیستی با تنوع زیستی مهم کشاورزی‌اش، و در موسسه‌های جهانی که به اکولوژی همه گیاهان و جانوران مربوط می‌شوند، خرسندم که بالاخره تنوع زیستی کشاورزی را کاملا در چارچوب تکاملی قرار دادم. زیست‌شناسی و بوم‌شناسی انسانی این کتاب یک ابزار ضروری برای آموزش دانشمندان جوان برای تولید اطلاعات و راه‌حل‌هایی است که به بوم‌نظام‌های سالم و انعطاف‌پذیر برای نسل‌های آینده کمک می‌کند. امیدوارم این کتاب در تمام دانشکده‌های کشاورزی و همچنین در موسسات آموزشی و تحقیقاتی مرتبط با حفاظت از تنوع‌زیستی، امنیت غذایی و توسعه پایدار روستایی به طور گسترده مورد استفاده قرار گیرد.

امیدوارم برخی از شما فرصت بازدید از اوتاوالو یا سایر جوامع روستایی را بدست آورید و از این طریق از آن‌ها بیاموزید و از تلاش‌ها در زمینه استفاده از میراث زراعی‌مان برای حفظ و بهبود تولید و تاب‌آوری معیشت روستایی حمایت کنید. در نتیجه این کار شما، جهان، ثروتمندتر و مردم سالم‌تر خواهند شد.

کریستین سمپر[1]
انجمن حفاظت از حیات وحش[2]
برانکس، نیویورک، مه ۲۰۱۳

1. Cristián Samper
2. Wildlife Conservation Society

دیباچه

این کتاب همانطور که در نمونه‌ها و صفحات فراوان آن مشهود است، چشم‌اندازی منحصر به فرد را ارائه می‌دهد که مبتنی بر پژوهشی تجربی در زمینه تنوع ژنتیکی گیاهان زراعی است. چنین چشم‌اندازی پیوندی عمیق میان تحقیقات تنوع ژنتیکی محصولات در مزارع کشاورزان با حفظ تنوع و استفاده از آن برای تولید پایدار و حمایت از معیشت روستایی برقرار می‌سازد. این کتاب، اصول و شیوه‌های جمع‌آوری و استفاده از داده‌هایی را که می‌تواند از ارقام سنتی و نظام‌های کشاورزی سنتی از طریق هر دو رویکرد تشخیصی و تجربی به دست آید، پوشش می‌دهد که شامل روش‌هایی برای شناسایی راه‌های حمایت از کشاورزانی است که این ارقام را پرورش می‌دهند.

بنابراین، این کتاب خواننده را با روش‌ها و اطلاعات متعددی آشنا می‌کند که نویسندگان آن برای درک میزان، توزیع ماهیت تنوع ژنتیکی که هنوز در ارقام سنتی در مزارع کشاورزان در سراسر جهان وجود دارد، ضروری می‌دانند. این کتاب یک مجلد ویرایش شده از فصول جداگانه نیست بلکه تک‌نگاری‌ای یکپارچه است. این کتاب بر اهمیت گردآوری دیدگاه‌ها و داده‌های بیولوژیکی (زراعی، محیط‌زیستی، ژنتیکی و غیره)، اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی با استفاده از تحلیل‌های چندمتغیره تاکید دارد. برای چنین بومِ گسترده‌ای، این کتاب راهنمای مفاهیم اصلی انگیزشی (به عنوان مثال، تنوع بیشتر، انعطاف‌پذیری را بهبود می‌بخشد) و سوالات تحقیق در ارزیابی، مدیریت و استفاده از تنوع ژنتیکی در مزرعه است. به جای ارائه فهرستی جامع از تمام ادبیات دانشگاهی، یا یک بررسی انتقادی دقیق از حوزه‌های موضوعی خاص، ما خواننده را به مجموعه‌ای از ادبیات اولیه مرتبط ارجاع می‌دهیم که با فراهم آوردن یک مدخل خواننده را قادر می‌سازد نکات خاص را دنبال نماید.

در دنیایی که تغییرات محیطی و اجتماعی در حال افزایش است، دیدگاه ما در مورد حفاظت و استفاده از تنوع ژنتیکی محصولات در مزرعه، یکی از تحولات پویا است. ما با ارایه شواهدی که در اثر ادغام چندین رشته مختلف به دست آمده است، بر اهمیت کنونی ارقام زراعی سنتی در نزد کشارزان و جوامع زراعی تاکید می‌ورزیم. این تنوع می‌تواند به بهبود پایداری نظام‌های تولید کشاورزی آن‌ها کمک کند. بنابراین، اصول و شیوه‌هایی که تحقیقات علمی را به استفاده از ارقام سنتی پیوند می‌دهد، در چارچوب بهبود زندگی کشاورزان و جوامع روستایی مورد بررسی قرار می‌گیرند. ما بر ضرورت همکاری با کشاورزان و جوامع روستایی به شیوه‌ای تاکید می‌ورزیم که طی آن به همه دست‌اندرکاران امر احترام گزارده شود.

ارقام سنتی محصولات کشاورزی همچنان برای زندگی میلیون‌ها کشاورز در سراسر جهان اهمیت دارند. این ارقام مورد استفاده قرار می‌گیرند و نگهداری می‌شوند چرا که نقشی محوری در راهبردهای معیشتی تک‌تک تولیدکنندگان و جوامع روستایی دارند. نگرانی‌های کنونی برای بهبود پایداری کشاورزی و مقابله با چالش‌های تغییر، به‌ویژه اقلیم، نشان می‌دهد که این ویژگی‌ها برای بهبود معیشت روستایی و اهداف گسترده‌تر توسعه، حیاتی خواهند بود. بنابراین، این کتاب ابزارهای مورد نیاز را نه تنها برای بررسی تنوع ژنتیکی در ارقام سنتی، بلکه برای حمایت از حفاظت و استفاده مداوم از آن‌ها ارائه می‌دهد.

"Copyright © 2016Bioversity International"
"CROP GENETIC DIVERSITY IN THE FIELD AND ON THE FARM: PRINCIPLES AND APPLICATIONS IN THE RESEARCH PRACTICES was originally published in English by Yale University Press in 2016 (ISBN 978-0-300-16112- 0). This translation is published by arrangement with Bioversity International."

فصل ۱

معرفی و بررسی اجمالی

مترجم: هدا لطیفی
hoda.latifi@mail.um.ac.ir

مقدمه

این کتاب درباره تنوع ژنتیکی گیاهان زراعی است که در سراسر جهان در مزارع حفاظت شده و مورد استفاده قرار می‌گیرد. به طور ویژه کتاب حاضر به «میراث بشر در خصوص گیاهان زراعی» یعنی تنوع موجود در ارقام سنتی[1] یا ارقام بومی[2] که طی سده‌ها توسط کشاورزان توسعه‌یافته و مورد حفاظت قرار گرفته است، می‌پردازد. بخش عمده‌ای از این کتاب به شرح اصول و روش‌های جمع‌آوری و بهره‌گیری از داده‌های ارقام سنتی و نظام‌های سنتیِ کشاورزی از طریق رویکردهای تجربی و تشخیصی خاص می‌پردازد تا تحقیقات در باب تنوع ژنتیکی گیاهان زراعی در مزارع کشاورزان را به حفظ این تنوع و استفاده از آن برای تولید پایدار و حمایت از معیشت روستاییان پیوند زند.

برای توصیف ارقامی که کشاورزان در طول سده‌ها در نظام‌های تولید خود توسعه داده و حفظ کرده‌اند، اصطلاحات مختلفی همچون ارقام بومی، ارقام کشاورزان و ارقام عامیانه[3] به کار برده شده است. در این کتاب جز در مواردی که نیاز به استفاده از اصطلاح دیگری احساس می‌شده، در همه جا اصطلاح «ارقام سنتی» استفاده شده است.

طی هزاره‌ها کشاورزان گونه‌های گیاهی را اهلی کرده‌اند و محصولات و ارقام سنتی که امروزه می‌شناسیم را ایجاد نموده‌اند. کشاورزان جهت تامین معیشت خود و تولید مازاد مورد نیاز برای تغذیه جمعیتِ

1. Traditional varieties
2. Landraces
3. Folk varieties

در حال رشد جهان، تنوع ژنتیکی گونه‌های مختلف گیاهی را از طریق مدیریت نظام‌های تولید، شیوه‌های کشاورزی و روش‌های مختلف گزینش، حفظ و اصلاح کرده‌اند.

در نظام‌های کشاورزی، طی صد تا صد و پنجاه سال گذشته، شاهد افزایش استفاده از نهاده‌های شیمیایی، مکانیزه شدن و وابستگی به ارقام یکنواخت که توسط متخصصان به‌نژادی ایجاد شده است، می‌باشیم. این تغییرات به ساده‌سازی بسیاری از نظام‌های تولید کشاورزی و کاهش وابستگی به تنوع بیولوژیکی منجر شده است و این درحالیست که کنترل آفات و بیماری‌ها، نگهداری از کیفیت خاک و کودهای آلی و غیره از مزایایِ غنای تنوع زیستی در نظام‌های زراعی سنتی به شمار می‌آمده است.

با مدرن شدن کشاورزی و ورود ارقام جدید یکنواخت، عموما فرض بر این بود که ارقام سنتی به دلیل ناسازگاری با شیوه‌های مدرن کشاورزی و عملکرد نسبتا پایین به سرعت از بین می‌روند. با وجود اینکه در بسیاری از نظام‌های کشاورزی ارقام یکنواخت جایگزین تنوع زیستی سنتی شدند اما برخلاف انتظارها برای بسیاری از کشاورزان خرده‌مالک در سراسر جهان، به ویژه کشاورزان شاغل در محیط‌های تولید نامطلوب و حاشیه‌ای، ارقام سنتی همچنان اهمیت خود را حفـظ نمودند. در دهه‌های ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰ شماری از محققان، به ویژه آلتیری و مریک (۱۹۸۷) و براش (۱۹۹۵، ۱۹۹۹) ارزش ارقام سنتی را در بسیاری از نظام‌های زراعی مختلف به رسمیت شناختند.

بنابـر تخمین صندوق بین‌المللی توسـعه کـشاورزی (ایفاد[1]) در حـال حاضـر حدود ۵۰۰ میلـیون مزرعه کوچک مقیاس، غالبا در مناطق غنی از تنوع زیستی یـا در نزدیکی آن‌ها وجود دارد. مزارع خانوادگیِ کوچک در کشورهای در حـال توسعه معیشت تقریبا ۲ میلیارد نفر را تامین می‌کنـد و حدود ۸۰ درصد از غذای مصـرفیِ مردم آسیـا و آفریقـای زیرصحرا در این مزارع تولید می‌شـود. تـداوم استفاده از ارقام سنتی توسط تعداد زیادی از این کشاورزان نشان‌دهنده ارزش این ارقام در شرایط کشاورزیِ کم‌نهاده[2] و تداوم اهمیت آن‌ها به عنوان بخشی از راهبـردهای معیـشتی کشاورزان فقیر است (برای اطلاعات بیشتر در مورد ارزش ارقام سنتی به پژوهش جارویس و همکاران (۲۰۱۱) رجوع کنید).

اکنون بر سر اینکه بسیاری از شیوه‌های مدرنِ کشاورزی، پایدار نیستند، به محیط‌زیست آسیب می‌رسانند و عملکرد اکوسیستم که شالوده تولید کشاورزی اسـت را با مشکل مواجه می‌کنند، اتفاق نـظر وجـود دارد (م آ[3]، ۲۰۰۵؛ گو-ساینس/ فورسایـت، ۲۰۱۱). ایـن امـر مجددا توجه جهانی را به استفاده از روش‌هایی

1. International Fund for Agricultural Development (IFAD)
2. Low input agriculture
3. Millenium Assessment

جلب کرده که به فرآیندهای بیولوژیکی و حفاظت و تقویت خدمات اکوسیستمی (سازمان غذا و کشاورزی ملل متحد، ۲۰۱۲) اهمیت بیشتری می‌دهد و از تنوع زیستی برای حفظ و بهبود پایداری و بهره‌وری استفاده می‌نماید (به عنوان مثال، فشرده‌سازی پایدار، سازمان غذا و کشاورزی ملل متحد، ۲۰۱۲).

تغییر اقلیم همچنین به افزایش نگرانی‌ها در مورد حفاظت و استفاده از تنوع زیستی در بوم‌نظام‌های کشاورزی و به ویژه در تنوع گیاهان زراعی و دامی دامن زده است. در بسیاری از نقاط جهان تغییر اقلیم به تغییر در محیط تولید منجر می‌شود و این تغییرات غالبا نیازمند ارقام جدید و متفاوتِ گیاهان زراعی و نژادهای حیوانی است (زیمر، ۲۰۱۰؛ هاجکین و بوردونی، ۲۰۱۲).

دو عامل دیگر نیز در اقبال مردم و دانشمندان نسبت به حفاظت و کاربرد ارقام سنتی نقش دارد. نخست این نگرانی فزاینده وجود دارد که غذای انسان باید به روشی تولید شود که سلامت مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان را حفظ کرده و بهداشت محیط را به خطر نیندازد (پولان، ۲۰۰۶). دومین عامل، وجود درک بیش از پیشِ اهمیت حاکمیت غذایی[1] است که بر اساس آن تولیدکننده‌ها، توزیع‌کننده‌ها و مصرف‌کننده‌های مواد غذایی در کانون نظام‌ها و سیاست‌های غذایی و کشاورزی قرار می‌گیرند، نه اینکه صرفا تن به خواسته‌های بازار و شرکت‌هایی دهند که غذا را به کالایی قابل تجارت در سطح بین‌المللی تقلیل می‌دهند (اقدام عملی، ۲۰۱۱).

با وجود اینکه ارزش تنوع زیستی کشاورزی و اهمیت ارقام سنتی در نظام‌های زراعی روزبه‌روز بیشتر به رسمیت شناخته می‌شود اما در مورد میزان و نوع تنوع موجود و چگونگی استفاده از آن در مکان‌ها و زمان‌های مختلف، فقدان اطلاعات جدی وجود دارد. در جهت پاسخگویی به این نیاز طی ۲۰ سال گذشته، پژوهش‌های در حال گسترش زیادی، به شکل‌گیری مجموعه‌ای از تجربه‌ها، اقدام‌ها و رویه‌ها انجامیده تا مسئله فقدان اطلاعات مرتفع گردد. در بسیاری از کشورها حفاظت و استفاده از ارقام سنتی گیاهان زراعی، میزان تنوع موجود، روش‌های نگهداری آن‌ها و عوامل تضمین‌کننده تداوم اثر آن برای کشاورزان خرده مالک مورد پژوهش قرار گرفته است. نتایج این پژوهش‌ها و دیگر کارهای تحقیقاتی مرتبط در این کتاب بیان شده است تا از طریق ایجاد اطلاعات، ابزارها و روش‌هایی اطمینان حاصل کرد که تنوع موجود در ارقام سنتی اندازه‌گیری و ارزش آن درک شود و در صورت انتخاب این روش از سوی کشاورزان بتوان از آن‌ها در جهت حفاظت از تنوع زیستی ارقام زراعی حمایت کرد.

1. Food sovereignty

بنابر دیدگاه این کتاب، ارقام سنتی و به طور کلی تنوع ژنتیکیِ درون گونه‌های زراعی همچنان در نظام‌های تولید کشاورزیِ سراسر جهان نقش مهمی ایفا می‌کند و از مولفه‌های مهم در جهان رو به تغییرِ تولیدات کشاورزی به شمار می‌آید.

تنوع ژنتیکی و ارقام سنتی گیاهان زراعی

تنوع ژنتیکی گیاهان زراعی شامل تمام تنوع موجود در میان و درون گیاهان و ارقام زراعی مختلف است که در سراسر جهان کشت می‌شود و تنوع تمام صفات و اختلاف میان بیان ژن‌ها را شامل می‌شود. تنوع ژنتیکی در هر گیاه زراعی زمینه را برای توسعه، شناخت و تکامل ارقام سنتی فراهم می‌کند. هارلان (۱۹۷۵) یکی از بهترین تعریف‌های مربوط به ارقام سنتی (یا چنانکه وی می‌گوید «ارقام بومی») را ارائه می‌دهد: «ارقام بومی از نظر ژنتیکی متنوع هستند، از یکپارچگی ژنتیکی خاصی برخوردار هستند، به لحاظ ریخت‌شناختی متمایز هستند، توسط کشاورزان نام‌گذاری می‌شوند و از نظر سازگاری با نوع خاک، زمان کاشت، تاریخ رسیدگی، ارتفاع، ارزش غذایی، کاربرد و سایر خصوصیات متفاوت هستند. چنین جمعیت‌های متعادل- متغیر، در تعادل با محیط و عوامل بیماری‌زا و از نظر ژنتیکی پویا- میراث بر جای مانده از نسل‌ها و کشاورزان پیشین هستند.»

تعریف مختصر هارلان ماهیت اساسی ارقام سنتی و بسیاری از مسائل و پرسش‌های نهفته در عمق این کتاب را نمایان می‌سازد. ماهیت یا محتوای یکپارچگی ژنتیکی مورد نظر هارلان چیست؟ چه صفات ریخت‌شناختی در هویت یک گیاه و تحت چه شرایطی در هویت گیاهان مختلف حائز اهمیت است؟ آیا کاربرد نام‌ها در هویت‌بخشی به یک محصول از انسجام برخوردار است؟ ماهیت سازگاری چیست و کشاورزان چگونه میان نگرانی‌های مختلف در رابطه با سازگاری با محیط، تناسب با نظام‌های مختلف تولید و تامین نیازهای مختلف تعادل برقرار می‌کنند؟ مهم‌تر از همه چگونه می‌توان تنوع ژنتیکی را در مواجهه با نگرانی‌هایی همچون تولید حداکثری یا اطمینان از مقاومت در برابر آفات یا بیماری‌های خاص به تعادل رساند؟ ماهیت تعادلی که تغییرپذیری و تعادل جمعیتی مورد نظر هارلان را حفظ می‌کند چیست و چگونه در طی چندین نسل از کشاورزان و تولیدکنندگان حفظ می‌شود؟

همان‌طور که در بالا ذکر شد، ارقام سنتی با آنچه که به طور معمول کشاورزی کم‌نهاده نامیده می‌شود ارتباط دارند. در واقع ممکن است ارقام سنتی در مقایسه با ارقام جدید و اصلاح شده توسط به‌نژادگران، کم بازده باشند، اما به نظر می‌رسد که این ارقام از ثبات بیشتری برخوردار هستند و توان جلوگیری از خطرها را

دارند؛ بدین معنی کــه ارقام سنتی تحت شرایط نامناسب و قرار گرفتن در معرض شرایط اقلیمی حدی یا بیماری‌های همه‌گیر به میزان قابل قبولی محصول تولید خواهند کرد. ارقام سنتی نماد کشاورزی معیشتی به حساب می‌آیند که به بقای کشاورز و خانواده‌اش تا تولید محصول بعدی کمک می‌کنند و اغلب کشاورز مازاد آن را بــه فروش می‌رساند یا با کالاهای دیگری مبادله می‌کنـد. نگهداری مداوم از ارقام سنتی در نظام‌های تولید محصولات کشاورزی به نیاز اجتماعی گسترده‌تر به مواد تکامل یافته و سازگار با نیازها و چالش‌های در حال تغییرِ تولید نیز پاسخ می‌دهد.

به عنوان بخشی از تجزیه و تحلیل روش‌هایی که می‌توان از طریق آن‌ها به پشتیبانی از نگهداری و کاربرد ارقام سنتی برای کشاورزی پایدار پرداخت، جارویس و همکاران (۲۰۱۱) به بررسی دلایل حفاظت از ارقام سنتی توسط کشاورزان پرداخته‌اند. این محققان با ذکر شواهدی نشان می‌دهند که کشاورزان ارقام سنتی را نیز به دلیل سازگاری‌شان با بوم‌نظام‌های کشاورزی خاص یا حاشیه‌ای و محیط‌ها یا شرایط تولید ناهمگن و متغیر در کنار سایر ارقام موجود حفظ می‌کنند تا از آن‌ها به عنوان بیمه‌ای در برابر مخاطرات محیطی و دیگر ریسک‌ها استفاده کنند، تقاضاهای متغیر بازار را مدیریت کنند، آفات و بیماری‌ها را مدیریت کنند، از ویژگی‌های پس از برداشت (مانند ارزش غذایی) آن‌ها بهره ببرند، شرایط اجتماعی و اقتصادی مورد نیازِ تولید را فراهم آورند و از شعائر فرهنگی و مذهبی خود حمایت کنند. به عقیده این محققان تنوع ارقام سنتی و تنوع موجود در این ارقام، سازگاری و تکامل مورد نیاز کشاورزان را برای پاسخگویی به چالش‌های شرایط دشوار، نامطمئن و متغیر تولید فراهم می‌کند.

بر این اساس قابلیت تولید تحت شرایط تنش‌های زنده[1] یا غیرزنده[2]، در اختیار داشتن ژن‌های سازگار و ترکیب‌های ژنی[3]، وجود ناهمگنی ژنتیکی و ارزش فرهنگی–اجتماعیِ محلی را می‌توان از ویژگی‌های اصلی ارقام سنتی تلقی کرد. ویژگی دیگری که اغلب به ارقام سنتی نسبت داده می‌شود برهم‌کنش مطلوب مولفه‌ها[4] یا افراد مختلف در یک جمعیت است بطوریکه آن‌ها بیش از رقابت با یکدیگر، مکمل یکدیگر هستند.

شواهد زیادی نشان‌دهنده این موضوع است که ارقام سنتی ژن‌های مفیدی دارند که باعث بهبود عملکرد، مقاومــت در برابر بسیاری از آفات و بیماری‌ها و تحمل نسبت به تنـش‌های غیرزنده می‌شونـد (فرانکل و همکاران، ۱۹۹۵). در برخی از محیط‌های تولید، در شرایط تنش ارقام سنتی عملکرد بهتری نسبت به ارقام ارقام جدید و اصلاح شده (ارقام مدرن) نشان می‌دهند. به طور نمونه آزمایش‌های انجام شده بر روی جو

1. Biotic
2. Abiotic
3. Gene complexes
4. Favorable interaction of the differen components

(چکارلی، ۱۹۹۴) نشان داده است که ارقام سنتیِ جو در شرایط شدید خشکسالی و شوری، عملکرد بهتری نسبت به ارقام ارقام جدید و اصلاح شده دارند.

همچنین شواهدی وجود دارد که ناهمگنی موجود در ارقام سنتی نسبت به مقاومت در برابر بیماری‌ها نقش دارد و این ویژگی در بسیاری از ارقام سنتی یافت می‌شود. کار بر روی ترکیبی از ارقام و مولتی‌لاین‌ها[1] (لاین‌هایی که جز در مورد ژنِ مقاومت، لاینِ تقریبا ایزوژنیک[2] هستند) نشان داده است که وجود ناهمگنی می‌تواند آسیب حاصل از بیماری را کاهش دهد و بنابراین اثر بافر یا «اثر مخلوط[3]» ایجاد نماید که این مسئله در کار ولف (۱۹۸۵:۲۵۵) مورد تاکید قرار گرفته است: «مخلوط‌های میزبان می‌تواند گسترش بیماری را نسبت به میانگین اعضای تشکیل‌دهنده خود به میزان قابل توجهی محدود کند، مشروط بر آن که این ترکیبات از نظر حساسیت به بیماری متفاوت باشند.»

جوامع روستایی غالبا تعداد زیادی از ارقام سنتی متمایز و قابل شناسایی را حفظ و سطح دیگری از ناهمگنی را ایجاد می‌کنند که برای راهبردهای تولید جوامع بومی و کشاورزان از اهمیت بالایی برخوردار است. به نظر می‌رسد این امر در مورد گیاهان زراعی مهم از جمله برنج، سیب‌زمینی و کاساوا که خودبارور بوده و از طریق رویشی تکثیر می‌شوند، بیشتر مشهود است (رانا و همکاران، ۲۰۰۷؛ براش و همکاران، ۱۹۹۵؛ سالیک و همکاران، ۱۹۹۷). در مواردی که شمار زیادی از ارقام شناخته شده و نگهداری می‌شوند، هرکدام از ارقام دارای ویژگی‌هایی خاص هستند و همانطور که هارلان می‌گوید، توسط جامعه به روش‌های مختلفی مورد استفاده قرار می‌گیرند که مکمل یکدیگر هستند – ممکن است بعضی از ارقام گیاهان اصلی کم و بیش پربازده باشد، برخی برای مراسمی خاص به کار رود، درحالیکه بعضی ارقام دیگر با مزارع دارای مشکلات کشت و یا برای برآوردن برخی از نیازهای فصلیِ کشت سازگار شده باشد.

همچنین بر اساس این ایده، ارقام سنتی از ژنوتیپ‌های تکمیلی تشکیل می‌شوند که به نوعی «در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند» و جمعیتی از گیاهان را تشکیل می‌دهند که قادر هستند از منابع محدود به بهترین وجه بهره برند یا با تنش‌های مختلف مقابله کنند و به دلیل این ویژگی‌ها به ویژه با کشاورزی کم‌نهاده سازگار هستند. چنین ایده‌ای بسیار بحث برانگیزتر است. مارشال (۱۹۷۷) شواهد اندکی از چنین برهم‌کنش‌هایی در مخلوط‌ها و ترکیب‌ها را پیدا کرده است، با این وجود مطالعات انجام شده روی جمعیت‌های تلاقیِ مرکبِ جو حاکی از امکان ایجاد تعاملات و برهم‌کنش‌های مثبت است (آلارد و آدامز، ۱۹۶۹).

1. Multilines
2. Near-isogenic line
3. Mixture effect

گیاهان زراعی اصلی یا عمده[1] و گیاهان زراعی فرعی یا جزئی[2]

تحقیق و توسعه کشاورزی روی گیاهان زراعیِ اصلی و عمده متمرکز شده است و این موضوع باعث شده تا بسیاری از محصولات دیگر که برای رفاه انسان مهم هستند، مورد غفلت واقع شود (مانگلزدورف، ۱۹۶۶؛ کاهان و همکاران، ۲۰۱۳). سه غله اصلی یعنی گندم، برنج و ذرت، ۵۰ درصد از کالری دریافتی در جهان را تامین می‌کنند و ۹۰ درصد از کل غذای مصرفی انسان تنها از ۱۵ محصول زارعی تامین می‌شود (چکارلی، ۲۰۰۹). با این حال، به نسبت نظام‌های کشاورزیِ زیر سلطه ارقام مدرن، در جوامع کشاورزی که ارقام سنتی از اهمیت بالایی برخوردار هستند، طیف گسترده‌تری از گیاهان زراعی یافت می‌شود. برای گیاهان زراعی با اهمیت کمتر، از اصطلاحاتی همچون محصولات جزئی یا فرعی، غیرقابل‌توجه، کم‌مصرف و یا حتی محصولات گمشده استفاده می‌شود.

معمولا هر گیاه زراعی، خارج از دایره گیاهانِ اصلی و غالب در نظام‌های تولید مدرن، در شمول «گیاهان زراعی فرعی» قرار می‌گیرد. برخی از گیاهان زراعی فرعی در سطح جهان پراکنده هستند (مانند گندم سیاه)، برخی از نظر منطقه‌ای قابل توجه و مهم می‌باشند (مانند خلر[3] در هندکه حاوی عوامل ضدتغذیه است) و برخی دیگر بسیار محلی هستند (مانند ریشه‌ها و غده‌های فرعی گیاهانی همچون ماکا و اولوکو در منطقه آند). «گیاهان زراعی ناچیز و قابل چشم‌پوشی» معمولا گیاهانی هستند که در کشاورزی مدرن مورد بی‌توجهی قرار می‌گیرند اما برای جوامع محلی از اهمیت بالایی برخوردار هستند. گیاهانی همچون تفِ[4] در اتیوپی یا فونیو[5] در آفریقای غربی در زمره چنین گیاهانی قرار می‌گیرند. «گونه‌های کم‌مصرف»[6] آن دسته از گیاهانی است که گمان می‌رود به صورت بالقوه قابلیت گسترش دارند اما بنا به دلایلی با کشاورزی مدرن یا شیوه‌های تولید فعلی سازگار نیستند. این دسته‌بندی‌ها اغلب همپوشانی دارند و بدیهی است که از گیاهان نسبتا شناخته شده‌ای مانند کنجد، گندم سیاه و بادام‌زمینی بامبارا تا گیاهان بسیار محلی و تقریبا کاملا حاشیه‌ای مانند برخی از ارزن‌های کوچک در جنوب هند (به عنوان مثال *Panicum sumatrense* و *Paspalumscrobiculatum*)، در یک رده‌بندی پیوسته قرار می‌گیرند.

1. Major crops
2. Minor crops
3. *Lathyrus sativus*
4. Tef
5. Fonio

۶. توصیفی که توسط آکادمی ملی علوم [۱۹۷۵] استفاده شده است.

اهمیت این محصولات در نظام‌های کشاورزی سنتی از به این دلیل است که به طور مستقیم به معیشت محلی، سلامت و تغذیه یاری می‌رسانند، منابع درآمدی ایجاد می‌کنند، بخشی از کل نظام تولید را تشکیل می‌دهند و عملکرد بوم‌نظام کشاورزی را تقویت می‌کنند (برای مثال در تناوب مزرعه، تهیه کود سبز یا تولید محصول در حاشیه‌ای‌ترین زمین‌های زراعی کاربرد دارد). غالبا برای گیاهان زراعی فرعی از ارقام سنتی کمتر سخن گفته می‌شود و میزان تنوع ژنتیکی این گیاهان تقریبا ناشناخته است. در این نوع گیاهانی، گاهی جمعیت‌های بسیار کمی حفظ می‌شود. به عنوان مثال در یکی از روستاهای واقع در نوار تپه‌ای نپال، هر خانوار ساکن، یک یا دو گیاهِ کدو تنبل اسفنجی با گرده‌افشانی آزاد[1] را کشت می‌کند؛ که این موضوع پرسش‌های جالبی را در مورد حفاظت و بهبود این ارقام توسط کشاورزان به وجود می‌آورد.

محتوای کتاب

اگر ارقام سنتی همچنان در میان کشاورزان و جوامع از اهمیت برخوردار هستند و کمک مشخصی به این جوامع می‌کنند و اگر احتمالا در جهت بهبود پایداری اهمیت دارند، پس باید بدانیم که چگونه می‌توان با حفاظت از آن‌ها به بهبود زندگی کشاورزان و جوامع روستایی و پایداری نظام‌های تولید یاری رساند. بنابراین جهت شناخت راهکارهای حمایت از کشاورزانی که به حفظ این گونه‌ها تمایل دارند، می‌توان از ابزارهای ارائه شده در این کتاب بهره جست. کتاب پیش رو اصولی را برای جمع‌آوری و استفاده از نوعی از داده‌های واقعی مهیا می‌کند؛ داده‌هایی که از طریق روش‌های مشارکتی و تجربی از ارقام سنتی و نظام‌های کشاورزی سنتی به دست می‌آید. این کتاب بر اهمیت گردآوری ابعاد بیولوژیکی (زراعی، اکولوژیکی، ژنتیکی و غیره)، اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی و بر لزوم احترام به همه مشارکت‌کننده‌ها تاکید دارد.

نحوه سازگاری ارقام سنتی با شرایط در حال تغییر، موضوع مشترکِ این کتاب است. سازگاری ارقام سنتی مستلزم حصول اطمینان از وجود مواد کشت کافی است که این مواد بتوانند جهت مقابله با تغییرات (محیطی، اقتصادی و اجتماعی) و انعطاف‌پذیری در طول زمان تحت شرایط دائما در حال تغییر به تکامل خود ادامه دهند. از این نظر «ظرفیت تکاملی این گونه‌ها» ویژگی مهم آن‌ها محسوب می‌شود. با توجه به این نکات محوریت ابزارهای ارائه شده رمزگشایی از مسائل دخیل در حفظ ظرفیت تکاملی در نظام‌های تولید است. این کار ساده نیست، زیرا هنگامیکه از حفاظت ظرفیت تکاملی صحبت می‌کنیم، ممکن است این پرسش‌ها مطرح شود که: کاربرد آن چیست؟ چه کسی از آن استفاده می‌کند؟ چگونه حفظ می‌شود و

1. Open-pollinated

کاربرد ارقام سنتی گیاهان زراعی چگونه از حاکمیت غذایی و حقوق کشاورزان و جوامعی که این گونه‌ها را حفاظت و از آن‌ها بهره می‌برند حمایت می‌کند؟ چه سطحی از تنوع برای تحقق تکامل مورد نیاز است، خواه این ظرفیت تکاملی برای بهبود گیاه (ترکیب ژنتیکی گیاهان مورد نیاز برای شرایط آینده) به کار رود، خواه در جهت نیازهای تکاملی استفاده از تنوع در نظام‌های تولید کشاورزی در جهت افزایش بهره‌وری و تاب‌آوری باشد.

در فصل‌های دوم و سوم این کتاب برخی اطلاعات زمینه‌ای در مورد خاستگاه گیاهان زراعی امروزی و توسعه موارد مورد بحث در سطوح بین‌المللی و ملی در مورد حفاظت و استفاده از تنوع ژنتیکی این گیاهان ارائه شده است. فصل دوم به توصیف فرآیندهای اهلی‌سازی، ویژگی‌ها یا صفات درگیر و تغییرات ژنتیکیِ رخ داده در طی فرآیند اهلی‌سازی می‌پردازد. در این فصل اهمیت مراکز تنوع ژنتیکی و خاستگاه‌های گیاهان زراعی نیز شرح داده شده است. فصل سوم تصویری تاریخی از پیشرفت کار در زمینه حفاظت آگاهانه از منابع ژنتیکی گیاهی به دست می‌دهد. در این فصل توسعه و تکامل برنامه‌های ملی مرتبط با منابع ژنتیکی گیاهی و خاستگاه و توسعه یک عهدنامه بین‌المللی در قبال حفاظت از منابع ژنتیکی گیاهی مورد بررسی قرار گرفته است و کلیات کنوانسیون تنوع زیستی، کمیسیون جهانی منابع ژنتیکی برای غذا و کشاورزی سازمان غذا و کشاورزی ملل متحد (فائو) و معاهده بین‌المللی منابع ژنتیکی گیاهی برای غذا و کشاورزی شرح داده شده است. این فصل همچنین به کاوش شیوه‌های مختلفی می‌پردازد که از طریق آن موضوعات مرتبط با حفاظت از تنوع ژنتیکی و استفاده از آن توسط مردمان بومی، جوامع روستایی، برنامه‌های ملی و سازمان‌های بین‌المللی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

در فصل چهارم مفاهیم اساسیِ تنوع ژنتیکی و اندازه‌گیری آن در جمعیت‌های گیاهی ارائه می‌شود؛ از جمله اینکه چگونه اندازه جمعیت و نیروهای تکاملی -گزینش، جهش، نوترکیبی و مهاجرت- بر میزان و پراکنش تنوع ژنتیکی تاثیر می‌گذارد. همچنین اثرات بیولوژی تولید مثل، نظام‌های به‌نژادی (آمیزش)، گرده‌افشانی و پراکندگی بذر در ژنتیک نیز در این فصل معرفی می‌شوند.

هدف فصل پنجم ارائه ابزار و روش‌های کسب و تحلیل داده‌ها به خواننده است تا او را در درک میزان و پراکنش تنوع‌ژنتیکی گیاهان زراعی، از روش‌های زراعی گرفته تا روش‌های بیوشیمیایی و مولکولی یاری رساند. روش‌های ارائه شده شامل مواردی است که هنگام کار با کشاورزان برای به دست‌آوردن اطلاعات و داده‌ها درباره میزان و پراکنش تنوع و نحوه مشاهده و طبقه‌بندی تنوع از نظر کشاورزان مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این فصل اهمیت رویکردهای مشارکتی و نیز لزوم وجود توافق‌نامه‌های مشترکِ

شفاف با جوامع کشاورزی و کسب رضایت پیشین از تمامی طرف‌ها درباره جمع‌آوری داده‌ها و استفاده از آن‌ها مورد تاکید قرار گرفته است.

تفاوت در ارتفاع، شیب، منظر، بارندگی، دما، شدت نور، سرعت باد و سطح دی‌اکسیدکربن در کنار بافت، حاصلخیزی و سمیت خاک، گرده‌افشان‌ها، آفات و ریزموجودات زیرزمینی همه در میزان و پراکنش ارقام سنتی گیاهان زراعی در بوم‌نظام‌های کشاورزی نقش دارند. فصل ششم ابزارهایی اساسی و مقدماتی را جهت شناسایی و توصیف عوامل محیطی اصلیِ موثر بر تنوع و بهره‌وری ژنتیکی گیاهان زراعی در اختیار خوانندگان قرار می‌دهد، از جمله ابزارهایی جهت گردآوری و تحلیل اطلاعاتی درباره دانش و آگاهی کشاورزان از محیط بیوفیزیکی خود و درک آن‌ها از فرآیندهایی اکولوژیکی محیط پیرامون است. این فصل همچنین شامل اطلاعات مقدماتی در مورد خدمات اکوسیستم و نقش بالقوه تنوع ژنتیکی گیاهان زراعی در حمایت از عملکردهای اکوسیستم است.

فصل هفتم تحولات ارقام زراعی را در محیط‌های تحت تنش را بررسی می‌کند و با توجه به تنش‌های محیطی به ارائه اصول اساسی سازگاری با تنش در محیط‌های نامطلوب و تنوع ژنتیکی درون و در میان ارقام سنتی زراعی می‌پردازد. این فصل با مقایسه ارقام جدید و اصلاح شده و بومی، مفاهیم و ابزارهایی اساسی را جهت اندازه‌گیری تحمل نسبت به تنش و مقاومت در برابر تنش‌های زنده و غیرزنده ارائه می‌دهد. این فصل میان بهره‌برداری از تنوعی که به طور آگاهانه و متناسب با یک محیط خاص انتخاب شده است تا ضمانتی برای حفظ بهره‌وری در محیط‌های ناهمگن یا تحت تأثیر تغییر اقلیمی باشد، با استفاده ناآگاهانه از تنوع گیاهان زراعی تمایز قائل می‌شود. بحث مفصل‌تری نیز در مورد ارتباط متقابلِ ۱) تنوع ژنتیکی، ۲) کاهش خسارت فعلی و ۳) کاهش آسیب‌پذیری ژنتیکی، یا کاستن از احتمال بروز خسارات آتیِ ناشی از آفات و بیماری‌ها ارائه شده است.

فرهنگ را می‌توان به عنوان نمود تعامل میان جوامع و محیط‌های طبیعی، تاریخی و اجتماعی آن‌ها تعریف کرد. این محیط‌ها نه تنها نیازهای مادی مردم به مواد غذایی، علوفه، آب، دارو و سایر منابع طبیعی را برآورده می‌کنند، بلکه مبانی ارزش‌های اخلاقی، مفاهیم فضاهای مقدس، تجارب زیبایی‌شناختی و هویت‌های شخصی یا گروهی برگرفته از محیط‌های محلی‌شان را نیز فراهم می‌کند. فصل هشتم به توصیف آن دسته از کشاورزان و جوامع کشاورزی می‌پردازد که در محیط‌های اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی خود از تنوع ژنتیکی گیاهان زراعی حفاظت می‌کنند. سن، جنس، خویشاوندی، تحصیلات، وضعیت اقتصادی، ثروت نسبی، موقعیت اجتماعی، قومیت و زبان ویژگی‌هایی هستند که باید در نظر گرفته شود.

ابزارهایی برای توصیف روابط اجتماعی و سرمایه اجتماعی نیز در جهت درک نقشی که بشر در استفاده و مدیریت منابع ژنتیکی گیاهان زراعی خود دارد ضروری هستند. به کمک روش‌های کمی و کیفی ارائه شده در این فصل می‌توان به تجزیه و تحلیل این امر پرداخت که چگونه نقش‌های اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی به الگوهای تنوع ژنتیکی گیاهان زراعی در میان کشاورزان و خانوارهای آن‌ها، شبکه‌ها یا انجمن‌های رسمی کشاورزان و جوامع کشاورزی شکل می‌دهد.

فصل نهم در پی ارائه ابزارها و روش‌هایی برای ارزیابی تنوع در مزرعه از منظری اقتصادی است. تمایز گذاردن میان ارزش‌های خصوصی و عمومیِ منابع ژنتیکی گیاهان زراعی در نظام‌های تولید و تهیه ابزارهایی برای تعیین آنچه اقتصاددانان «ارزش اقتصادی کل» می‌نامند، نقطه عطف این بحث است. این فصل به بحث در مورد «انتخاب رقم» (اینکه کدام ارقام برای پرورش انتخاب شود) و تعیین سطح زراعی مورد نیاز برای کشت هر رقم می‌پردازد. برای سنجش روابط میان عوامل اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی و تنوع در مزرعه و شناسایی عوامل بیرونی موثر بر تصمیم‌گیری کشاورزان درباب تنوع گیاهان زراعی، توضیحاتی در این فصل ارائه می‌شود؛ از قبیل درک تاثیر مستقیم عملکرد تنوع ژنتیکی گیاهان زراعی که ۱- به تاثیر استفاده از نهاده‌های تولید مانند کود، نیروی کار یا نوع بذر مربوط می‌شود و می‌تواند اثری مستقیم بر عملکرد محصول و کاهش میزان خسارت داشته باشد و ۲- به تاثیر استفاده از نهاده‌های کنترل‌کننده مانند حشره‌کش‌ها، قارچ‌کش‌ها یا ارقام مقاومی ارتباط دارد که به صورت مستقیم میزان خروجی را افزایش نمی‌دهند، اما از تاثیر آفات یا بیماری‌ها بر محصول می‌کاهند. مدل‌های اقتصادسنجی برای آزمایش روابط علّی و سنجش آن‌ها با تحلیل رگرسیون چندگانه معرفی شده است. فصل نهم همچنین شامل ابزارهایی برای درک بازار و ارزش‌های غیربازاریِ تنوع ژنتیکی گیاهان زراعی است و اصولی را برای ایجاد رویکرد زنجیره‌ای بازار برای استفاده از تنوع ژنتیکی گیاهان ارائه می‌دهد.

فصل دهم توضیح می‌دهد که چگونه سیاست‌ها و چارچوب‌های قانونی عوامل بازدارنده یا موانعی را بر سر راه حفظ و مدیریت تنوع گیاهی توسط کشاورزان ایجاد می‌کند و یک نمای کلی از مفاهیم و روش‌های تحلیل و توسعه ظرفیت‌های سیاستی با هدف تشویق به استفاده از منابع ژنتیکی گیاهی در مزرعه ارائه می‌کند که با مفهوم حقوق کشاورزان که معاهده بین‌المللی منابع ژنتیکی گیاهی برای مواد غذایی و کشاورزی آن را به رسمیت شناخته مطابقت دارد. فصل دهم به بحث درباره این امر می‌پردازد که چگونه می‌توان با استفاده از ابزارهای سیاستی تضمین کرد که فناوری‌ها به هدف مدرن‌سازی کشاورزی پایبند می‌مانند. قوانین بذر، مسائل حقوق مالکیت معنوی و رویکردهای جایگزین برای حفاظت از ارقام گیاهی در شمول این سیاست‌ها

است. این فصل چارچوبی را برای توسعه فرآیند سیاست‌گذاری ارائه می‌دهد؛ از جمله شناسایی نقاطی که به اصلاح سیاست‌ها نیاز دارد، درک زمینه‌ای که روند سیاست‌گذاری در آن روی می‌دهد و ابزارهای مشارکتی جهت انجام روند تحقیق و توسعه سیاست‌ها فراهم می‌کند. این فصل همچنین ابزارهایی را برای شناسایی ذینفعان و درگیر کردن آن‌ها در ارزیابی و تدوین سیاست‌ها در اختیار خوانندگان می‌گذارد.

فصل یازدهم با جزئیات بیشتری به فرآیندهایی می‌پردازد که همچنان از منظر تولید محصول در حال شکل دادن به ساختار و تکامل تنوع گیاهان زراعی هستند. این فصل روش‌هایی را توصیف می‌کند که نیروهای تکاملی مختلف مانند مهاجرت، جریان ژن و گزینش از طریق آن‌ها بر تنوع در مراحل مختلف فرآیند تولید محصول اثر می‌گذارند. اهمیت گزینش به عنوان یکی از نیروهای اصلیِ تکاملی در بخشی جداگانه مورد بحث قرار گرفته است. نظام‌های بذر (فرآیندهایی که کشاورزان و جوامع بومی جهت تضمینِ در دسترس بودن بذرِ ارقام سنتی به کار می‌گیرند) به عنوان ویژگی کانونیِ حفظ ارقام سنتی توضیح داده می‌شود. در بخش آخر از این فصل به پرسش‌هایی در باب مقیاس مکانی و زمانی[1] و روش‌هایی پرداخته می‌شود که طی آن‌ها مدیریت منابع جامعه می‌تواند بر حفظ ارقام سنتی تاثیر بگذارد.

تهیه و اجرای برنامه‌ای که از کاربرد و حفظ تنوع ژنتیکی گیاهان زراعی در نظام تولید محصولات کشاورزی پشتیبانی کند، به منابع و تخصص گسترده‌ای برای جمع‌آوری و جذب داده‌های تحقیق نیاز دارد. این امر همچنین مستلزم ایجاد مشارکت در میان بسیاری از افراد و نهادها و بسیج سازمان‌های جامعه‌محور برای اقداماتی مشخص است. اگرچه جنبه‌های همکاری مشترک به راحتی نادیده گرفته می‌شود، اما این قبیل همکاری‌ها از عناصر اساسی یک طرح موفق در مزرعه به شمار می‌آید. فصل دوازدهم ابتدا به معرفی طیفی از کنشگران موثر، انواع روابط ضروری و راه‌های تسهیم مسئولیت‌ها و مزایا می‌پردازد. سپس این فصل با بهره‌گیری از اطلاعات ارائه شده در فصول قبلی، رویکردی نمونه را پیش می‌نهد تا افراد با شناخت طیفی از اقدامات، در راستای حفاظت و کاربردِ ارقام سنتی گیاهان زراعی بکوشند و از آن حمایت کنند.

و در نهایت در فصل آخر خواننده را به این پرسش اصلی بازمی‌گرداند که چرا ما باید از میراث تنوع ژنتیکی گیاهان زراعی خود در نظام تولید محصولات کشاورزی حفاظت کنیم.

1. Spatial and temporal scale

برای مطالعه بیشتر

Altieri, Miguel A. 1995. Agroecology: The Science of Sustainable Agriculture, 2nd ed. Westview Press, Boulder, CO.

Brush, S. B. 1999. Genes in the Field: On-Farm Conservation of Crop Diversity. IPGRI/IDRC/Lewis, Ottawa, ON.

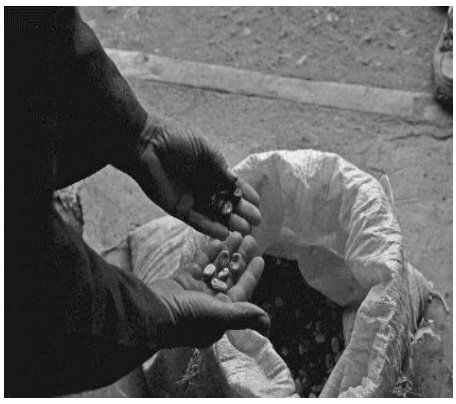
FAO. 2012. Save and Grow. FAO, Rome.

Frankel, O. H., A. H. D. Brown, and J. J. Burdon. 1995. The Conservation of Plant Biodiversity. Cambridge University Press, Cambridge.

Harlan, J. R. 1975. Crops and Man. American Society of Agronomy, Madison, WI.

Pollan, M. 2006. The Omnivore's Dilemma. Bloomsbury, London.

Zimmerer, K. S. 2010. "Biological Diversity in Agriculture and Global Change."Annual Review of Environmental Resources 35:137–66.



قاب ۱. ارقام سنتی کــه به آن‌ها ارقام بومی، ارقام کشاورزان یا ارقام عامیانه نیز گفته می‌شود، ارقامی زراعی هستند که اغلب واجد برخی از تغییرپذیری‌های ژنتیکی بوده اما همچنان یکپارچگی ژنتیکی خاصی دارند. کشاورزان ویژگی‌های یک رقم سنتی را تشخیص می‌دهند، ویژگی‌هایی را که می‌خواهند گزینش می‌کنند و معمولا روی آن یک نام می‌گذارند. سمت چپ بالا: ارقام سنتیِ برنج از نپال. بالا سمت راست: کشاورز مراکشی در حال جداسازی دانه‌های دو نوع باقلا. پایین سمت چپ: ارقام سنتی تارو که در یک کرت مشخص تنوع محلی در هیو، ویتنام کاشته شده‌اند. پایین سمت راست: زن بورکینابه‌ای در حال توصیف ارقام محلی ارزن مرواریدی خود. عکس‌ها از: ر. وودوهه[1] (بالا سمت چپ)، ب. استاپیت[2] (پایین سمت چپ)، د. جارویس[3] (پایین سمت راست و بالا سمت راست).

1. R. Vodouhe
2. B. Sthapit
3. D. Jarvis

"Copyright © 2016Bioversity International"
"CROP GENETIC DIVERSITY IN THE FIELD AND ON THE FARM: PRINCIPLES AND APPLICATIONS IN THE RESEARCH PRACTICES was originally published in English by Yale University Press in 2016 (ISBN 978-0-300-16112- 0). This translation is published by arrangement with Bioversity International."

فصل ۲

خاستگاه‌های کشاورزی، اهلی‌کردن محصول زراعی، و مراکز تنوع زیستی

مترجم: مبینا نورمحمدیان امیری
mobina@cenesta.org

در پایان این فصل خواننده به درکی از موضوعات زیر دست پیدا می‌کند:

- پیدایش کشاورزی و محصولات کشاورزی؛
- خصوصیات و صفات مرتبط با اهلی‌سازی؛
- فرآیندهای دخیل در اهلی کردن و تغییرات ژنتیکی حاصله؛
- مراکز تنوع گیاهان زراعی در سراسر جهان.

نیمه اول این فصل به مرور اجمالی خاستگاه‌های کشاورزی و منشاء اهلی‌سازی گیاهان زراعی، فرآیندهای دخیل در آن و تغییرات رخ داده در گونه‌هایی می‌پردازد که انسان‌ها برای اهلی کردن انتخاب کرده‌اند. تنوعی که امروز در گیاهان زراعی وجود دارد بازتاب فرآیندهای اهلی‌سازی و تاریخ کاشت گیاهان زراعی مختلف در گذر تغییر و توسعه جوامع بشری و جابجایی انسان‌ها در سراسر جهان است. تنوع محصولات در قسمت‌های معینی از جهان بسیار بالا است و غالبا این «مراکز تنوع[1]» با اهلی‌سازی[2] بسیاری از محصولات عمده کشاورزی و با سیر تکاملی انواع گسترده‌ای از گیاهان زراعی امروزی در ارتباط هستند.

1. Centers of diversity
2. Domestication

نیمه دوم این فصل از کتاب به شناسایی این مراکز تنوع خواهد پرداخت و چگونگی ایجاد و گسترش این مفهوم را شرح خواهد داد. روند مداوم اهلی‌سازی و تکامل - و روش‌های در حال تغییر مدیریت محصول زراعی توسط کشاورزان، جوامع زراعی و جوامع بومی و محلی- همچنان بر الگوهای در حال تغییرِ تنوع گیاهان زراعی امروزی ما و در داخل و خارج از مراکز تنوع تاثیر می‌گذارد.

مباحث جامع در باب تکامل گیاهان زراعی و اهلی‌سازی را می‌توان در کارهای هریس و هیلمن (۱۹۸۹) و بارکر (۲۰۰۹)، و از منظر باستان‌شناختی در کار ویس و همکاران (۲۰۰۴) مشاهده و مطالعه نمود. برای مطالعه مباحث جدیدتر شامل اطلاعات به دست آمده از مطالعات مولکولی می‌توان به کارهای فولر (۲۰۰۷) در باب گیاهان زراعیِ دنیای کهن، پیکرزگیل (۲۰۰۷) در باب گیاهان زراعیِ دنیای جدید، برگر و همکاران (۲۰۰۸) و پوروگانان و فولر (۲۰۰۹) در باب روند اهلی‌سازی و میلر و گراس (۲۰۱۱) در باب تفاوت‌های اهلی‌سازی در محصولات یک‌ساله در مقایسه با محصولات چندساله را مطالعه کرد. شرح مسیرهای اهلی‌سازی[1] برای هر محصول را می‌توان در کارهای ساسر (۱۹۹۳) و اسمارت و سیموندز (۱۹۹۵) مطالعه نمود.

خاستگاه‌های کشاورزی و گیاهان زراعی

سوابق باستان‌شناختی نشان می‌دهد که انسان‌ها دست کم ۲۰ تا ۲۵ هزار سال پیش از غلات وحشی تغذیه می‌کردند (ویس و همکاران، ۲۰۰۴). انسان در حدود ۱۱ تا ۱۳ هزار سال پیش و طی دوران فراپارینه سنگی و نوسنگی کشت علوفه را آغاز کرد. در قاره آمریکا اهلی‌سازی کمی پس از ورود انسان‌ها، حداقل ۱۳ هزار سال قبل پدیدار شد. شواهد نشان می‌دهد که گروه‌های شکارچی-جمع‌آوری‌کننده[2] به طور مستقل و در ۲۴ منطقه مختلف جهان شروع به کشت گیاهان خوراکی کردند. در ۱۳ منطقه مختلفِ جهان، غلات در کانون توجه کشاورزان اولیه قرار داشتند (پروگانان و فولر، ۲۰۰۹).

1. Domestication pathways

۲. جامعه شکارچی- جمع‌آوری‌کننده جامعه‌ای است که اصلی‌ترین روش معیشت آن تغذیه مستقیم از گیاهان خوراکی و حیوانات حیات وحش است. این جامعه در جستجوی گیاه و در پی شکار حیوان است و تلاش مهمی در پدید آوردن کشتزار یا اهلی کردن حیوانات نمی‌کند. بیش از ۸۰ درصد از خوراک این جامعه از طریق جمع‌آوری فراهم می‌شود (مترجم).

طی چـند هزار سال بعد تعداد زیادی از گونه‌های مختلف در مناطق متنوعی از جهان مانند خاورمیانه (هلال حاصلخیز و جلگه رودخانه‌های دجله و فرات)، آمریکای میانه و کوه‌های آند مرکزی، غرب آفریقای زیرصحرا، فلات آفریقای شرقی و اتیوپی، مناطق مختلف کشور هند، گینه نو و والاسیا (اندونزی و گینه نو) و آسیای مرکزی اهلی شدند. خلاصه اطلاعات مربوط به گیـاهـان زراعی، مناطق اهلی‌سازی و تاریخ احتمالی اهلی‌سازی آن‌ها (در مواردی که مشخص باشد) در جدول ۲-۱ آورده شده است.

گندم تک‌دانه و دودانه (وحشی)، جو، باقلا، نخود فرنگی، نخود و عدس به همراه زیتون و انجیر در میان نخستین محصولاتی قرار دارند که در خاورمیانه اهلی شدند. در آسیا، ارزن دم روباهی در شمال چین اهلی شد، در حالی که برنج ژاپنی[1] در حوضه رودخانه یانگ تسه و احتمالا برنج هندی[2] در کشور هند اهلی شده بود. تاریخ اهلی‌سازی کدو و ذرت به ۷ تا ۱۰ هزار سال پیش درآمریکای میانه[3] بازمی‌گردد، در حالیکه لوبیا (*Phaseolus vulgaris*)، سیب‌زمینی شیرین، و سیب‌زمینی حدود ۸ هزار سال پیش در آمریکای جنوبی اهلی شده‌است و احتمالا لوبیای عروس (*Phaseolus lunatus*) وکدوی اکوادوری (*Cucurbita ecuadoriensis*) باید پیشتر (شاید ۱۰ هزار سال پیش) در این منطقه اهلی شده باشد.

در آفریقا که اهلی‌سازی بین ۵ تا ۳ هزار سال پیش اتفاق افتاده است، محصولاتی چون ارزن انگشتی (*Eleusine coracana*) ارزن مـرواریـدی (*Pennisetum glaucum*) و سـورگـوم (*Sorghum bicolor*) احتـمالا در حاشیـه جنوبی صـحرای آفریقا اهلی شـده‌اند (بارکر، ۲۰۰۹). برای مردم آفریقا، کدو قلیانی (*Lagenaria siceraria*) بیشتر یک محصول کاربردی است تا محصول غذایی و این رقم احتمالا ۱۰ هزار سال پیش در این منطقه اهلی شده باشد. مدارک باستان‌شناسی حاکی از آن است که کدو قلیانی در اواخر دوران پلیستوسن از آسیا به آمریکا برده شده است (اریکسون، ۲۰۰۶) و این امر نشان می‌دهد که این کدو از نخستین محصولاتی است که اهلی شده است (زدر، ۲۰۰۶).

1. Japonica rice
2. Indica rice
3. Mesoamerica

جدول ۲-۱. مکان و زمان اهلی شدن برخی از ریشه‌ها و بذرهای مهم. برگرفته از پوروگانان و فولر (۲۰۰۹) و میلر و گراس (۲۰۱۱)

منطقه	نام محصول		تاریخ اهلی کردن (سال پیش)
شمال شرق آمریکا	*Chenopodium berlandieri*		۴۰۰۰-۴۵۰۰
	Helianthus annuus	گل آفتاب‌گردان	۴۰۰۰
آمریکای میانه	*Cucurbita pepo*	کدوی تخمه کاغذی	۱۰۰۰۰
	Zea mays	ذرت آردی	۲۵۰۰-۹۰۰۰
	Phaseolus vulgaris	لوبیا معمولی	
نواحی گرمسیری دشت‌های شمالی آمریکای جنوبی	*Manihot esculenta*	مانیوک یا کاساو	۶۰۰۰
	Cucurbita moschata	کدو حلوایی	۸۰۰۰-۹۰۰۰
	Ipomoea batatas	سیب‌زمینی شیرین	۴۰۰۰
	Arachis hypogaea	بادام زمینی	۸۵۰۰
منطقه آند	*Chenopodium quinoa*	کینوآ	۵۰۰۰
	Solanum tuberosum	سیب‌زمینی	۸۰۰۰
	Oxalis tuberosa	ترشک صورتی	۳۰۰۰
	Phaseolus lunatus	لوبیا عروس	۵۰۰۰
	Phaseolus vulgaris	لوبیا	۴۰۰۰
آفریقای غربی	*Pennisetum glaucum*	ارزن مرواریدی	۴۵۰۰
	Vigna unguiculate	لوبیا چشم‌بلبلی	۳۷۰۰
	Oryza glaberrima	برنج آفریقایی	<۳۰۰۰
	Dioscorea rotunda	سیب‌زمینی شیرین هندی	نامشخص
آفریقای سودانی شرقی	*Sorghum bicolor*	سورگوم بیکالر	>۴۰۰۰
زمین‌های مرتفع آفریقای شرقی	*Eragrostes tef*	دانه تف	؟۴۰۰۰
	Eleusine corocana	ارزن انگشتی	
خاور نزدیک	*Triticum* spp.	گندم دوروم/ گندم نان	۱۰۰۰۰-۱۳۰۰۰
	Hordeum vulgare	جو	
	Lens culinaris	عدس	
	Pisum sativum	نخود فرنگی	
	Cicer arientinum	نخود	
	Vicia faba	باقلا	
آسیای میانه	*Malus domestica*	سیب	
	Pyrus communis	گلابی	
هند	*Vigna mungo*	ماش سیاه	۵۰۰۰
	Vigna radiate	ماش	
	Oryza sativa ssp. *indica*	برنج	۴۵۰۰-۸۵۰۰
چین	*Setaria italica*	ارزن دم‌روباهی	۸۰۰۰
	Glycine max	دانه سویا	؟۴۵۰۰
	Oryza sativa ssp. *Japonica*	برنج	۶۰۰۰-۹۰۰۰
	Colocasia	تارو	نا معلوم
	Prunnus persica	هلو	؟۳۰۰۰
گینه نو و والاسه‌آ	*Colocasia esculenta*	تارو	۷۰۰۰
	Dioscorea esculenta	یام	
	Musa acuminate	موز	

تغییرات مرتبط با اهلی‌سازی

تعداد محدودی از خانواده گیاهان، گونه‌های اهلی ما را تشکیل می‌دهند. گندمیان[1] (غلات و نیشکر)، باقلائیان[2] (حبوبات)، بادنجانیان[3] (سیب زمینی، گوجه، و فلفل)، کدوئیان[4] (کدو، خیار، خربزه، کدو قلیانی)، چتریان[5] (سبزیجات، گیاهان دارویی و ادویه‌ها)، شب‌بوئیان[6] (سبزیجات، و دانه‌های روغنی)، گل سرخیان[7] (درختان میوه معتدل)، و نخلیان[8] (نارگیل و نخل روغنی) از مهم‌ترین گونه‌های اهلی شده به شمار می‌آیند. در بین این خانواده‌ها برخی از جنس‌ها اعم از پیاز[9] (سیر و پیاز)، کلم‌ها[10] (دانه‌های روغنی و سبزی‌های مختلف از خانواده کلم)، لوبیا[11] (لوبیاهای مختلف)، تمیس[12] (یام) و گیاه پنبه[13] (پنبه) از اهمیتی ویژه برخوردارند.

انسان از طریق فرآیند انتخابیِ اهلی کردن، با استفاده از گونه‌های گیاهی و جانوری سبب ایجاد تغییرات ریخت‌شناختی و فیزیولوژیک در آن‌ها می‌شود، تغییراتی که گونه‌های اهلی امروزی را از اجداد و خانواده‌های وحشی خود متمایز می‌کند (هریکاک، ۲۰۰۴؛ پروگانان و فولر، ۲۰۰۹). با پرده برداشتن از تاریخ اهلی‌سازیِ گیاهان زراعی می‌توان شواهد باستان‌شناختی و تاریخی را به مطالعات انجام گرفته در باب علم ژنتیک و بیان ژن، الگوهای کنونیِ پراکنش و شیوه‌های کاربرد و مصرف گیاهان زراعی در جوامع مختلف پیوند زد.

اهلی‌سازی، گونه‌های زراعی را با کشت انسانی سازگار کرده است. انتخاب صفات که از اجزای فرآیند اهلی‌سازی است باعث می‌شود بذر با موفقیت جوانه بزند و در محیط‌های مدیریت شده و آشفته رشد کند. این صفات برداشت یک محصول زراعی خاص را آسان‌تر کرده، میزان محصول را افزایش داده و آن را در دسترس قرار داده است (برای مثال دانه، میوه، اجزای گل، برگ، ساقه، ریشه، و غده). انتخاب آگاهانه صفات

1. Gramineae
2. Leguminosae
3. Solanaceae
4. Cucurbitaceae
5. Umbelliferae
6. Cruciferae
7. Rosaceae
8. Palmae
9. *Allium*
10. *Brassica*
11. *Phaseolus*
12. *Dioscorea*
13. *Gossypium*

مطلوب و انتخاب ناخودآگاه (تصادفی) ویژگی‌های مرتبط با عملیات کاشت و برداشت (یعنی محیط متغیر اگرواکولوژیکِ رشد گیاهان) در ذیل فرآیند اهلی‌سازی قرار می‌گیرد. فرآیند اهلی‌سازی تا به امروز ادامه دارد. این اتفاق به ویژه در مناطقی رخ می‌دهد که کشاورزان همچنان گیاهان وحشی را وارد نظام‌های تولید کشاورزی خود می‌کنند.

کاهش ریزش دانه (پراکنش بذرها به هنگام بلوغ) و افزایش اندازه دانه در زمره تغییرات رایجی است که همراه با اهلی‌سازی غلاتی مانند گندم، جو، برنج، ارزن و سورگوم ایجاد شده است. در میان سایر مزایای اهلی‌سازی می‌توان از عدم خواب بذر[1] (که سبب جوانه‌زنی یکنواخت‌تر پس از کاشت می‌شود)، پنجه‌زنی یکسان، عادت رشد محدود و بلوغ یکنواخت‌تر نام برد. به همراه این تغییرات در ذرت نیز پنجه‌زنی گیاه کاهش یافت تا یک تک ساقه بزرگ شکل گیرد و از شمار گل‌آذین‌های نر و ماده کاسته شد. در حبوباتی مانند لوبیا، عدس، نخود، سویا و باقلا نیز تغییراتی مشابه همچون رسیدگی بیشتر غلاف، افزایش اندازه دانه و نمود رشد محدود[2] ایجاد شد. اگرچه فرآیند اهلی‌سازی در برخی از دانه‌های روغنی به بلوغ نرسیده است، بذرهای محصولاتی مانند آفتابگردان و کلزا که دارای ویژگی‌های مشابه ذکر شده در بالا بودند مورد توجه بیشتری قرار گرفتند. برای مثال ریزش غلاف در کنجد مشکلی شایع است و در انواع ارقام سنتی کلزا نیز گاهی مشکل ایجاد می‌کند.

در محصولاتی مانند کاساوا، سیب زمینی هندی[3]، سیب‌زمینی شیرین و سیب‌زمینی، اهلی‌سازی به افزایش چشمگیر اندازه ریشه یا غده ذخیره‌سازی منجر شده است. چنین انتخاب‌هایی سبب از میان رفتن بخشی یا تمام توان تولید بذر در این گیاهان زراعی شده و تکثیر رویشی به روندی غالب تبدیل شده است. افزایش چشمگیر در اندازه اندام خاص محصول که به مصرف انسان می‌رسد را باید ویژگی اکثر سبزیجات اهلی شده مانند پیاز، برگ‌های کاهو و کلم، جوانه گل نابالغ در گل کلم و میوه‌های کدو مسما، فلفل، گوجه، بادنجان، بامیه، موز و نیز درخت‌های میوه چند ساله نظیر سیب، گلابی، زیتون، خرما، انبه، آووکادو و بسیاری از میوه‌های دیگر به شمار آورد. در جدول ۲-۲ ویژگی‌های مرتبط با اهلی‌سازی فهرست شده است و جدول ۲-۳ نمونه‌هایی از گیاهان زراعی و تغییرات رخداده در آن‌ها را ارائه می‌دهد.

1. Seed dormancy
2. Determinate growth habit
3. Yam

جدول ۲-۲. ویژگی‌هایی مرتبط با اهلی کردن

ویژگی‌هایی که عموما با اهلی شدن مرتبط است.
افزایش تولید
دانه‌ها و میوه‌های بزرگتر
جوانه‌زنیِ سریع‌تر و یکنواخت‌تر
جوانه‌زنی در عمق بیشتری از خاک
رسیدن یکنواخت‌تر
میوه‌ها و بذرهایی که از بین نمی‌روند.
خود گرده‌افشانی
گرایش به یک‌ساله بودن و ایجاد چرخه تولید سالانه
افزایش خوش‌خوراکی[1]
تغییرات رنگ
از دست دادن ساختارهای دفاعی
افزایش سازگاری محلی
افزایش تنوع پیرامون صفات کارکردهای مهم

با بررسی تاریخچه تنوع زیستی گیاهان زراعی و ردگیری آن در بعضی از محصولات می‌توان به یک مکان واحد رسید که در این مکان و طی فرآیندی واحد، شجره‌ای[2] واحد به وجود آمده است که با دنبال کردن آن نیز می‌توان به یک خط ژنی[3] واحد رسید. به نظر این امر در مورد ذرت، آفتابگردان و گندم تک دانه نیز صادق است، اگر چه ممکن است به دلیل از بین رفتن دیگر شجره‌ها و جایگزینی آن‌ها با شجره‌ای دیگر این محصولات بیش از یک بار اهلی شده باشند. بنابر تحلیل‌های مولکولیِ اخیر ممکن است این امر در برنج نیز اتفاق افتاده باشد (مولینا و همکاران، ۲۰۱۱). در مورد لوبیا و کدو مسما دست‌کم دو شجره مجزا را می‌توان شناسایی کرد که نشان می‌دهد این دو محصول در مکان‌های مختلف اهلی شده است (برای اهلی کردن لوبیا چیتی بـه کادر ۲-۱ بنگرید). در برخی از محصولات عمده مانند گندم تتراپلوئید و جو تعداد دفعات اهلی‌سازی نامشخص است (برگر و همکاران، ۲۰۰۸). احتمالا حتی در مواقعی که گیاهان زراعی سرانجام میان خود و نیای وحشی خود موانع تولیدمثلی ایجاد کرده‌اند، طی دوره‌هایی طولانی جریان ژنی میان هر دو گونه اتفاق می‌افتاده است. در بسیاری از محصولات به ویژه درختان میوه، اهلی‌سازی در چند جا (اغلب در مناطق جغرافیایی مختلف) و با پیشینه پیچیده‌ای از هیبریداسیون و انتخاب انواع جدید توسط جوامع انسانی مختلف اتفاق افتاده است.

1. Palatability
2. Lineage
3. Gene line

جدول ۲-۳. تغییرات مرتبط با اهلی کردن و مثال‌هایی از تغییرات رخ داده در محصولات یک‌ساله و چندساله و جاهایی که این تغییرات اتفاق افتاده است. برگرفته از میلر و گراس (۲۰۱۱)

صفت	حالت وحشی (نیایی)	حالت اهلی‌شده (مشتق)	نمونه محصولات یک‌ساله	نمونه محصولات چندساله
نظام به‌نژادی	گیاهانی از جنس‌های مختلف	خود گشنی	برنج، باقلا	بادام، انگور، پاپایا، آلو
	گیاه دوجنسی	چند ریختی جنسی، گیاه تک‌پایه، هرمافرودیت یا دو جنسی		فلفل سیاه، انگور، خرنوب
نحوه تولید مثل	جنسی	فاقد خاصیت جنسی، توسط بکرزایی (پارتنوکارپی)		انجیر، آلو قرمز، موز، پسته، گلابی
		فاقد خاصیت جنسی، توسط جنین‌زایی نابجا یا نوسلار		خانواده مرکبات
		فاقد خاصیت جنسی، تکثیر توسط انسان‌ها (پیوند، لایه‌بندی و قلمه‌زنی)		تقریبا ۷۵ درصد از اهلی‌سازی همه ساله
		فاقد خاصیت جنسی، از طریق ریشه یا غده‌های غیرجنسی	کاساوا، یام، سیب زمینی، سیب زمینی شیرین	
گل‌آوری	گل‌های عقیم	گل‌های عقیم بارور می‌شوند.	غلات	
	مقدار کم	زیاد	گندم، جو، برنج	
	ریزش	بدون ریزش	غلات، آفتاب‌گردان، حبوبات	
بذرها	اندازه کوچکتر	اندازه بزرگتر	بیشتر حبوبات، آفتاب‌گردان، بقولات	
	مجموعه کمتر	مجموعه دانه بیشتر	الیاف کتان	
	سمی‌تر بودن	کمتر سمی بودن	کدو	بادام
	محتوای روغن کم	محتوای روغن زیاد	الیاف کتان، آفتاب‌گردان	گل میخک
	خفتگی بالا	خفتگی پایین	حبوبات، برنج	پولاسکیا (کاکتوس)
میوه‌ها	میوه‌های نسبتا همگن	اندازه و شکل	نخود فرنگی، گوجه فرنگی، فلفل تند	سیب
	اندازه کوچکتر	اندازه بزرگتر	حبوبات، گوجه فرنگی	بیشتر محصولات میوه‌ایی، زیتون، خرما، انگور، انار، سیب، آلو، انبه، موز
	محتوای روغن‌کم	محتوای روغن زیاد		زیتون
	شکوفایی	ناشکوفا	حبوبات	کاپوک
ضخامت پوسته	ضخیم	نازک		گردو آمریکایی، بادام
	باریک	ضخیم		کدو قلیانی
فرم رشد	خاردار	بدون خار	بادمجان	
ساختار دفاعی				
	چندساله	یک‌ساله	گوجه، بادمجان، فلفل تند	
	رشد نامحدود	رشد محدود	حبوبات، آفتاب گردان، سویا	
	بزرگ	پاکوتاه		آواکادو، نارگیل، پاپایا، سیب، گیلاس، هلو، گلابی، آلو، مرکبات
سطح پلوئیدی	دیپلوئید	چند پلوئیدی یا چند کروموزومی	گندم دوروم و نان، بادام زمینی	کیوی، درخت نان، آلبالو

کادر ۲-۱. مسیرهای اهلی‌سازی گیاهان زراعی مختلف

الف) سورگوم (*Sorghum bicolor*)

به نظر می‌رسد که مردمان شکارچی-جمع‌آوری‌کننده از ۱۰ هزار سال پیش سورگوم مصرف می‌کردند و خاستگاه اهلی‌سازی این محصول اتیوپی و کشورهای اطراف آن بوده است. اما ممکن است اهلی‌سازی سورگوم در شماری از نقاط مختلفِ سراسر آفریقا از جمله غرب آفریقا و ساوانای آفریقای مرکزی رخ داده باشد. به نظر می‌رسد انتخاب درهم گسیخته[1] سبب توسعه نژادها مختلف و ارقام بی‌شماری در مناطق مختلف آفریقا بوده است. گویا سورگوم حدود ۳۰۰۰ تا ۳۵۰۰ سال پیش به هند و سپس به خاورمیانه و آسیای شرقی رسیده است. اهلی‌سازی با انتخاب دانه‌های درشت‌تر و مقاوم‌تر در برابر ریزش خوشه‌های پربارتر همراه بوده است. هارلان و دیوِت (۱۹۷۱) پنج نژاد اصلی سورگوم کشت‌شده را به لحاظ ریخت‌شناختی دسته‌بندی کرده‌اند: ۱) سورگوم دو رنگ که به طور گسترده در ساوانای آفریقا و آسیا پراکنده است؛ ۲) کاداتوم که در سودان مرکزی و مناطق اطراف آن یافت شده است؛ ۳) گینه، که هم در آفریقای شرقی و هم درآفریقای غربی رشد می‌کند؛ ۴) دورا که نخست در عربستان و آسیای صغیر یافت شد و ۵) کفیر که عمدتا در جنوب آفریقا کشت می‌شود. جایگاه صفات کمّیِ[2] اهلی‌سازی در سورگوم شناسایی شده و ژنوم آن به شماری از مناطق مختلف ارتباط دارد (هانکوک، ۲۰۰۴؛ اسمارت و سیمونز، ۱۹۹۵).

ب) لوبیا (*Phaseolus vulgaris*)

لوبیای وحشی دارای پراکنش گسترده‌ای در قاره آمریکا، از مکزیک تا آمریکای مرکزی و در جنوب در امتداد کوه‌های آند تا پرو، بولیوی و آرژانتین است. جمعیت‌های شمالی لوبیای وحشی که به مکزیک و آمریکای مرکزی تعلق دارند به لحاظ ژنتیکی و ریخت‌شناختی از جمعیت‌های متعلق به حدود گونه‌ایِ جنوب قاره متمایزند و نشان می‌دهند که جدایی تولید مثلی به صورت ناقص انجام شده است. بقایا و آثار کشت لوبیا به خوبی حفظ نشده و از اینرو ایجاد سابقه باستان‌شناختی را با پیچیدگی مواجه می‌سازد، اما سوابق باستان‌شناختیِ حدود ۲۵۰۰ ساله از انواع کشت‌شده لوبیا در آمریکای میانه در دست است، در حالی که بقایای لوبیای کشف‌شده در محوطه‌های باستان‌شناسی در آمریکای جنوبی به طور قابل توجهی قدیمی‌تر است و قدمت آن را به ۴۴۰۰ سال پیش می‌رساند.

مطالعه بر روی پروتئین‌های ذخیره‌ای بذر و چند شکلی DNA نشان می‌دهد به جای اینکه لوبیا یک بار در آمریکای جنوبی اهلی شده باشد و سپس به سمت شمال و به مکزیک رسیده باشد، بصورت جداگانه حداقل یک بار در دو منطقه آمریکای میانه و آند اهلی شده است (و به احتمال زیاد در منطقه آند در جنوب پرو). این امر در الگوهای فعلی تنوعِ مناطق و جدایی تولید مثلی ناقصِ خزانه ژنیِ لوبیای کشت‌شده در آمریکای میانه

1. Disruptive selection
2. QTL (Quantitative Trait Loci)

و لوبیای کشت‌شده در منطقه آند بازتاب یافته است (گپس، ۱۹۹۸؛ کاپلان و لینچ، ۱۹۹۹؛ چاکون و همکاران، ۲۰۰۵).

ج) موز (*musq* spp.)

بیشتر موزهای خوراکی به بخش *Eu-musa* از جنس موز *Musa* تعلق دارند و یا به تنهایی هیبریدهایی دیپلوئید یا تریپلوئید از *Musa acuminata* (ژنوم–A) هستند و یا از هیبریداسیون با*Musa balbisiana* (ژنوم–B) ایجاد شده‌اند. یک گروه کوچک، از جمله موزهای Fe'i به منطقه اقیانوس آرام محدود بوده و از گونه *Australimusa* مشتق شده است. به نظر می‌رسد که مردم جنوب شرق آسیا و جزایر ملانزی در مراحل آغازین اهلی کردن موز از هیبریداسیون زیرگونه‌های *M. acuminata* که در انزوای جغرافیایی قرار داشتند، بهره برده‌اند. شواهد گیاه باستان‌شناختی نشان می‌دهد که این اتفاق در حدود ۶۴۴۰–۶۹۵۰ سال پیش رخ داده است. دیپلوئیدهای بکرزایانه[1] داخلیِ *M. balbisiana* و*M. acuminata* ناشی از جابجایی گونه‌های اصطلاحا نیمه‌اهلی[2] به خارج از محدوده‌شان و هیبریداسیون با گونه‌های محلی بوده است. شواهد زبان‌شناختی و دیـگر شـواهد نشان می‌دهد که دست‌کم، سه منطقه تماس متفاوت وجود داشته است: ۱) گینه نو و جاوا ۲) گینه نو و فیلیپین و ۳) میان جزایر فیلیپین، بورنئو و سرزمین اصلی جنوب شرقی آسیا. موزهای تریپلوئید با ژنوم‌های AAA، AAB یا ABB به طور مستقل در این مناطقِ تماس به وجود آمدند.

از میان بسیاری از زیر گروه‌های تریپلوئیدی سه مورد قابل توجه است چرا که تا حد زیادی دور از منطقه نسلی خود کشت می‌شوند: موز آفریقاییِ AAA «ماتوکه»[3]، موز AAB «پلانتین آفریقایی» و موز AAB «پلانتین اقیانوس آرام». قدمت هر زیرگروه به واسطه دو مدرک تایید می‌شود: الف) شمار بسیار وسیع مورفوتیپ‌های کشت شده که نشانگر دوره‌ای طولانی از تنوع سوماکلونال است و ب) فیتولیت‌های گیاه موز در آفریقای مرکزی که قدمتش به ۲۵۰۰ سال پیش می‌رسد (زِدر و همکاران، ۲۰۰۶ ؛ پریرا و همکاران، ۲۰۱۱).

غالبا اهلی‌سازی با تغییراتی در زیست‌شناسیِ تولیدمثل محصول زراعی همراه است که آن را از اجداد وحشی خود متمایز می‌کند. بسیاری از گـیـاهـان زراعی مانند برنج، گوجه فرنگی و دانه‌های روغنیِ کلم راپای دیپلوئید، خودبارورند[4] در حالی که اجداد وحشی آن‌ها و گونه‌های وحشی مرتبط با آن جنس برون‌زادآور[5] هستند. این مورد درتعدادی ازمحصولات مهم میوه و میوه‌های مغزدار مانند بادام، انگور و پاپایا[6]

1. Parthenocarpic

۲- بکرزایانه (Cultiwild) اصطلاحی برای نامیدن گونه‌های گیاهی که هنوز اهلی نشده است اما انسان برای مصارف غذایی آن‌ها را با خود جابجا می‌کند (مترجم).

3. Mutika Lu-jugira
4. Self-fertile
5. Outbreeder

۶. خربزه درختی

نیز وجود دارد. در محصولات ریشه‌ای و غده‌ای مانند یام، کاساوا و سیب زمینی تولید بذر غالبا کاهش یافته و یا کم‌وبیش به‌طور کامل مغلوب شده است. موزهای اهلی تقریبا هرگز بذر تولید نمی‌کنند که این امر اصلاح محصول و تولید ارقام جدید را به شدت دشوار می‌سازد. موانع ناباروری می‌تواند کامل یا جزیی باشد و به نظر می‌رسد طی نسل‌ها و از طریق سازوکارهای مختلفی از جمله جداسازی فیزیکی، تغییرات در زمان گلدهی و تغییرات سلول‌شناختی همچون تغییر در سطوح پلوئیدی و بازترتیب‌های درون‌کروموزومی که مانع جفت شدن موفق در میوز می‌شود ایجاد شده باشد.

از هر پنج محصول زراعی چهار محصول، اتوپلی پلوئید[۱] و یا آمفی‌دیپلوئید[۲] و یا هردو هستند (هانکوک ۲۰۰۴) که این امر می‌توانسته با فراهم آوردن سازوکار جداسازی، مزایای دیگری همچون اندازه بزرگتر محصول را برای انسان به ارمغان آورد. از میان نمونه‌های کلاسیکِ تاثیر شگرف آمفی‌پلوئیدی در گیاهان زراعی می‌توان به مجموعه کلم‌سانان اشاره کرد که سه گونه محصول آمفی‌دیپلوئید (خردل کارناتا، خردل چینی و کلزا) در نتیجه هیبریداسیون بین سه گونه دیپلوئیدی به وجود آمده است.

گیاهان زراعی اهلی عموما تنها بخش محدودی از تنوع موجود در گونه‌های با نسب مشترک یا اقوام وحشی خود را شامل می‌شوند. غالبا این امر یا از یک فرآیند اهلی‌سازی واحد، مثلا در گندم یا عدس و یا تعداد محدودی از فرآیندها، مثلا در لوبیا ناشی شده است. این اتفاق در مکان‌های خاصی رخ داده است و بخش محدودی از کل خزانه ژنیِ گونه‌های واجد نسب مشترک را در بر می‌گیرد. این اثرِ بنیانگذار[۳] سبب بروز تنگنای ژنتیکی[۴] شده است. بنابراین در مورد گندم به نظر می‌رسد که گندم نان هگزاپلوئید تقریبا نیمی از تنوع نوکلئوتیدیِ یافت شده در نیایِ تتراپلوئید وحشی را در بر می‌گیرد، در حالیکه گندم دوروم (که آن هم گونه تتراپلوئید به شمار می‌آید) حتی از گندم نان نیز دارای تنوع کمتری است.

بسیاری از درختان میوه چند ساله تنگناهای ژنتیکی کمتری را تجربه کرده‌اند و در مقایسه با گیاهان

---

۱. در اتوپلی‌پلوئیدی (Autopolyploidy) همه کروموزوم‌ها از یک گونه هستند. اتوپلی‌پلوئیدی وضعیتی است که در آن ژنوم‌های موجود به‌طور کامل مشابه هستند و کروموزوم‌های این افراد کاملاً با هم همولوگ هستند. برخی گیاهان مانند سیب‌زمینی و موز اتوپلوئید هستند و به‌نژادگران گیاهی برای بهبود ویژگی‌های گیاهان از اتوپلوئیدی استفاده می‌کنند (مترجم).

۲. آمفی‌دیپلوئید (Amphidiploid) ترکیبی بین گونه‌ای که دارای کروموزوم دیپلوئید کامل از هر شکل والد است. تریتیکاله نتیجه تلاقی بین دو جنس گیاهی تریتیکوم (گندم) و سکاله (چاودار) و در واقع آمفی‌دیپلوئید هیبرید عقیم جنس گندم (به عنوان پایه مادری) و جنس چاودار (به عنوان والد پدری) است (مترجم).

۳. در مباحث مربوط به ژنتیک جمعیت‌ها، به کاهش تنوع ژنتیکی که در اثر ایجاد یک جمعیت جدید توسط شمار اندکی از افراد یک جمعیت بزرگ رخ می‌دهد، اثر بنیانگذار (Founder effect) می‌گویند (مترجم).

۴. تنگنای ژنتیکی (Genetic bottleneck) زمانی اتفاق می‌افتد که جمعیت بسیار کاهش می‌یابد و تنوع ژنتیکی گونه‌ها را محدود می‌کند (مترجم).

زراعیِ یک‌ساله اغلب سهم بیشتری از تغییرات ژنتیکی موجود در نیای وحشی خود را حفظ کرده‌اند (میلر و گروس، ۲۰۰۱). مژکی (رامبوتان) و ترگیل (مانگوستین) را باید استثنایی در این قاعده کلی به حساب آورد. اکثر محصولات میوه چند ساله واجد دوره‌های نسلی[1] طولانی هستند و از طریق کلونال تکثیر شده‌اند. چنانکه در مورد ارقام اروپایی سیب و گلابی کـه خاستگاه آن‌ها سده‌های ۱۸ و ۱۹ میلادی است، دیده می‌شود یک نوع مطلوب می‌تواند در طی بیش از چند صد سال حفظ شود.

یکـی از پیـامدهای تنگنای ژنتیکیِ رخ داده در حین اهلی‌سازی این است که ژن‌های مفید هنـوز در گونه‌های وحشیِ گـیـاهـان زراعی باقی مانده است. طی ۵۰ سال گذشته علاقه به استفاده از بستگان وحشی، به ویژه نزدیـکـترین بسـتگان کـه غالبـا گونه نیاییِ گـیـاهـان زراعی به شمار می‌روند، در جهـت اصلاح گـیـاهـان زراعی افزایش یافته است. این بستگان وحشی به عنوان منبع ژن‌های مقاومت در برابر بیماری بسیار ارزشمند هستند. به عنوان مثال برای ایجاد مقاومت به بیماری در گوجه فرنگی از بیش از ۳۵ ژن مقاومت به بیـماری اسـتفاده شـده کـه در گونه‌های وحشی *Lycopersicon* یافت می‌شود (بای و لیندهوت، ۲۰۰۷). ژن‌های خویشاوندان وحـشی کـه در برنج وحشی *Oryza rupifogon* یافـت شده، تحـمل گـیـاهـان زراعی را نسبت به تنش‌های غیرزنده افزایش داده است و ژن‌هایی را تقویت کرده که موجب بهبود عملکرد محصول می‌شـود کـه این ژن‌ها به محصول برنج منتقل شـده اسـت. از آنجا که بسیاری از گـیـاهـان زراعی با خویشاوندان وحشی خـود در حال باروری متقابلند[2]، فرصت‌هایی جـهت بـروز صفات جدید و تداوم اهلی‌سازی در طول سده‌ها بر جای مانده است. حتی امروزه ممکن است کشاورزان اجازه دهند که ارقام حاصل از چنین تلاقی‌هایی در ارقام تحت کشت باقی بماند (جارویس و هاجکین، ۱۹۹۹) یا چنانکه در مورد محصول یَم در غرب آفریقا دیده می‌شود از آن‌ها برای انتخاب مواد ژنتیکی لازم برای ایجاد محصولات اهلی جدید بهره برند (اسکارچلی و همکاران، ۲۰۰۶).

با وجود اینکه اهلی‌سـازی عـموما از کل تنـوع زیـستی موجود در گـیـاهـان زراعی (در مقایسه با تنوع نیای وحشی گونه‌ها) کاسته اسـت، اما باعث شـده که تنوع برخی از ویـژگی‌های خاص افزایش یابد. گـیـاهـان زراعی علاوه بـر اینـکه به مناطق تولیـد جدید گـسترش می‌یافـتند، همزمان با محیط‌های اگرواکولوژیک مختلف نیز سازگار می‌شدند. به نظر می‌رسد که گندم، جو، عدس و نخودفرنگی پس از خروج از هلال حاصلخیز به طور نسبتا سریع به سمت شرق (به پاکستان) و غرب (یونان و غرب مدیترانه) گسترش یافتند. گسترش این گـیـاهـان زراعی به سـوی شمال و فراتر از شبـه جزیره بالکان مـستلزم آن بود

1. Generation time
2. Inter-fertilization

که این محصولات با محیط‌های تولید زراعی سردتر و طول روزهای متفاوت سازگاری یابند. در غلات این امر مستلزم واکنش بهاره‌سازی و به وجود آمدن انواع ارقام روز خنثی[1] بود. محصولاتی مانند عدس و نخود با محیط‌های تازه سازگار نشدند و در اقلیم‌های گرمتر باقی ماندند، در حالی که جو، گندم، نخود فرنگی و باقلا به خوبی با شرایط جدید سازگاری یافتند (پوروگانان و فولر، ۲۰۰۹).

اهلی‌سازی حاصلِ انتخاب انسان است. در توسعه طیف گسترده‌ای از انواع اهلی‌شده‌ای که امروزه در بسیاری از محصولات کشاورزی یافت می‌شود، ترجیحات فرهنگی و اجتماعی مردم عاملی کانونی به شمار می‌رود. در برخی از بخش‌های اروپا و به دلیل ترجیحات مردم محلی، کشت ارقام جو پوشینه‌دار (معمولی) در مقایسه با جوهای بدون پوشینه، دو ردیفه و شش ردیفه برای مدت طولانی از برتری برخوردار بوده است. از مثال‌های دیگرِ انتخاب فرهنگی مرتبط با ترجیحات غذای محلی که مشخصه طیفی از گیاهان زراعی هستند می‌توان از انتخاب نوع ذرت قابل بو دادن و دارای نشاسته (مکزیک)، صفات برنج معطر مرتبط با رقم باسماتی (هند)، برنج معطر یاس (تایلندی) و نمونه‌های متنوع دیگر از گزینش در جهت کاهش سطح آمیلاز موجود در نشاسته غله نام برد که باعث ایجاد صفتِ چسبندگی در ارقام مدرنِ حداقل هشت گونه از مختلف غلات می‌شود (ساکاموتو، ۱۹۹۶).

در طول زمان و در مواقعی که محصول زراعی برای مصارف مختلف به کار می‌رفته، بسته به نوع مصرف صفات خاص آن محصول مورد توجه کشاورزان قرار می‌گرفته است و در غالبا کشاورز به منظور تشخیص و نامگذاری یک رقم خاص، صفات قابل مشاهده یک گیاه زراعی را انتخاب می‌کرده است. (به فصل ۵ رجوع شود). ترجیح شیرینی در انتخاب انواع ارقامِ سورگوم، ترجیح اندازه، شکل و ویژگی‌های بلوغ انواع مختلف سیب، گلابی و سایر میوه‌ها و اشکال مختلف سیب زمینی مثال‌هایی از گزینش ارقام مختلف یک محصول زراعی بر اساس ویژگی‌های خاص است. شماری از گونه‌های سبزیجات باعث پیدایش بسیاری از گیاهان زراعی در مناطق مختلف جهان شده است که می‌توان گونه‌های مختلف کلم‌ها (*Brassica*) را نمونه بارز آن دانست. در اروپا و در نتیجه انتخاب برگ، ساقه، جوانه جانبی و ویژگی‌های گل از سوی انسان، دست‌کم ۱۰ نوع محصول زراعی مختلف از کلم وحشی پدیده آمده است که از آن جمله می‌توان به کلم برگ (کلم بنفش، کلم کیل مجعد، کلم کیل توسکانی)، کلم (پیچ، نوک تیز، ساوُی، بنفش)، کلم سبز، کلم بروکسل، بروکلی، گل کلم (سفید، سبز، کلم رومی) و کلم قمری اشاره کرد. در محصول خردل چینی نیز تنوع بسیار غنی و مشابه‌ای را می‌توان یافت.

---

۱. گیاهان روز–خنثی یا بی‌تفاوت (Day-neutral) گیاهانی هستند که به طول روز یا شب حساس نبوده و در هر طول روزی قرار بگیرند، گل می‌دهند (مترجم).

فرآیندهای اهلی‌سازی

حتی پیش از «انقلاب کشاورزی»، جوامع شکارچی-گردآورنده در قالب اجتماعاتی، چنانچه امروز نیز چنین می‌کنند، منظر محل زندگی و گیاهان و حیوانات ساکن در آن را مدیریت می‌کردند. دانش بومیِ منابع زیستی در میان این جوامع وجود داشته است (و هنوز هم وجود دارد). ین[1] (۱۹۸۹) چنین مدیریت محیطی را «اهلی‌سازی محیط‌زیست» نامیده است که هر دو جنبه تصادفی (تجمع زباله در اطراف مرکز سکونت که منجر به غنی‌سازی خاک و تغییر در پوشش گیاهی محلی شده است) و فعالیت‌های ارادی‌تر مانند کنترل سیلاب در کف دره، استفاده از آتش، و مدیریت پوشش گیاهیِ پیرامون منابع بسیار مهم (به ویژه درختان با ارزش یا گونه‌های گیاهی دارویی) را در بر می‌گیرد.

بحث و گفتگو حول رانه‌های[2] توسعه کشاورزی و اهلی‌سازی همچنان در جریان است. توسعه کشاورزی با افزایش جمعیت جهان و همچنین ایجاد و گسترش کشورها، شهرها و جامعه بیش از پیش طبقه‌بندی شده‌ای که در آن گروه‌های مختلف وظایف متفاوتی را بر عهده گرفتند، همزمان بود و از آن حمایت نیز کرد. (به عنوان مثال به ویسدورف، ۲۰۰۵ رجوع شود). ممکن است تغییر اقلیم -به ویژه دوره‌های خشک‌تر و گرم‌تر آن- نیز نقش مهمی به عنوان رانه اهلی‌سازی ایفا کرده باشد. احتمالا هر سه عامل (افزایش جمعیت، افزایش عرضه مواد غذایی حاصل از اهلی‌سازی و تغییر اقلیم) در همکاری با یکدیگر حلقه‌های بازخورد[3] را ایجاد کرده است.

برخی تحقیقات (به عنوان مثال هیلمن و دیویس، ۱۹۹۰) نشان داده است که اهلی‌سازی در مدت زمان نسبتا کوتاهی رخ داده است و فرآیند آن برای هر محصول زراعی می‌توانست نسبتا سریع باشد. این فرضیه اهلی‌سازی را به مثابه رویدادی می‌بینند که طی آن در طول بیش از چند (یا چند ده) نسل، یک محصول زراعی به واسطه اکتساب و حفظ چند جهش ژنتیکی کلیدی (مانند صفت عدم‌ریزش دانه در غلات) از یک گونه وحشی به چیزی قابل تشخیص به عنوان یک محصول زراعی تبدیل شده است.

با این حال شواهد باستان‌شناختی نشان می‌دهد که تغییر از «کاملا وحشی» به «کاملا اهلی» در مدت زمان نسبتا طولانی رخ داده است. در حالی که ممکن است مطالعات مدل‌سازی نشان دهد که عدم ریزش می‌توانسته در کمتر از ۱۰۰ سال تکامل یافته باشد، مطالعات باستان‌شناختی حاکی از آن است که تثبیت عدم ریزش در محور سنبله‌های جو حدود ۲۰۰۰ سال به طول انجامیده است. به طریق اولی صفت عدم ریزش دانه

1. Yen
2. Drivers
3. Feedback loops

در گندم و برنج نیز در طول دوره زمانی طولانی تکامل یافته است (پوروگانان و فولر، ۲۰۰۹).

به نظر می‌رسد تکامل اندازه بذر نیز مدت زمان طولانی به طول انجامیده باشد (اگرچه در برخی از نقاطِ هلال حاصلخیز این روند ۱۰۰۰–۵۰۰ سال به طول انجامیده، به طور قابل توجهی کمتر از تکامل عدم ریزش دانه زمان برده است). نتیجه مهم دیگری که از تحلیل‌های اخیر حاصل شده این است که اندازه بزرگ بذر به طور قابل توجهی پیش از توسعه «عدم ریزش دانه» بسط یافته است و بنابراین تکامل ویژگی‌های مختلفِ مرتبط با اهلی‌سازی غیرهمزمان رخ داده است (فولر، ۲۰۰۷). بر اساس نظر پوروگانان و فولر (۲۰۰۹)، سرعت افزایش اشکال اهلی‌شده جو، گندم و برنجِ بدون ریزش ممکن است با نرخی در حدود ۰٫۰۴ – ۰٫۰۳ درصد در سال رخ داده باشد که حاکی از فشار ضعیف انتخاب برای کسب این ویژگی است.

به سبب اینکه در مقایسه با دیگر نقاط جهان در خاورمیانه شواهد باستان‌شناختی بیشتری وجود دارد، مطالعه‌ها در زمینه اهلی‌سازی به تمرکز بر گیاهان زراعی عمده و به ویژه غلات عمده با خاستگاه خاورمیانه گرایش دارد. شواهدِ جدیدِ به دست آمده درباره گیاهان زراعی دیگری که خاستگاه آن‌ها سایر مناطق جهان بوده است نشان دهنده این موضوع است که روند اهلی‌سازی، بسیار متنوع‌تر از چیزی است که پیشتر تصور می‌شد.

مایر و همکارانش (۲۰۱۲) اطلاعات موجود در مورد اهلی‌سازیِ ۲۰۳ محصول خوراکیِ عمده و جزیی را مورد بررسی قرار دادند. بنابر استدلال این محققان هنگامیکه طیف وسیعی از گیاهان زراعی در نظر گرفته شود، بسیاری از ویژگی‌های «کلاسیک» (از جمله تغییرات در سطح پلوئیدی، از بین رفتن ریزش دانه، خاستگاه‌های متعدد) که در معدود محصولات عمده به چشم می‌خورد، در سایر محصولات کمتر شایع است. شاید این امر نشانگر تفاوت‌های موجود در مراتب اهلی‌سازی باشد، اما به ما یادآوری می‌کند که تعمیم دادن آن خالی از خطر نبوده و اینکه اهلی‌سازی روندی پویا است. همانطور که تحلیل شیوه جهش‌های ژنی و ژنوم پلوئیدی راه را برای اهلی‌سازی موفقیت‌آمیز ارقام مدرن گندم هموار کرد، ترکیب داده‌های باستان‌شناختی با اطلاعات حاصل از تحلیل‌های مولکولی نیز می‌تواند بر فرآیندهای اهلی کردنِ طیف وسیع‌تری از گیاهان زراعی نوری بتاباند (به مطلب دوبکوسکی و وراک (۲۰۰۷) رجوع شود).

جنبه‌های ژنتیکی اهلی‌سازی

مجموعه تغییرات به وجود آمده در ویژگی‌های بذرِ گونه‌های مختلف گیاهان زراعی در جریان اهلی‌سازی گاهی با عنوان «سندروم اهلی‌سازی[1]» نیز شناخته می‌شود (هَمر، ۱۹۸۴) و شناخت ژن‌های دخیل

1. Domestication syndrome

در کنترل این ویژگی‌ها برای بـــرای سال‌ها مورد توجه بسیاری از محقــقان بوده است. در جدول ۲-۴ ویژگی‌های اصلی دخیل در سندروم اهلی‌سازیِ دو محصول گندم و نخود فهرست شده است.

جدول ۲-۴. برخی از ویژگی‌های مرتبط با «سندروم اهلی‌سازی» در گندم و نخود. گندم از دوبکوفسکی و دووژاک (۲۰۰۷) و نخودفرنگی از ویدن (۲۰۰۷) گرفته شده است.

گندم	نخود فرنگی
از بین رفتن ریزش دانه	غلاف‌های ناشکوفا
از بین رفتن لکه‌های سخت	افزایش اندازه بذر
افزایش اندازه بذر	کاهش ارتفاع گیاه
کاهش تعداد پنجه	کاهش تعداد شاخه‌های پایه
رشد طولی بیشتر	روز خنثی
کاهش خواب بذر	کاهش خواب بذر

شماری از صفات مرتبط با اهلی‌سازی تنها توسط چند ژن کنترل می‌شود. عدم ریزش دانه در گیاه برنج تحت کنترل یک جایگاه کروموزومی است، درحالیکه برای این ویژگی در سورگوم، ارزن مرواریدی و جو دو جایگاه کروموزومی دخالت می‌کننـــد. ژن‌های دخیل در این نمونه‌ها جملگی مغلوب هستند. رشد محدود و نامحدود ذرت و لوبیا و نیز شاخه‌زنی در آفتابگردان و کنجد تحت کنترل یــک یا دو ژن است (هنکاک، ۲۰۰۴). حتی هنگامیکه گمان می‌رود صفات توسط تعداد بیشتری از ژن‌ها تنظیم می‌شوند، تحلیل جایگاه صفت کمی (QTL[1]) غالبا نشان داده است که اندکی از جایگاه‌های کروموزومی تاثیر عمده‌ای بر صفات مورد بررسی دارند (به عنوان مثال، در مورد لوبیا به کویناژ و همکاران، ۱۹۹۶ رجوع شود).

به لطف نقشه‌برداری با وضوح خوب، همتاسازی ژن[2] و سایر روش‌های مولکولی، ژن‌هایی که تغییر در صفات مختلف مرتبط با اهلی‌سازی را کنترل می‌کنند بیش از پیش قابل شناسایی هستند. تصویری بیش از پیش متنوع و پیچیده در حال ظهور است. به عنوان مثال، ویدن (۲۰۰۷) نتیجه گرفته است که علاوه بر چند جایگاه صفات کمّیِ نسبتا عمده، حداقل ۱۵ ژن شناخته شده در اهلی‌سازی نخود دخیل بوده است. این ژن‌ها

۱. جایگاه صفت کمی (Quantitative Trait Locus (QTL)) نوعی جایگاه کروموزومی (بخشی از DNA) است که با تنوع صفت کمی در فنوتیپ جمعیت جاندار ارتباط دارد. QTLها با مشخص کردن نشانگرهای مولکولی مانند SNPها یا AFLPها، با یک ویژگی مشاهده شده، نقشه‌برداری می‌شوند. این بیشتر نوعی گام اولیه در شناسایی و تعیین توالی ژن‌های حقیقی است که باعث تنوع در صفات می‌شوند (مترجم).

2. Gene cloning

با ژن‌های دخیل در اهلی‌سازی باقلا متفاوت بود که نشان می‌دهد هیچ پایگاه ژنتیکی مشترکی در سندروم اهلی‌سازی باقلاییان وجود ندارد. واگن و همکاران (۲۰۰۷) متذکر شده‌اند که آلل‌های صفاتِ اهلی‌سازی اغلب در جمعیت اقوام وحشی یافت می‌شود و اینکه تنظیم‌کننده‌های رونویسیِ درگیر در اهلی‌سازی اغلب به خانواده‌های مختلف تنظیم‌کننده‌های رونویسی تعلق دارد و اینکه تکثیر ژن و ژنوم واجد اهمیت بوده است.

به عنوان یک روش اصلی در درک اساس ژنتیکی اهلی‌سازی در گیاهان، مشخصه‌سازی مولکولی و به ویژه جایگاه‌های صفات کمی (QTLs) —ژن‌های متعددِ موثر بر ویژگی خاص فنوتیپی —مورد استفاده قرار می‌گیرد (برای توصیف بیشتر روش‌های مولکولی به فصل ۵ رجوع کنید). صفاتی که اهداف انتخاب بودند و ژن‌هایی که روی آن‌ها تاثیر می‌گذارند «ژن‌های اهلی‌سازی» خوانده می‌شوند. *شاخه تئوسینت* ۱[1] یکی از اولین ژن‌های اهلی‌سازی بوده که مورد مطالعه قرار گرفته است و به عنوان ژنی شناخته شده که بر غالبیت انتهایی[2] در ساختار ذرت موثر است و به ذرت اجازه می‌دهد به جای تک ساقه غالب خویشاوند وحشی خود یعنی *تئوسینت* (*teosinte*)، پنجه‌زنی انجام دهد.

همچنین تحلیل جایگاه صفات کمی (QTL)، امکان شناسایی مناطق ژنومی مرتبط با صفات اهلی‌سازی را فراهم می‌کند و به همین خاطر به ما کمک می‌کند تا دریابیم که آیا تغییرات تحت اهلی‌سازی ناشی از تغییر بسیاری در اثرات کم هستند یا چند تغییر در اثرات بزرگ (اثرات بزرگتر به صفاتی بدل می‌شود که توسط حداقل ۲۰ درصد از واریانس فنوتیپی در جمعیت نقشه‌برداری شده کنترل می‌شود). جایگاه‌های صفات کمی، نشان داده است که در گیاهان زراعیِ یک ساله شماری از ویژگی‌های اهلی‌سازی از تغییرات نسبتا کمی در اثرات بزرگتر ناشی می‌شود اما این امر کلیت ندارد (برگر و همکاران، ۲۰۰۸). به عنوان مثال، ۱۰ جایگاه کروموزومی صفت اهلی‌سازیِ عدم ریزش دانه در ذرت را کنترل می‌کند و سه جایگاه کروموزومی همین وظیفه را در برنج بر عهده دارد، اما در سورگوم این وظیفه بر دوش تنها یک جایگاه کروموزومی است (زِدر و همکاران، ۲۰۰۶).

مراکز تنوع زیستی و مراکز مبداء

در نخستین دهه‌های قرن بیستم گیاه شناس روس نیکلای واویلوف[3] و همکارانش مجموعه تحقیقات وسیعی را بر روی طیف گسترده‌ای از گیاهان زراعی انجام دادند. واویلوف معتقد بود که تولید گیاهان زراعی

1. *teosinte branched 1 (tb1)*
2. Apical dominance
3. Nikolai Vavilov

در روسیه (بعدا اتحاد جماهیر شوروی) نیازمند ورود تنوع زیستی گیاهان زراعی از وسیع‌ترین طیف محیطیِ ممکن است تا بتوان بر چالش سازگاری ارقام اصلاح شده با طیف وسیعی از محیط‌های تولید موجود در کشور فائق آمد. سفرهای اکتشافی واویلوف ابتدا او را به همه بخش‌های روسیه — به ویژه قفقاز و آسیای میانه- و سپس به کشورهای همسایه همچون افغانستان و ترکیه و همینطور دیگر بخش‌های خاورمیانه و کشورهای حاشیه دریای مدیترانه کشاند. او همچنین به اتیوپی، خاور دور (به ویژه چین، ژاپن و کره) و آمریکای مرکزی و جنوبی سفر کرد (واویلوف، ۱۹۹۷). این کاوش‌ها توسط همکاران او ادامه یافت و به گردآوری یکی از بزرگترین مجموعه‌های تنوع گیاهی تاریخ توسط اتحادیه موسسه صنعت گیاهانِ اتحاد جماهیر شوروی[1] (VIR، بعدا به نام موسسه واویلوف) انجامید.

بر اساس مشاهده‌های صورت گرفته در این سفرهای اکتشافی و مطالعات انجام شده بر روی تنوع ژنتیکی مواد گردآوری شده در اتحاد جماهیر شوروی، واویلوف مناطقی از جهان را شناسایی کرد و آن‌ها را مراکز تنوع ژنتیکی[2] نامید. به عقیده واویلوف این مناطق، مراکز مبدا[3] گیاهان زراعیِ عمده نیز هستند (واویلوف، ۱۹۲۹؛ ۵۰-۱۹۴۵). این مراکز در مناطقی کوهستانی واقع شده‌اند که در آن‌ها شواهدی از تمدن‌های کهن به دست آمده است؛ از جمله مکزیک و شمال آمریکای مرکزی، آمریکای مرکزی، آند مرکزی، حوضه مدیترانه، آسیای غربی (شامل قفقاز)، آسیای میانه، فلات اتیوپی، شبه قاره هند، آسیای جنوب شرقی و چین (شکل ۲-۱). تحلیل‌های بعدی تصویری بسیار پیچیده‌تر را آشکار کرده است. به نظر می‌رسد در بعضی موارد مراکز مبدا و تنوع با یکدیگر همزمانی داشته است اما در برخی دیگر به نظر نمی‌رسد که اینگونه باشد. هارلان (۱۹۷۱) با شناخت این امر که تنوع برخی از گیاهان زراعی از پراکنش گسترده‌تری برخوردار است بیان می‌دارد که هر دو نوع مرکز تنوع زیستی وجود دارد؛ اولی کاملا محلی و دومی (که آن را غیرمرکز[4] نامید) دارای پراکنش گسترده‌تر در سراسر قاره، چنانکه در مورد سورگوم در آفریقا یا موز در جنوب شرقی آسیا دیده می‌شود.

آنالیزهای مولکولی ژنتیکی از خویشاوندان وحشی نیاییِ فرضی و ارقام سنتی اطلاعات تازه‌ای درباره برخی از رویدادهای عمده اهلی‌کردن را ارائه می‌دهد. با این حال شواهد مولکولی باید با احتیاط مورد مطالعه قرار گیرد. شواهد باستان‌شناختی نشان می‌دهد که اهلی‌سازی در مدت زمان طولانی رخ داده است و احتمالا با پیشرفت و پسرفت تمدن‌ها، این فرآیند دستخوش تغییرات بسیاری در مسیر و میزان انتخاب و دگرگونی

1. All-Union Institute of Plant Industry
2. Centers of genetic diversity
3. Centers of origin
4. Non-center

شکل ۲-۱. هشت مرکز خاستگاه گیاهان زراعی که توسط واویلوف پیشنهاد شده است را نشان می‌دهد: (۱) چین؛ (۲) هند؛ (۲a) منطقه هند و مالایی؛ (۳) آسیای میانه شامل پاکستان، پنجاب، کشمیر، افغانستان و ترکستان؛ (۴) خاور نزدیک؛ (۵) مدیترانه؛ (۶) اتیوپی؛ (۷) جنوب مکزیک و آمریکای مرکزی؛ (۸) آمریکای جنوبی (۸- اکوادور، پرو، بولیوی، ۸a- شیلی، ۸b- برزیل-پاراگوئه) (از هارلان، ۱۹۷۱، تجدید چاپ با مجوز AAAS)

روش‌های نگهداری می‌شده است. شواهد مولکولی غالبا حاکی از آن است که مکان مراکز مبدا فرضیِ بسیاری از گیاهان زراعی اغلب در حاشیه مراکز تنوع زیستی‌ای بوده که واویلوف مشخص کرده بود. مفهوم مراکز تنوع زیستی به درک ما از الگوهای مشاهده شده تنوع زیستی، تمرکز ما بر اقدامات حفاظتی و گردآوری گونه‌های زراعی و جستجوی ما برای یافتن تنوع ژنتیکی مفید یا صفات خاصی که برای به‌نژادگران گیاهان واجد ارزشی بالقوه‌اند، کمک شایانی کرده و از ارزش والایی برخوردار است.

جابجایی گیاهان زراعی در سراسر جهان

پراکنش تنوع ژنتیکیِ گیاهان زراعی در جهان ثابت نیست. گیاهان زراعی و ارقام زراعی در طول تاریخ توسط کشاورزان و جوامع انسانی جابجا شده است. انقلاب کشاورزی عصر نوسنگی که از هلال حاصلخیز آغاز شد به منطقه مدیترانه و اروپا وارد شد و شواهد به جا مانده از قدیمی‌ترین محصول زراعی در مناطق مختلف اروپا به ما نشان می‌دهد که این اتفاق با چه سرعتی رخ داده و اینکه کشاورزی چه زمانی

در مناطق مختلف پا گرفته است. قدیمی‌ترین مکان‌های دارای مجموعه اهلی شده گندم، جو، عدس و باقلا متعلق به حدود ۱۰ هزار سال پیش است و در سوریه و جنوب ترکیه کشف شـده است. تا ۶ هزار سال پیش این مجموعه به یونان و سپس ایتالیا رسیده بود؛ محصولاتی که با اقلیم شمالی سازگارتر بود (گندم و جو) در مناطقی از بریتانیا یافته شده که قدمت آن به ۳ هزار سال پیش می‌رسد (زوهاری و هوف، ۱۹۸۸). در بسیاری از گونه‌های مختلف خط سیری مشابه برای گیـاهـان زراعی منفرد یا مجموعه‌هایی از گیـاهـان زراعی یافت شده است. با جابجایی گیـاهـان زراعی، الگوهای جدیدی از تنوع ژنتیکی ایجاد شد. غالبا این امر سبب از میان رفتن تنوع زیستی در مناطق جدیدی می‌شد که توسط گیـاهـان زراعی تازه اشغال شده بود و گاهی به انباشت جهش‌های ژنتیکی جدیدِ مرتبط با نیاز کشاورزان و یا سازگاری با محیط های تولید جدید می‌انجامید.

یکی از جالب‌ترین ویژگی‌های پراکنش تنوع ژنتیکیِ گیـاهـان زراعی به وجود آمدن مراکزی موسوم به «مرکز ثانویه تنوع»[1] است. این مراکز مناطقی واجد تنوع بالای گونه‌های خاص گیـاهـان زراعی هستند که می‌توان آن‌ها را در فاصله‌ای دور از مراکز دیگری یافت که محصـول در آنجا تکامل یافته است. برای مثال به نظر می‌رسد اتیوپی مرکز ثانویه تنوعِ تعدادی از گیـاهـان زراعی از جمله جو، گندم، و عدس و نیز مرکز اولیه تنوع گیاه علف عشق تِف و خردل کاریناتا باشد. منطقه آند مرکزی علاوه بر اینکه مرکز اولیه تنوع[2] سیب زمینی است، مرکز ثانویه تنوع ذرت نیز بوده است.

جابجایی گونه‌های گیاهی و جانوری که به کمک انسان در سراسر قاره‌ها صورت گرفت، کمی پس از ایجاد گونه‌های اهلی‌شده در مراکز مبدا آن‌ها آغاز شد. مجموعه گیـاهـان زراعیِ خاور نزدیک از قبیل جو، گندم، نخودفرنگی، عدس، ماش، باقلا، کتان و انگور در سواحل مدیترانه، رود دانوب و راین، از شرق به شمال هند و به جنوب در سراسر عربستان و یمن و اتیوپی پراکنده شد. تا ۴۰۰۰ سال پیش این مجموعه به چین رسیده بود. بقایای کربنیزه شده و کشف شده گیاهی در هند که قدمت آن به حدود ۴۶۰۰ سال پیش می‌رسد متعلق به بذر ارزن بوده که در حد جنوبی صحرای آفریقا اهلی شده است (زِدر و همکاران، ۲۰۰۶). تخمین زده می‌شود که موزی که در جنوب شرقی آسیا اهلی شده، دست‌کم ۳ هزار سال پیش وارد آفریقای شرقی شده باشد (زِدر و همکاران، ۲۰۰۶). در سوی دیگر جهان در پاناما محصولات ریشه‌ای، ذرت و مانیوک در یک نقطه از جنگلی گرمسیری یافت شده که قدمت آن به بیش از ۵ هزار سال پیش می‌رسد. ایـن مجـموعه گیـاهـان زراعی طی یـک تـا دو هـزار سـال از بـرزیـل بـه پاناما گسترش یـافتـه بـود

1. Secondary center of diversity
2. Primary center of diversity

(پیپرنو و همکاران، ۲۰۰۰).

در دوره‌های بعدی و در پی رونق گرفتن تجارت در جاده ابریشم، گیاهان زراعی به سراسر اوراسیا گسترش یافتند، از عهد باستان تا قرون وسطی ادویه از طریق مسیرهای دریایی و خشکی از آسیا به خاور نزدیک رسید. به‌واسطه تحقیقات ژنتیکی و گیاه باستان‌شناختی می‌توان دریافت که یک شبکه تجاریِ باستانی اقیانوس هند را به آفریقا، عربستان، جنوب آسیا و سکونتگاه‌هایی در شرق متصل کرده بود. جابجایی اولیه سویا به گسترش آیین بودایی در سراسر چین و سپس از چین به دیگر کشورهای جنوب و جنوب شرق آسیا مرتبط بوده است (دوبیوس و همکاران، ۲۰۰۸).

در پی سفرهای کریستف کلمب عمده‌ترین و سریع‌ترین جابجاییِ گیاهان زراعی میان قاره آمریکا و اروپا رخ داد که ما آن را به عنوان «تبادل کلمبوسی[1]» می‌شناسیم (کراسبی ۲۰۰۳). همانطور که اشاره شد برخی از جابجایی‌ها و پذیرش‌ها بسیار سریع اتفاق افتاد و برخی دیگر ظاهرا زمان طولانی‌تری را سپری کردند. این قبیل جابجایی محصولات کشاورزی به ایجاد مراکز ثانویه تنوعِ جدید منجر شد. به عنوان مثال به دلیل انتقال مواد ژنتیکی از دو خزانه ژنی مختلف در آمریکای جنوبی، تلاقی میان گونه‌ها و ارقام مختلف و انتخاب صفات مختلف از سوی کشاورزان، ارقام لوبیای یافت شده در شرق آفریقا به شدت متنوع است. تعدادی از گیاهان زراعی با ورود به محیط‌های جدید به طرز چشمگیری ویژگی‌های خود را تغییر دادند و فرض بر این است که کشاورزانِ مناطق جدید با شناخت جهش‌های محصول در جهت سازگاری با محیط، توانستند این جهش‌ها را ایجاد کنند. بنابراین درحالیکه سیب‌زمینی‌های اروپای شمالی در مقایسه با سیب‌زمینی‌های منطقه آند (خاستگاه سیب‌زمینی) از سطوح تنوع نسبتا کمتری برخوردارند، ارقام اروپایی دارای ژن‌هایی هستند که آن‌ها را با روزهای بلندترِ محیط جدیدشان سازگار می‌کند.

اینکه چگونه برخی از گیاهان زراعی با چنین سرعتی به بخش پذیرفته شده نظام‌های تولید کشاورزیِ اروپا (و آمریکا) درآمدند، بسیار جالب است. در یک مجموعه نقاشی دیواری اثر جووانی دا اودینه نقاش ایتالیایی، که از روی طرحی از رافائل[2] در حدود سال ۱۵۱۷ میلادی (۲۵ سال پس از نخستین سفر کلمبوس به دنیای جدید) در رُم کشیده شده است، می‌توان ذرت و لوبیاهایی را دید که به زیبایی به تصویر کشیده شده است، اگرچه هنوز سیب زمینی یا گوجه فرنگی وارد نقاشی‌هایش نشده بود (کانوا، ۱۹۹۲).

1. Columbian exchange

۲. نقاش و معمار ایتالیایی دوران رنسانس، درگذشته به سال ۱۵۲۰ میلادی (مترجم).

اهلی‌سازی و تحلیل تنوع زیستی در ارقام سنتی

میزان اهلی‌سازی، یا اینکه یک محصول زراعی واجد چه مقدار از صفاتِ معرف اهلی‌سازی است، از محصولی به محصول دیگر متفاوت است. برخی از غلات مانند علف عشق تِف هنوز بذر کوچکی دارد که نگهداری و کاربردش را دشوار می‌کند، بسیاری از «محصولات اهلی شده[1]» مانند انواع مختلف کاساوا هنوز واجد سمومی مضر برای انسان است که نیاز است پیش از استفاده کارهایی بر رویش انجام شود. ممکن است گیاهی مانند کنجد به صورت کلی یا جزیی با شکوفایی غلاف بذر مواجه باشد. میزانی اهلی شدن محصولات میوه نیز بسیار متغیر است، برخی مانند سیب به شدت با کشت فشرده در طیف وسیعی از محیط‌ها سازگارند و برخی دیگر بسیاری از ویژگی‌های اجداد وحشی خود را حفظ می‌کنند. در مورد گندم یا برنج باید گفت که حدود ۱۰ هزار نسل از زمان رویدادهای اصلی پیرامون اهلی‌سازی آن‌ها سپری شده است، در حالی که در محصولات میوه با عمر طولانی که بر روی ساقه زیرزمینی نگهداری می‌شوند، شمار نسل‌هایی که به خاطر ویژگی‌های کششان انتخاب شده‌اند بسیار کمتر و ممکن است فقط ده‌ها نسل باشد.

در جهت توسعه گیاهان زراعی جدید، امروز اهلی‌سازی در داخل و پیرامون نظام‌های کشاورزی سنتی و نیز از طریق فعالیت‌های آگاهانه به‌نژادی ادامه دارد. کشاورزان یام در غرب آفریقا که به صورت مستمر در حاشیه جنگل‌ها گونه‌های وحشی و علفی را به صورت دستچین برداشت می‌کنند و ورود درختان میوه جدید از طبیعت وحشی به باغ‌های خانگی در گواتمالا مثال‌هایی از این امر است (گالوتزی و همکاران، ۲۰۱۰).

احتمالا کشاورزانِ نخستین جهت خلق مواد یکنواخت‌تر دست به اِعمال فشار انتخابی زده‌اند و به احتمال در مراحل اولیه اهلی‌سازی، گونه‌های کم‌وبیش قابل تشخیصی نیز ظاهر شده بودند. می‌توان تصور نمود که انتخاب اولیه از این دست بر ویژگی‌ها یا صفات سودمندی همچون دوره بلوغ متمرکز بوده که مدیریت و برداشت محصول را تسهیل می‌کرده است. در هر صورت این امکان وجود دارد که تقریبا در مراحل اولیه اهلی‌سازی ارقام قابل تمیزی به وجود آمده باشد. تا زمان پیدایش نخستین متون مکتوب درباره گیاهان زراعی (توسط یونانی ها حدود ۲۵۰۰ سال پیش) مفهوم رقم به خوبی تثبیت و ویژگی‌های آن‌ها نیز به خوبی شناخته شده بود.

احتمالا ماهیت و تکامل نظام به‌نژادی گیاهان زراعی از اهمیت زیادی در پیدایش ارقام سنتی اولیه برخوردار بوده است. در حالیکه از یک سو نظام‌های تماما آزادِ برون‌زادآور همچون ناسازگاری با خود به

1. Domesticated

بازآمیزی جنسی و نسلیِ تنوع زیستی کمک می‌کند، از سوی دیگر گرده‌افشانی مناسب، امنیت میوه یا تولید بذر و تولید قابل پیش‌بینی قطعات تکثیر را به خطر می‌اندازد. تولیدمثل کلونال و خودباروری به گیاه اجازه می‌دهد از این ناپایداری جنسی بگریزد اما ژنوتیپ‌ها تحت تولید مثل کلونال به صورت کامل و تحت خودباروری به صورت جزیی راکد می‌شوند. هر دوی این سازوکارهای تولیدمثلی نسل‌ها یا ارقام متمایزی را ایجاد می‌کند که توسط کشاورزان انتخاب شده، نام گذاری می‌شوند و از حدودی پایایی برخوردارند.

درک فرآیندهای اهلی‌سازی و ژن‌های دخیل در این فرآیند اطلاعات مهمی را در مورد روش‌هایی در اختیار ما می‌گذارد که از طریق آن‌ها می‌توان تحلیل تنوع ارقام سنتی را به بهترین شیوه انجام داد. آگاهی از وجود نسل‌های مختلف در یک محصول زراعی، از خاستگاه‌های متفاوت تاریخِ تولید محصول زراعی و از ژن‌های دخیل در اهلی‌سازی می‌تواند سبب هدایت تحقیقاتی درباره حفظ تنوع درون نظام‌های زراعی و بهبود مواد ژنتیکی محلی از طریق معرفی ارقام نوین شود. به طریق اولی، شناسایی مراکز تنوع زیستی بر اهمیت برخی از بخش‌های جهان توجه دارد که یا مناطق واجد اهمیت خاص در زمینه حفاظت در مزرعه[1] به شمار می‌آیند و یا به طور بالقوه واجد منابع غنی از ارقام مفید در این زمینه هستند.

برای مطالعه بیشتر

Barker, G. 2009. *The Agricultural Revolution in Prehistory.* Oxford University Press.

Harris, D. R., and G. C. Hillman, Eds. 1989. *Foraging and Farming: the Exploitation of Plant Resources.* Unwin and Hyman, London.

Meyer, R. S., A. E. DuVal, and H. R. Jensen. 2012. "Patterns and processes in crop domestication: an historical review and quantitative analysis of 203 global food crops." *New Phytologist* 196:29–48.

Miller, A. J., and B. L. Gross. 2011. "From forest to field: perennial fruit crop domestication." *American Journal of Botany* 98:1389–414.

Pickersgill, B. 2007. "Domestication of plants in the Americas: insights from Mendelian and molecular genetics." Annals of Botany 100:925–40.

Purugganan, M. D., and D. Q. Fuller. 2009. "The nature of selection during plant domestication." Nature 457:843–48.

Smartt, J., and N. W. Simmonds, Eds. 1995. Evolution of Crop Plants, 2nd ed. Longman Scientific and Technical, Harlow.

1. On-farm conservation

قاب ۲. اهلی‌سازی نتیجه انتخاب انسان است. ترجیحات اجتماعی و فرهنگی مردم اساس دامنه وسیعی از انواع اهلی‌سازی بوده که امروز در بسیاری از گیاهان زراعی مشاهده می‌شود. عکس بالا سمت چپ انواع سیب‌زمینی را در کشور اکوادور در آند مرکزی نشان می‌دهد و عکس بالا سمت راست انواع ارزن انگشتی (*Eleusine coracana* گونه‌ای فراموش شده) در بنگالور در ایالت کارناتاکای هند در جنوب شرقی آسیا را نشان می‌دهد. آند مرکزی و جنوب شرقی آسیا هر دو از سوی واویلوف به عنوان مرکز تنوع ژنتیکی گیاهان زراعی شناخته شده است. عکس پایین سمت چپ کشاورز را در حال برداشت یام وحشی (*Dioscorea minutiflora*) از بوته‌زار و انتقال آن به باغچه خانگی خود در کیتونی واقع در استان شرقی در کنیا نشان می‌دهد. عکس پایین سمت راست کشاورزی را در حال بررسی یک رقم سیب وحشی (*Malus sieversii*) در پارکنت واقع در استان تاشکند در ازبکستان (یکی دیگر از مراکز واویلوف) نشان می‌دهد. کشاورزانِ آسیای میانه برای استفاده از ساقه زیرزمینی و نیز مواد پیوندیِ خویشاوندان وحشیِ درختان میوه به انتقال آن‌ها به نظام‌های تولید خود ادامه می‌دهند. عکس‌ها : ج. تاکسیل[1] (عکس بالا سمت چپ) و س. پادولوسی[2] (عکس بالا سمت راست)، موریموتو[3] (عکس پایین سمت چپ)، دی. جارویس (عکس پایین سمت راست).

1. J. Tuxill
2. S. Padulosi
3. Y. Morimoto

"Copyright © 2016Bioversity International"
"CROP GENETIC DIVERSITY IN THE FIELD AND ON THE FARM: PRINCIPLES AND APPLICATIONS IN THE RESEARCH PRACTICES was originally published in English by Yale University Press in 2016 (ISBN 978-0-300-16112- 0). This translation is published by arrangement with Bioversity International."

فصل ۳

منابع ژنتیکی گیاهی، حفاظت و سیاست

تاریخچه تحولات ملی و بین‌المللیِ حفاظت و استفاده از تنوع گیاهان زراعی

مترجم: هانیه مغانی
hanieh@cenesta.org

در پایان این فصل خواننده به درکی از موضوعات زیر دست پیدا می‌کند:

- ایده‌های مختلف در مورد حفاظت از منابع ژنتیکی گیاهی.
- چگونگی تاثیرگذاری این ایده‌ها در سیاست‌ها و رویکردهای ملی و بین‌المللیِ کنونی در زمینه حمایت از مدیریت در مزرعه و استفاده از منابع ژنتیکی گیاهان زراعی.

طبیعت، تنوع زیستی و منابع ژنتیکی

در این فصل آن دسته از جنبه‌های تحولات ملی و بین‌المللی در زمینه حفظ منابع ژنتیکی گیاهان زراعی را مورد بحث قرار داده‌ایم، که به مباحث و دیدگاه‌های فعلی در مورد حفظ گونه‌های مختلف محصول زراعی شکل بخشیده است. برای کمک بیشتر به درک و حمایت ما از نگهداری تنوع گیاهان زراعی، به پرسش گرفتن روش‌های مختلف مورد استفاده مردمان بومی و جوامع روستایی، برنامه‌های ملیِ منابع ژنتیکی و یا موافقت‌نامه‌های سازمانی و بین‌المللی واجد اهمیت بسیار است. تعریف و اجرای اقدامات معقول در راستای حفظ و استفاده پایدار از تنوع زراعی مستلزم درک برخی از علایق و نیازهای بعضا متناقض بازیگران مختلفی است که در تولید، حفاظت و استفاده از تنوع زراعی نقش دارند.

میان دیدگاه اساسا فایده‌نگرانه در خصوص منابع ژنتیکی- که معتقد است منابع باید مدیریت، مستقر و استفاده شود تا بتوان به اهداف والاتر همچون بازده بالاتر و افزایش درآمد دست یافت (این دیدگاهِ بسیاری از افراد تلاشگر درگیر در تدوین برنامه‌های ملی اقدام بر روی منابع ژنتیکی گیاهی است)- و دیدگاه مردمان بومی یا بسیاری از جوامع روستایی تفاوت چشم‌گیری وجود دارد. بسیاری از جوامع سنتی نوع بشر را جزیی جدانشدنی از طبیعت و هماهنگ با آن تلقی می‌کنند. به عنوان مثال «همانطور که تمام حیات جانوری زنده است، هر بذری دارای حیات است. از رهگذر همین قدرت مرموز است که ما نیز واجد حیاتیم و به همین دلیل به همسایگانمان که همانا حیوانات هستند نیز حقی برابر با خودمان می‌دهیم تا در زمین سکنی گزینند» (گاوِ نشسته)[1]. چنین نگرشی به بروز اختلاف عمیق میان دولت‌ها ومردمان بومی بر سر حفظ و استفاده از تنوع زیستی منجر شده است. یکی از مفسران در این‌باره چنین می‌گوید:

> اختلافات عمیقِ فرهنگی، معرفت‌شناختی (راه‌های شناخت)، هستی‌شناختی (روش‌های وجودی) و کیهان‌شناختی (راه‌های اتصال به جهان) که در فرهنگ تجاری بذرِ جوامع غربی (غربی شده) و در دل فرهنگ‌های بومیِ مردمان بومی وابسته به زمین نقش بسته است، از بدایت امر توسط شبکه بین‌المللیِ نظام تحقیقات، ترویج، آموزش، علوم، دانش و فناوری و همچنین نظریه‌های همگون‌ساز و کلان‌روایت‌های توسعه روستایی/کشاورزی مورد غفلت واقع شده‌است (تیرسو گونزالس در تاولی-کورپوز و همکاران، ۲۰۱۰).

اختلاف‌های مشابهی میان افراد دخیل در حفاظت از تنوع زیستی وجود دارد. در یک سر طیف به انسان به چشم مسئول طبیعت و مدیر آن برای نسل‌های آینده نگریسته می‌شود. در سر دیگر طیف و چنانکه در دیدگاه‌های مطرح شده از سوی هواداران اکولوژی ژرف‌نگر معنکس شده، انسان به مثابه بخشی از طبیعت در نظر گرفته می‌شود؛ در دیدگاه اکولوژی ژرف‌نگر، جهان طبیعی تعادل نامحسوسی از روابط پیچیده است که در آن موجودات زنده به وجود یکدیگر در اکوسیستم وابسته هستند (نایِس، ۱۹۸۹). چنین استدلال می‌شود که موافقت‌نامه‌های بین‌المللی فعلی مانند کنوانسیون تنوع زیستی (CBD)[2] و شیوه اجرای آن‌ها در صدد تایید این دیدگاه‌اند که تنوع زیستی امری است که باید مدیریت شود و می‌تواند تحت مالکیت درآمده و به آن ارزش اقتصادی بخشیده شود.

تنوع زراعی وجود خود را مدیون مداخله، مدیریت و انتخاب مداوم توسط انسان است. در این معنا تنوع زراعی را می‌توان نتیجه تسلط انسان بر طبیعت تلقی کرد. این دیدگاه در مفهوم منابع ژنتیکی گیاهی منعکس

---

۱. درگذشته به سال ۱۸۹۰ از روسای قبایل تِتونِ ایالت داکوتای آمریکا بود که بومیان ساکن دشت بزرگ آمریکا و کانادا را علیه مهاجمین سفیدپوست متحد کرد (مترجم).

2. Convention on Biological Diversity (CBD)

شده است و بخش عمده‌ای از تلاش‌های ملی و بین‌المللی برای حفظ تنوع زراعی را در بر گرفته است، اگر چه بسیاری از مردمان بومی چنین مفهومی را مناسب و پذیرفته‌شده تلقی نمی‌کنند. حتی در میان افرادی که مفهوم منابع ژنتیکی – به عنوان امری که توسط کشاورزان، عشایر و به‌نژادگران گیاهان در سراسر جهان ایجاد می‌شود- را می‌پذیرند، اختلاف‌نظرهای اساسی در رابطه با کنترل، مالکیت، مدیریت و راه‌های بهره‌برداری از این منابع وجود دارد. بنابراین حفاظت در مزرعه از رقم‌های زراعی سنتی در یک منظر پیچیده اجتماعی-سیاسی قرار می‌گیرد. در این فصل تاریخچه حفاظت از منابع ژنتیکی گیاهی از منظر بین‌المللی به طور خلاصه بیان می‌شود تا برخی از مباحث اصلی و نقاط مورد اختلافِ موثر بر حفاظت در مزرعه ارائه شود.

تنوع زیستی واژه یا مفهومی نسبتا جدید است- اصطلاح تنوع بیولوژیکی[1] برای نخستین‌بار در دهه ۱۹۸۰ میلادی مورد استفاده قرار گرفت (به کادر ۳-۱ بنگرید). در حقیقت برخی از واژگانی که برای توصیف مفاهیم کلیدیِ حفظ تنوع زیستی گیاهان زراعی (مانند تنوع زیستی، در محل و خارج از محل) استفاده می‌شود، نسبتا جدید هستند. اصطلاح «منابع ژنتیکی گیاهی» پیش از دهه ۱۹۶۰ وجود نداشت. ایده حفاظت هدفمند از مواد بیولوژیکی حتی در خارج از زیستگاه طبیعی آن‌ها یا در بخشی از زیستگاه طبیعی آن‌ها (حفاظت در محل یا خارج از محل) نیز ایده‌ای نو است. حفاظت که به معنای نگهداری از تنوع زیستی در طول زمان به کار می‌رود نیز خود یک مفهوم نسبتا جدید است و در منابع پیشین به صورت مترادف با نگهداری به کار می‌رفت که ایده محافظ[2]، یعنی شخصی که مسئولیت یک حوزه مانند طبیعت را بر عهده دارد نیز از درون همین انگاره استخراج شده است.

تدوین برنامه‌های آگاهانه برای حمایت از حفاظت و استفاده از منابع ژنتیکی گیاهی و رقم‌های سنتی با مباحث شایان توجه و غالبا تند همراه بوده است که جنبه‌های مختلفی را در بر گرفته است:

۱. شیوه‌ای برای درک تنوع زیستی کشاورزی. آیا تنوع زیستی کشاورزی بخشی از طبیعت است که بشریت و سایر عناصر موجود در منظری گسترده‌تر را در می‌گیرد (مثلا به رویکرد سازمان مردم‌نهادِ آند بنگرید: http://www.andes.org.pe/es)، بخشی از کل تنوع بیولوژیکی است (یا تنوع زیستی) و یا منبعی که توسط انسان ایجاد شده است تا در آینده بتواند آن را مدیریت و از آن استفاده کند (یک منبع ژنتیکی)؟

1. Biological diversity
2. Conservator

کادر ۳-۱. تعاریف تنوع زیستی

اصطلاح «تنوع بیولوژیکی» نخستین بار توسط ریموند اف. داسمان[1] دانشمند و طرفدار حفظ منابع طبیعی در کتابش با عنوان انواع مختلف حمایت در کشورها[2] به سال ۱۹۶۸ به کار برده شد. تنها پس از گذشت یک دهه و با استفاده مشترکِ علوم و سیاست‌های محیط زیستی در دهه ۱۹۸۰ این اصطلاح به طور گسترده مورد پذیرش قرار گرفت. توماس لاوجوی[3] در پیشگفتار کتاب زیست‌شناسی حفاظتی[4]، این اصطلاح را به جامعه علمی معرفی کرد. تا آن زمان اصطلاح «تنوع طبیعی» رایج بود که در مطالعه مهم سال ۱۹۷۵ بخش علومِ سازمان حافظت از طبیعت[5] با عنوان «حفظ تنوع طبیعی» به جهان معرفی شد. تا اولیل دهه ۱۹۸۰ برنامه علمی سازمان حافظت از طبیعت و ریاست آن، رابرت ای. جکنیز[6]، به همراه لاوجوی و سایر دانشمندان برجسته علم حفاظت در ایالات متحده آمریکا از مدافعان استفاده از اصطلاح «تنوع زیستی» بودند.

ممکن است دابلیو. جی. روزن[7] در سال ۱۹۸۵ و هنگام برنامه‌ریزی برای مجمع ملیِ تنوع زیستی[8] در سال ۱۹۸۶ (مجمعی که توسط شورای تحقیقات ملی[9] سازماندهی شده بود) از شکل ادغام شده اصطلاح تنوع بیولوژیکی[10] (Biodiversity) استفاده کرده باشد. نخستین باری که این اصطلاح در یک نشریه استفاده شد به سال ۱۹۸۸ و زمانی بازمی‌گردد که ای. او. ویلسونِ[11] حشره‌شناس آن را در عنوان مجموعه مقالات مجمع ملی تنوع زیستی به کار برد.

۲. مالکیت مواد ژنتیکی. آیا تنوع زیستی و رقم‌های سنتی متعلق به کشاورزان، عشایر، جنگل‌نشینان و ماهیگیرانی است که قرن‌ها در توسعه و نگهداری از آن مشارکت داشته‌اند، یا متعلق به کشوری است کـه این منابع در آن‌ها یافت شده است (بیشتر کشورهای در حـال توسـعه در جنـوب) یا بنابر دیـدگاه فعالان حفاظت از منابع ژنتیکی در دهه ۱۹۶۰ این منابع میراث طبـیعی بشریت محسوب می‌شوند؟

1. Raymond F. Dasmann
2. A Different Kind of Country advocating conservation
3. Thomas Lovejoy
4. Conservation Biology
5. The Nature Conservancy (TNC)
6. Robert E. Jenkins
7. W. G. Rosen
8. National Forum on Biological Diversity
9. National Research Council (NRC)

۱۰. در حقیقت اصطلاح Biodiversity از ادغام دو واژه Biological به معنای زیستی و Diversity به معنای تنوع به وجود آمده است. به منظور ایجاد تمایز میان این دو اصطلاح برای خواننده فارسی زبان شکل ادغام شده را «تنوع زیستی» و شکل اخیرالذکر تنوع بیولوژیکی ترجمه کرده‌ایم (مترجم).

11. E. O. Wilson

۳. شیوه‌هایی که از طریق آن‌ها باید کشاورزان، جوامع بومی و محلی، به‌نژادگران گیاهان و امروزه مهندسان ژنتیک را به رسمیت شناخت و به دلیل سهمشان در تداومِ تکامل و بهبود ارقام گیاهی و شیوه‌های حفاظت از این ارقام باید به آن‌ها پاداش داد.
۴. اهمیت موجودیت‌های فردی (مانند ارقام سنتی و جمعیت‌ها) به مثابه موجودیت‌هایی فی‌نفسه یا به عنوان بنیانی برای انتخاب آتی، در مقابلِ نقششان به عنوان بخشی از بوم‌نظام‌های کشاورزیِ کارکردی که همراه سایر اجزاء دیگر، طیف وسیعی از مزایا یا خدمات را ارائه می‌کنند.

گیاه‌جویان[1] و گردآورندگان گیاهان

همانطور که در فصل ۲ ذکر آن رفت گیاهان زراعی همراه با جابجایی مردم در اقصی نقاط جهان جابجا شده‌اند. آن‌ها از مراکز اولیه اهلی‌شدن خود خارج شدند، ضمن اختلاط و تلاقی با اشکال جدید تغییر یافتند، با محیط‌های جدید سازگار شدند و به بخشی از توسعه فرهنگ‌های جدیدِ سازگار با شیوه‌های تولید جدید بدل شدند. گندم و جو از غرب آسیا به اروپا رفت و در کل قاره پراکنده شد، به طوری که به نظر می‌رسد بین ۵۰۰۰–۴۵۰۰ سال پیش در انگلستان مرکزی رشد کرده و در عصر امپراتوری روم به کل امپراتوری صادر شده باشد. رومی‌ها در نتیجه دادوستد با سرزمین‌های تحت تصرف خود در حاشیه دریای مدیترانه محصولات جدیدی همچون مرِّ مکّی، کندر و ادویه‌جات را با خود به ایتالیا بردند. بعدتر در سده‌های هشتم و نهم میلادی با گسترش اسلام به مدیترانه محصولاتی مانند بادنجان، اسفناج و هندوانه به سیسیل و اسپانیا وارد شد. برای سده‌های متمادی جاده بزرگ ابریشم مسیری برای انتقال بذر و گیاهان زراعی از شرق آسیا به اروپا ایجاد کرده بود.

در قاره آمریکا گیاهان زراعی به طریقی مشابه انتشار یافت. ذرت، لوبیا، کدو، فلفل، کاکائو، سیب‌زمینی و کاساوا همگی مثال‌هایی هستند که تصور می‌شود در مناطقی اهلی شده و از آنجا به طیف وسیعی از محیط‌های زیستِ درون قاره انتشار یافته‌اند (ساوئر، ۱۹۹۳). با برقراری ارتباط میان اروپا و آمریکا در اواخر قرن پانزدهم یک جابجاییِ بزرگ دیگر آغاز شد. ذرت، لوبیا، فلفل، گوجه‌فرنگی و بعدها کاساوا در دنیای قدیم شروع به پرورش یافت، درحالیکه گیاهان زراعی اروپایی توسط نخستین کاشفان و مهاجران از انگلستان، اسکاتلند، فرانسه، اسپانیا و پرتغال به دنیای جدید منتقل می‌شد.

انتقال گیاهان و ارقام زراعی جدید که به طور بالقوه مفید محسوب می‌شدند با رشد تجارت بین‌الملل در

1. Plant hunter

سده‌های هجدهم و نوزدهم ادامه یافت. بعضی اوقات این امر ذیل کاوش برای یافتن گیاهان زراعی جدید برای محیط‌های خاصی انجام می‌شد که تحت کنترل قدرت‌های بزرگ آن روزگار بود (مانند چای در سریلانکا). بعضی اوقات جابجایی گیاهان زراعی تلاشی عمدی برای شکستن انحصارهای موجود محسوب می‌شد؛ مانند کائوچو که سِر هنری ویکام[1] حدود ۷۰ هزار بذر آن را از برزیل به باغ گیاه‌شناسیِ سلطنتی کیو[2] در لندن منتقل کرد و سپس از آنجا به سریلانکا، مالزی و دیگر کشورها برد. بیشترین توجه به کشت‌هایی با ارزش اقتصادی بالا مانند پنبه، نیشکر و محصولات روغنی معطوف شده بود اما در عین حال علاقه فزاینده‌ای به گیاهان زینتی نیز وجود داشت.

به‌نژادی و تحقیقات به‌نژادی در نیمه نخست قرن بیستم به طور روزافزون اهمیت پیدا کرد و به عنوان بخشی از این عمل خطیر، به‌نژادگران به توسعه مجموعه‌ای از برخی از محصولات عمده زراعی مثل گندم، جو، ذرت و نیشکر مشغول شدند. از این مجموعه‌ها در جهت شناسایی صفات مطلوب و به عنوان پایه‌ای برای تلاقی و انتخاب استفاده شد. شاید بتوان گفت بزرگترین عاملان این رویکرد واویلوف و همکاران وی در اداره گیاه‌شناسی کاربردی[3] در روسیه بودند.

از صدها ماموریت اکتشاف ژنتیکی که در روسیه، اتحاد جماهیر شوروی و همچنین سراسر جهان صورت گرفت، طیف گسترده‌ای از تنوع گیاهی که در طول آزمایش‌ها پرورش داده، بر روی آن‌ها مطالعه شده یا برای تلاقی استفاده شده بودند، برای تولید رقم‌های جدید به کشورهای مختلف برده شدند. در سال ۱۹۴۰ موسسه گیاه‌شناسی و گیاهان زراعیِ جدیدِ اتحاد جماهیر شوروی[4]، بیش از ۲۵۰ هزار گیاه را گردآورده بودند که در میان آن‌ها به تنهایی ۳۰ هزار رقم گندم وجود داشت. این گیاهان بسته به شرایط مورد نیازشان در ایستگاه‌های اصلی و فرعی موجود در سراسر اتحاد جماهیر شوروی پرورش می‌یافتند و بذر مورد نیازشان را نیز از انبار مرکزی بذر در شهر لنینگراد (سن‌پترزبورگ فعلی) تامین می‌کردند. واویلوف در راستای افزایش درک جغرافیایی از تغییرات ارقام گیاهی به لحاظ پراکنش و تنوع ژن‌ها و آلل‌ها دست به این کار بزرگ زد و مفهوم مراکز تنوع و مراکز خاستگاه گیاهان زراعی را ایجاد نمود (به فصل ۲ بنگرید). بین سال‌های ۱۹۳۵ و ۱۹۴۱ شرح دقیقی از تغییرات رخ داده در بسیاری از گیاهان زراعی عمده توسط این موسسه منتشر شد (لوسکوتف، ۱۹۹۹).

1. Sir Henry Wickham
2. Royal Botanic Gardens, Kew
3. The Bureau of Applied Botany
4. All Union Institute of Applied Botany and New Crops

معاصران واویلوف در اروپا و آمریکا (به عنوان مثال اشتوبه[1] در آلمان، پرسیوال[2] و هاوکس[3] در انگلستان، هری هارلان[4] در ایالات متحد آمریکا) فعالیت‌های مشابهی را انجام داده‌اند و مجموعه‌های قابل توجهی از رقم‌های سنتی به دست آمده از سراسر جهان را تهیه کرده‌اند. این مجموعه‌ها هم برای تحقیق در مورد تکامل و ژنتیک و هم به عنوان مبنایی برای برنامه‌های به‌نژادی در کشورهای مختلف اروپا مورد استفاده قرار گرفتند. به نظر می‌رسد در اواخر دهه ۱۹۲۰ و در بیشتر سال‌های دهه ۱۹۳۰ این دانشمندان از موسسات و آزمایشگاه‌های یکدیگر به طور مکرر بازدید می‌کردند و به تبادل مواد گیاهی می‌پرداختند. در دهه ۱۹۳۰ بیتسون. ال. آر. جونز[5] و مولر[6] از ایالات متحد آمریکا، هاوکس از انگلستان و فرانکل[7] از نیوزیلند همگی از موسسه واویلوف بازدید کردند و واویلوف نیز به سفرهای خود به آزمایشگاه‌های دیگر دانشمندان ادامه داد تا زمانیکه وقایع سیاسیِ نیمه دوم دهه ۱۹۳۰ از ادامه این روند جلوگیری کرد.

علاوه بر ایجاد داده‌های ژنتیکی، باستان‌شناختی و تکاملی، برنامه‌های گردآوری در مناطقی که دارای منابع ژنتیکی غنی بودند بخشی از کاوشی نوگرایانه برای تولید رقم‌های بهبود یافته گیاهان زراعی و دامی بود که ادعا می‌شد به ایجاد دنیای جدید و ساختن «انسان جدید» کمک می‌کند (فلینتر، ۲۰۰۳). این عمل جسورانه کاملا سودمند می‌نمود و هدف آن تهیه رقم‌های جدید برای کشاورزی در کشورهای مربوطه بود. مقیاس اقدام مهم واویلوف اندازه، اقلیم و تنوع زراعی اتحاد جماهیر شوروی جدید و نیاز آن به گیاهان و رقم‌های مناسب برای نقاط مختلف کشور را نشان می‌داد.

اگرچه این گردآورندگان، محققان و به‌نژادگران دغدغه آینده را داشتند و به دنبال روش‌هایی بودند که بتوان از آن‌ها برای پیشرفت آینده کشاورزی و بشریت استفاده کرد، اما همیشه هم از روی دیگر این سکه بی اطلاع نبودند — از بین رفتن احتمالی منابع در نتیجه موفقیت در عمل جسورانه‌شان. هری هارلان در اوایل سال ۱۹۳۶ در یک تک‌نگاری درباره گیاه جو[8] چنین گفته است:

> محصول این مزارع با تمام رقم‌های باقی مانده‌شان مخزن بی نظیری از ژرم‌پلاسم را در جهان تشکیل داده است. این امر حاصل سده‌ها انتظار است. متاسفانه از دیدگاه یک به‌نژادگر این خزانه به مخاطره افتاده است. زمانی که جوهای جدید جایگزین جوهایی شوند که در اتیوپی و تبت رشد می‌کنند جهان چیز غیرقابل جایگزینی را از دست خواهد داد (هارلان و مارتینی، ۱۹۳۶).

1. Stubbe
2. Percival
3. Hawkes
4. Harry Harlan
5. Bateson, L. R. Jones
6. Muller
7. Frankel
8. Monograph on barley

جنگ جهانی دوم این تلاش‌ها را متوقف کرد چرا که پس از جنگ فوریت‌هایی همچون قحطی در اروپا و دیگر نقاط جهان ظهور کرد. نیاز درک شده در اکثر کشورها این بود که ضمن حصول اطمینان از در اختیار داشتن ظرفیت‌ها و منابع لازم بتوانند کشاورزی خود را بر شالوده‌ای محکم و زایا بنا کنند. سرمایه‌گذاری دولتیِ قابل توجهی در زمینه تحقیقات کشاورزی در سراسر جهان صورت گرفت. ملل استعمارگر ظرفیت‌های کشاورزی مستعمرات را گسترش دادند و تاکیدشان بر محصولاتی بود که برای امپراتوری‌هایشان سودمند می‌نمود. اروپا اصرار داشت که قحطی نباید هرگز بازگردد و بیشتر کشورها به میزان زیادی در زمینه کشاورزی سرمایه‌گذاری کردند. بخشی از این سرمایه‌گذاری توسعه هرچه بیشتر مجموعه‌های گیاهان زراعی را در بر می‌گرفت. در اروپای شرقی و اتحاد جماهیر شوروی مجموعه‌ها همچنان توسعه می‌یافت هرچند که تسلط رویکردهای لیسنکوئیستی[1] روش‌های استفاده از این مجموعه‌ها را به شدت محدود می‌کرد. در دهه ۱۹۶۰ مجموعه‌های مهمی در آلمان شرقی، ایتالیا، هلند، انگلستان و تعداد دیگری از کشورها وجود داشت.

حفاظت از منابع ژنتیکی گیاهی

توسعه و تکامل برنامه‌های ملی منابع ژنتیکی گیاهی

در دهه‌های ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰ میلادی توسعه قابل توجهی در زمینه فعالیت‌های کشورها در خصوص حفاظت و استفاده از منابع ژنتیکی گیاهی صورت گرفت (به کادر ۳-۲ بنگرید). هرچه این تلاش‌ها شکلی رسمی‌تر به خود می‌گرفت، برنامه‌هایی حفاظتی تحت عنوان برنامه‌های ملی منابع ژنتیک گیاهی یا نظام‌های منابع ژنتیک ملی نیز جای خود را در سیاست‌های کشورها پیدا می‌کرد- بدین معنی که وجود بخش‌های مختلفی در نگهداری و استفاده از منابع ژنتیکی گیاهی ضروری تلقی می‌شدند. این بخش‌ها از کشوری به کشور دیگر متفاوت بودند اما معمولا بانک ژنِ خارج از محل[2]، نظام‌های اطلاعاتی، برنامه‌های تحقیقاتی، برخی فعالیت‌های ظرفیت‌سازیِ مشخص و روش‌های مدیریت و تصمیم‌گیریِ ناظر بر این فعالیت‌ها و درگیر در بحث‌های حفاظت منطقه‌ای یا بین‌المللی را در بر می‌گرفت. معمولا برنامه‌های ملی درون نظام‌های کشاورزی

---

۱. لیسنکوییسم: ایده‌های تروفیم دنیسوویچ لیسنکو، زیست‌شناس اوکراینی که ضمن ردّ علم ژنتیک آن را «ابزار امپریالسم» و «ضد انقلابی» خواند و معتقد بود نظریه‌های مِندل و داروین با اصول بنیادین کمونیسم مخالف است. مخالفت‌های او سبب شد که حکومت استالین ۳۰۰۰ نفر از دانشمندان زیست‌شناس شوروی از جمله واویلوف را به زندان انداخته و یا اعدام کند. لیسنکو مخالف جدی نظریه انتخاب طبیعی و حامی روش‌های بهاره‌سازی و پیوند بود (مترجم).

2. *Ex situ* gene bank

کشور جا می‌گرفتند و یا هیچ ارتباطی با سازمان‌ها و نهادهای محیط‌زیستی و افراد درگیر در مسائل مربوط به حفاظت از تنوع زیستی نداشتند و یا این ارتباط بسیار ناچیز بود.

مجموعه منابع ژنتیکی گیاهی ملی عمدتا در چارچوب نیازهای به‌نژادگران توسعه می‌یافت و به خودی خود دغدغه اساسی حفاظت از ژن‌ها یا گونه‌های جمع‌آوری شده را نداشت. از این مجموعه‌ها به عنوان مبنایی برای شناسایی صفات مطلوبِ جدید و درک توارثِ خصوصیات مفید و یا به منظور استفاده از گیاهان مجموعه به عنوان والد در برنامه‌های تلاقی و انتخاب استفاده می‌شد.

بخش عمده ژرم‌پلاسم این مجموعه‌ها از سوی بانک‌های ژن تامین می‌شود که ارتباط نزدیکی با موسسات تحقیقاتی یا به‌نژادی دارند. بسیاری از بانک‌های ژن به بخش عمومی تعلق دارند و به همین ترتیب بودجه آن‌ها از سوی مالیات‌دهندگان تامین می‌شود. روابط بین بانک‌های ژن و بخش تحقیق و یا به‌نژادی می‌تواند واجد مزایای متقابلی باشد زیرا داده‌های به دست آمده توسط یک موسسه به‌نژادی به راحتی در اختیار یک بانک ژنِ همکار قرار می‌گیرد و این امر به نوبه خود استفاده از ژرم‌پلاسم را ترویج می‌کند. در نتیجه، چنین مجموعه‌هایی غالبا بسیار زیاد مورد استفاده قرار می‌گیرند. در بعضی از کشورها مدیریت مجموعه‌های در اختیار بانک‌های ژن می‌تواند بسیار غیرمتمرکز باشد و کاملا به فعالیت‌های یک موسسه تحقیقات و یا به‌نژادی درباره چند محصول خاص اختصاص یافته باشد. چنین مجموعه‌هایی مستعد آنند که در طولانی مدت مورد غفلت واقع شوند مگر اینکه دولت صراحتا مسئولیت ادامه نگهداری از چنین مجموعه‌های غیرمتمرکزی را بر عهده گرفته باشد. در سایر کشورها پیوندهای محکمی میان بانک‌های ژن (ملی) و فعالیت‌های حفاظت در محل[1] و حفاظت در مزرعه[2] ایجاد شده است. چنین تمهیداتی تا حد زیادی رویکردهای به اصطلاح حفاظت تکمیلی را تسهیل می‌کند که از طریق خدمات بانک‌های ژن و موسسات تحقیقاتی از یک سو رابطه میان طبیعت/زمین و از سوی دیگر رابطه میان کاربران را تقویت می‌کند و در نتیجه استفاده از منابع ژنتیکی حفظ شده را ترویج می‌نماید.

با این وجود نگهداری طولانی مدت از این مجموعه‌ها یک هدف بوده است و بسیاری از مجموعه‌ها در زمانی طولانی حفظ شده‌اند. داستان نگهداری از منابع ژنتیکی در جریان محاصره لنینگراد و مواجهه این شهر با گرسنگی، بسیار مشهور است اما مجموعه‌های دیگری نیز طی دوره‌های زمانیِ طولانی با دقت نگهداری شده‌اند. به عنوان مثال مجموعه سیب‌زمینی‌های کشورهای مشترک‌المنافع که در موسسه جیمز هاتون[3]

1. *In situ* conservation
2. On-farm conservation
3. James Hutton Institute

(موسسه تحقیقات زراعی اسکاتلند[1] سابق) در اسکاتلند نگهداری می‌شود، نتیجه چند عملیات گردآوری است که در سال‌های ۱۹۳۸ و ۱۹۳۹ میلادی انجام شده است.

کادر ۳-۲. مدیریت مجموعه‌های بانک ژن

روش‌های مناسب حفظ منابع ژنتیکی خارج از محل، موضوع تحقیقات قابل توجهی به ویژه در دهه ۱۹۸۰ بوده است. روش حفاظت خارج از محل از ژرم پلاسم بستگی به ماهیت بیولوژیکی گیاه مورد نظر دارد. گونه‌هایی که بذرهایی به اصطلاح ارتدوکس[2] تولید می‌کنند - یعنی بذرهایی که می‌توان آن‌ها را خشک و برای زمان طولانی در دمای پایین نگهداری کرد – معمولا در بانک‌های ژن نگهداری می‌شوند. گونه‌هایی که به هیچ‌وجه بذر تولید نمی‌کنند و یا از طریق رویشی[3] بذر تولید می‌کنند (و جایی که ژنوتیپ نیاز به حفاظت دارد) و یا بذرهای دارای رفتار انباری سخت[4] یا در بانک ژن درون مزرعه حفظ می‌شوند یا به عنوان بافت، رویان[5] یا حتی کشت سوسپانسیون سلولی اصطلاحا به صورت برون‌تنی[6] در بانک ژن نگهداری می‌شوند. همچنین برای برخی گونه‌ها، گرده‌ها برای مدت زمان طولانی ذخیره می‌شوند. هدف از حفاظت خارج از محل حفظ خصوصیات ژنتیکی نمونه اصلی تا حد امکان بدون جهش و رانش ژنتیکی یا تغییر مکان است.

فرایند بانک‌های ژن بذر موارد زیر را شامل می‌شود:

تمیز کردن: زمانی که بذر به طور کامل بالغ شد باید در بهترین شرایط ممکن برداشت شود و سپس با حذف بذرهای خراب یا آسیب دیده از هر گونه مواد نامطلوب پاک شود.

خشک کردن: مرحله بعدی شامل خشک کردن دسته‌های مختلف بذر با سرعت مناسب است تا از ترک‌خوردگی جلوگیری شود. این عمل باید در دمای مناسب صورت گیرد تا در ماندگاری بذر تاثیری نگذارد. به طور کلی دانه‌های روغنی را می‌توان بیشتر از دانه‌های نشاسته‌دار خشک کرد – یعنی رطوبت ۱ درصد برای دانه‌های روغنی و ۳ درصد یا بیشتر برای دانه‌های نشاسته‌ای است و دمای خشک شدن آن‌ها بین ۱۵ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد است.

ذخیره‌سازی: ذخیره‌سازی بذر معمولا در سردخانه‌های عمیق[7] صورت می‌گیرد. درجه حرارت واقعی به هدف ذخیره‌سازی بستگی دارد؛ برای نگهداری طولانی مدت ژرم پلاسمِ مواد جمع‌آوری پایه معمولا از دمای منفی

1. Scottish Crop Research Institute
2. Orthodox
3. Vegetatively propagated
۴. (Recalcitrant Seeds) یا بذرهای ریکالسیترنت به بذرهایی گفته می‌شود که نمی‌توان آن‌ها را بدون اینکه از بین بروند، خشک کرد و بدین ترتیب قابل ذخیره کردن نیستند.
5. Embryo
6. *In vitro*
7. Walk-in deep freezer

۱۸ درجه سانتی‌گراد استفاده می‌شود در حالی که می‌توان برای نگهداری میان مدت (۵ تا ۱۰ سال) ژرم‌پلاسم را در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد یا بالاتر ذخیره کرد. ظروف مورد استفاده باید قابل هوابندی (هرمتیک)[1] باشد تا در طول دوره ذخیره‌سازی از جابه‌جایی گازها و هوا جلوگیری کند (مثلا کیسه‌های فویل آلومینیومی سه لایه). تقسیم‌بندی بذرهایی که به تازگی وارد مجموعه می‌شوند به زیرنمونه‌هایی با اندازه مناسب و کافی برای استفاده و یا توزیع آتی، به یک روش استاندارد تبدیل شده است. برای نگهداری از بذرهای ارتدوکسِ کوچک و همچنین مواد برون‌تن، ذخیره بذرها یا کشت‌ها در دمای فوق پایین و معمولا با استفاده از نیتروژن مایع (منفی ۱۹۶ درجه سلسیوس) و از روش انجماد[2] استفاده می‌شود. در این دما تمام تقسیمات سلولی و فرایندهای متابولیکی متوقف می‌شود و به تبع آن می‌توان مواد گیاهی را بدون تغییر و تبدیل برای مدت نامحدود ذخیره کرد (انگلمن، ۱۹۹۷).

پایشِ زیستایی[3]: برای انواع بذرهای ذخیره شده باید برنامه سنجش زیستایی تهیه کرد. این سنجش امکان پیش‌بینی نسبتا دقیقِ زمان شروع کاهش زیستایی بذر را فراهم می‌آورد و در نتیجه می‌توان بذرهای در خطر را با بذرهای تازه تعویض کرد.

احیاء: هنگامی که زیستایی بذرهای ذخیره شده به زیر حد آستانه تعیین شده برسد یا مقدار بذر ذخیره شده برای یک فعالیت معین از حداقل میزان مورد نیاز کمتر باشد، بذر مورد نظر را باید تحت شرایط اکولوژیکی مناسب پرورش داد تا ژرم‌پلاسم احیا شود و یا میزان ذخیره بذر مورد نیاز افزایش یابد.

برای مطالعه بیشتر روش‌های دقیق خشک کردن بذر، ذخیره‌سازی و پایش زیستایی بسیاری از گونه‌های زراعی به پایگاه دانش زراعی[4] مراجعه کنید. استانداردهای ذخیره‌سازی بذر در بانک‌های ژن توسط سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد و موسسه بین‌المللی منابع ژنتیکی گیاهی[5] تدوین و توصیه شده است و جزییات مرتبط با حفاظت از بانک‌های ژنِ بذر، در مزرعه و برون‌تنی هم اکنون نیز در حال بازنگری است.

با گذشت چند سال برنامه‌های ملی منابع ژنتیک، شروع به اجرای مقررات گسترده کردند. منابع ژنتیکی حیوانی غالبا در زمره منابع ژنتیکی گیاهی قرار می‌گرفت. افزون بر این، برنامه‌های ملی نه تنها به پویایی تنوع ژنتیکی بلکه به تعامل بین گونه‌های زراعی (گاهی اوقات گونه‌های کشت‌نشده) و حیوانات مزرعه و همچنین به نقش گونه‌های گیاهی و جانوری در محیط اگرواکولوژیک عمومی، توجه نشان دادند. به طور خلاصه ادغام فعالیت‌های بانک ژن در یک برنامه ملی منابع ژنتیکی، چشم‌انداز را گسترش می‌دهد، مسئولیت‌های

1. Hermetic
2. Cryopreservation
3. Viability
4. http://cropgenebank.sgrp.cgiar.org
5. International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI)

بانک ژن را افزایش می‌دهد و تعیین اولویت‌های متعادل‌تر و واقع‌بینانه‌تر را ترویج می‌کند. به طور کلی اینگونه برنامه‌ها یا نظام‌های ملی، همگی موجب ایجاد یک بستر هماهنگ در سطح ملی برای حفظ و استفاده پایدار از منابع ژنتیکی می‌شوند و بنابراین پایه و اساس مهمی برای فعالیت‌های منطقه‌ای و جهانی فراهم می‌کنند (اسپیلین و همکاران، ۱۹۹۹). به هر روی علیرغم توجه روزافزون کنوانسیون تنوع زیستی به تنوع زیستی کشاورزی، ساختار و حوزه عمل اکثر برنامه‌های ملی به سازمان‌ها و نهادهای کشاورزی محدود مانده است و غالبا ارتباط آن با دیگر سازمان‌ها و نهادهای دخیل در امر حفاظت از تنوع زیستی وحشی ضعیف است.

منشا تعهدات بین‌المللی حفظ منابع ژنتیکی گیاهی

علیرغم هشدارهای اولیه اشخاصی همچون هری هارلان خطاب به بخش اکتشاف و معرفی گیاهانِ وزرات کشاورزی ایالات متحد آمریکا (هارلان و مارتینی، ۱۹۳۶)، از دست دادن منابع ژنتیکی و نیاز به حفظ تنوع ژنتیکی به عنوان یک مسئله بین‌المللی در اواسط دهه ۱۹۶۰ میلادی مطرح شد. به نظر می‌رسد متخصصان ژنتیک و به‌نژادگران گیاهان به طور روزافزون نسبت به این مسئله در طول دهه ۱۹۵۰ آگاه بودند و جک هارلان طی سمپوزیوم منابع ژنتیکی در آکادمی علوم آمریکا در سال ۱۹۵۹ توجه‌ها را به این موضوع معطوف نمود (هارلان، ۱۹۶۱). در دهه ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ این دغدغه به یک سری برنامه‌ها و ابتکارات تبدیل شد که پایه و اساس یک تلاش بین‌المللی در خصوص منابع ژنتیکی گیاهی را ایجاد کرد.

سازمان خواربار و کشاورزی (فائو) به عنوان بخشی از سازمان ملل متحد همچون قطب مهم فعالیت‌های مرتبط با حفاظت و استفاده از منابع ژنتیکی مورد توجه قرار گرفت. در سال ۱۹۵۷ فائو «خبرنامه معرفی گیاهان فائو[1]» را به منظور تشویق گردش مواد ژنتیکی بین موسسات مختلف راه‌اندازی کرد و خیلی زود پس از آن از کشورهای جهان برای جمع‌آوری و ایجاد مراکز منطقه‌ای منابع گیاهی در ترکیه، اتیوپی و افغانستان حمایت نمود. نشست فنی بهره‌برداری و معرفی گیاهان که در ژوئیه ۱۹۶۱ در رم برگزار شد، اولین رویداد بین‌المللی بود که به موضوع از بین رفتن تنوع ژنتیکی پرداخت. این امر باعث شد تا در سال ۱۹۶۵ هیاتی از متخصصانِ اکتشاف و معرفی گیاهان تشکیل شود. این گروه بین سال‌های ۱۹۶۵ تا ۱۹۷۴ برای مشورت در مورد این موضوع و تعیین دستورالعمل‌های بین‌المللی برای جمع‌آوری، حفاظت و تبادل ژرم‌پلاسم، جلساتی در فائو برگزار می‌کردند. در پی سلسله‌ای از گفتگوهای بین‌المللی، سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد

1. FAO Plant Introduction Newsletter

زیر مجموعه جدیدی با عنوان اکولوژی گیاهان و منابع ژنتیکی[1] در بخش تولید و حفاظت از گیاهان خود تاسیس کرد.

برنامه بین‌المللی زیست‌شناسی[2] که در سال ۱۹۶۴ توسط شورای بین‌المللی اتحادیه‌های علمی با حمایت یونسکو آغاز به کار کرد، در هم‌افزایی و رقابت با سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد عرصه دومی به وجود آورد تا به طرح مسئله منابع ژنتیکی و راه‌حل‌های مرتبط با آن بپردازد. این برنامه شامل بخشی به نام استفاده و مدیریت منابع بیولوژیکی بود که با کمیته‌ای در خصوص خزانه ژنی گیاهان[3] به سرپرستی اتو فرانکل[4] (متخصص ژنتیک و به‌نژادگر) همکاری می‌کرد. اگرچه برنامه بین‌المللی زیست شناسی قویا به رویکردهای محیطی و جمعیتی تمایل داشت، اما این بخش خاصِ برنامه خود را بیشتر روی جنبه‌های علمی حفاظت و استفاده از دیدگاه به‌نژادی متمرکز کرده بود.

سومین عنصر مهم، ایجاد هیات بین‌المللی منابع ژنتیکی گیاهی (IBPGR)[5] بود. گروه مشاوره در زمینه تحقیقات بین‌المللی کشاورزی[6] در سال ۱۹۷۲ برنامه اقدام در مورد منابع ژنتیک را تهیه کرد که منجر به تشکیل IBPGR در سال ۱۹۷۴ شد. اگرچه این هیات در مقر فائو قرار داشت اما در عـمل از نظر اداری و اقتصادی مستقل بود. طی ۱۵ سال بعد میان رویکرد فائو و IBPGR به بسیاری از موضوعات مهم حفاظت و استفاده از منابع ژنتیکی گیاهی فاصله فزاینده‌ای به وجود آمد تا بدانجا که در سال ۱۹۸۹ هیات امنای IBPGR موافقت کرد که کاملا از فائو جدا شود. تقریبا پنج سال بعد در سال ۱۹۹۴، IBPGR به موسسه بین‌المللی منابع ژنتیکی گیاهی[7] (IPGRI- سازمان بایوورسیتی اینترنشنال[8] فعلی) تبدیل شد.

این تـحـولات بین‌المللی و نیز تصمیـمات و توصیه‌های گوناگون سازمان‌های درگیـر در این مسـئلـه منعکس‌کننده شماری از ارزش‌های غالب زمان خود بوده است، به ویژه:

۱. از بین رفتن تنوع زیستی در نظام‌های تولید محصولات کشاورزی (و به دنبال آن از بین رفتن ارقام سنتی) نتیجه غیرقابل پیشگیری و ضروریِ توسعه کشاورزی بوده است. انقلاب سبز راهبردی اساسی در تـلاش‌های جهانی برای تغذیه جـهان محسوب می‌شـد اما به از بین رفتن تنوع زیستی سرعت بخشید.

1. Plant Ecology and Genetic and Genetic Resources
2. The International Biological Program (IBP)
3. Plant gene pools
4. Otto Frankel
5. The International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR)
6. The Consultative Group on International Plant Genetic Resources Institute
7. The International Plant Genetic Resources Institute
8. Bioversity International

۲. منابع ژنتیکی میراث جهانی محسوب می‌شود که به‌نژادگران گیاهان می‌توانند بدون هیچ هزینه‌ای به آن دسترسی داشته باشند. نوآوری‌ها در زمینه ارقام زراعی در بهترین حالت تلاشی برای چینش مجدد ژن‌هایی در نظر گرفته می‌شد که پیشتر به صورت پراکنده در ارقام مختلف وجود داشتند. باید از هر طریق دسترسی آزاد به رقم‌های مختلف، تسهیل و مبادلات بین‌المللی ارقام بهبود یافته نیز تقویت شود.

۳. حفاظت از منابع ژنتیکی گیاهی باید بر توسعه بانک‌های ژن خارج از محل در موسساتی در سراسر جهان متمرکز باشد تا بتوان از آن‌ها در سطح بین‌المللی حمایت کرد و آن‌ها را قادر ساخت مواد ژنتیکی را در اختیار کاربران بالقوه (به‌نژادگران گیاهان و جامعه تحقیقاتی) قرار دهند.

اینها مواردی بود که باید در دهه‌های آتی مورد بحث قرار می‌گرفت.

مباحث سیاسی در خصوص حفاظت

در خلال دهه‌های ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰ بحث و گفتگوهای بسیاری بر سر رویکرد در حال توسعه بین‌المللی و وابستگی آن به حفاظت خارج از محل در گرفت؛ بانک‌های ژن نسبتا غنی که عمدتا در کشورهای شمال قرار داشت یا بانک‌های ژنی که بخشی از گروه مشاوره برای تحقیقات بین‌المللی کشاورزی[1] را تشکیل می‌دادند موضوع بحث‌ها بودند. در سال ۱۹۷۹ پاتریک مونی[2] کتاب بذرهای زمین[3] را به رشته تحریر درآورد و در آن فرسایش ژنتیکی و تصاحب منابع را توسط کشورهای شمال محکوم کرد و در سال ۱۹۸۴ صندوق بین‌المللی پیشرفت روستایی[4] را به همراه کری فاولر[5] تاسیس کرد. دولت‌های چند کشور در حال توسعه از توسعه ثبت اختراعات بیوتکنولوژی ابراز نگرانی کردند و این در حالی بود که منابع ژنتیکی در کشورهای در حال توسعه به صورت رایگان در دسترس بود و پرسش‌هایی در خصوص احتمال اِعمال حقوق مالکیت معنوی بر نمونه‌های مجموعه‌های در اختیار مرکز گروه مشاوره برای تحقیقات بین‌المللی کشاورزی مطرح شد. برداشت مونی (۱۹۷۹) از این جریانات این بود که «از جهان سوم دعوت شده است تا تمام تخم مرغ‌های خود را درون سبد شخص دیگری قرار دهد».

مسائل مربوط به حفاظت از منابع ژنتیکی که تا آن زمان تا حد زیادی ماهیت فنی داشتند، به طور فزاینده‌ای سیاسی شدند. در سال ۱۹۸۱ گروه ۷۷ از پیشنهاد مکزیک در کنفرانس فائو، بالاترین نهاد

1. The Consultative Group for International Agricultural Research (CGIAR)
2. Patrick Mooney
3. Seeds of the Earth
4. The Rural Advancement Fund International
5. Cary Fowler

تصمیم‌گیری در فائو (قطع‌نامه ۶/۸۱ از بیست و یکمین کنفرانس فائو در نوامبر ۱۹۸۱) حمایت کرد و خواستار تدوین کنوانسیونی بین‌المللی شدند که مستقل از CGIAR یک نظام بانک ژن جدید ایجاد کند، امری که می‌توانست IBPGR را مجددا تحت کنترل فائو قرار دهد. تعهد بین‌المللی در مورد منابع ژنتیکی در سال ۱۹۸۳ مورد مذاکره قرار گرفت و طی آن منابع ژنتیکی مجددا به عنوان «میراث مشترک بشریت» شناخته شد. کمیسیون منابع ژنتیکی گیاهی فائو در همان سال به منظور نمایندگی بهتر کشورهای در حال توسعه و بحث در مورد موضوعات مربوط به حقوق کشاورزان تشکیل شد. IBPGR علی‌رغم مذاکرات چندگانه میان گروه مشاوره برای تحقیقات بین‌المللی کشاورزی و فائو تا حدی به این انتقادها و ادعاها پاسخ داد. اگرچه به طور فزاینده‌ای به حمایت از توسعه برنامه‌های ملی و ظرفیت‌سازی توجه می‌شد، اما تلاش‌ها همچنان بر گردآوری مواد ژنتیکی و جنبه‌های فنی حفاظت خارج از محل متمرکز مانده بود. در دهه ۱۹۹۰ موسسه بین‌المللی منابع ژنتیکی گیاهی[1] (جانشین IBPGR) بسیار زیاد نسبت به ابعاد سیاسی حفاظت و استفاده از منابع ژنتیکی حساس شد و یک برنامه اقدام گسترده را در زمینه حفاظت در مزرعه آغاز کرد.

اسکویناس آلکازار و همکارن (۲۰۱۲) دو موضوع مهم را که در آن زمان بر بحث‌ها حاکم بود مشخص کردند:

۱. منابع ژنتیکی گیاهی در سراسر جهان یافت می‌شود، اما بیشترین تنوع در مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری موجود است که بیشترین کشورهای در حال توسعه نیز در آن مناطق قرار دارند. زمانی که بذرهای موجود در بانک‌های ژرم پلاسم اغلب از کشورهای توسعه یافته جمع‌آوری و ذخیره می‌شوند، این پرسش مطرح می‌شود که نمونه‌های ذخیره شده به چه کسی تعلق دارند؟ به کشوری که نمونه‌ها از آن جمع‌آوری می‌شود؟ به کشوری که نمونه‌ها در آن نگهداری می‌شود؟ یا به کل بشریت؟

۲. اگر رقم‌های جدید در نتیجه استفاده از فناوری در زمینه مواد اولیه یا منابع ژنتیکی به دست آمده‌اند، چرا حقوق ارائه دهندگان این فناوری به رسمیت شناخته می‌شود (حقوق به‌نژادگران گیاهان، ثبت اختراعات و غیره) و نه حقوق مهیا کنندگان منابع ژنتیکی؟

راه‌اندازی کمیسیون و امضای تفاهم‌نامه بین‌المللی در مورد منابع ژنتیکی گیاهی برای غذا و کشاورزی[2] در سال ۱۹۸۳ چارچوبی برای توسعه بیشتر سیاست‌های بین‌المللی در زمینه منابع ژنتیکی ایجاد کرد. نیاز به در پیش گرفتن رویکردی که منعکس‌کننده واقعیت‌های کشاورزی و روش‌های استفاده از منابع در

1. The International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI)
2. The International Undertaking on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture.

کشاورزی باشد به شدت احساس می‌شد. یک نگرانی در خصوص رویکرد CBD در زمینه تنوع زیستی (این کنوانسیون در سال ۱۹۹۲ لازم الاجرا شد) وجود داشت که بر مسئولیت کشورها و حقوق حاکمیتی و تاثیر احتمالی بر استفاده از منابع ژنتیکیِ موافقت‌نامه جنبه‌های تجاری حقوق مالکیت معنوی[1] تاکید داشت. در نتیجه مجموعه‌ای از مذاکرات طولانی و اغلب دشوار اعضای کمیسیون در سال ۲۰۰۱ بر سر وضع معاهده منابع ژنتیکی گیاهی برای غذا و کشاورزی[2] به موافقت رسیدند که مقررات آن به برخی از خصوصیات خاص تنوع زراعی، مدیریت و استفاده از آن پاسخ می‌داد. علاوه بر مباحث ذکر شده در بالا، پیمان باید حقوق کشاورزان در خصوص منابع ژنتیکی که طی نسل‌های متمادی توسعه یافته و حفظ شده بود را رعایت می‌کرد و با به کارگیری روش‌هایی که دسترسی جهانی به منابع ژنتیکی را از طریق نظام چندجانبه مبادله عملیاتی می‌کرد نیز توجه می‌نمود؛ نظامی که از رویکرد دوجانبه کشور محورِ کنوانسیون تنوع زیستی در تبادل تنوع زیستی فراتر می‌رفت.

جنبه‌های فنی حفاظت از تنوع زیستی نیز در طول دهه‌های ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰ مورد بحث و گفتگو بود. حتی در مباحث فنی اولیه در دهه ۱۹۷۰ بحث بر سر شایستگی نسبی رویکردهای ایستای حفاظت خارج از محل و رویکردهای پویای حفاظت در محل وجود داشت (پیستوریوس، ۱۹۹۷ را مطالعه کنید)، اما رویکرد حفاظت در محل به ویژه به این دلیل که ارقام سنتی به دلیل توسعه کشاورزی و تولید گیاهان مدرن به سرعت از بین می‌روند، تا حد زیادی مهجور ماند (فرانکل و سوله، ۱۹۸۱). با این حال و بنا به دلایلی متعدد محصولات و ارقام سنتی به وضوح در بسیاری از نظام‌های تولید کشاورزی بر جای ماندند و دست‌اندرکاران حفاظت و سازمان‌های مردم‌نهاد هم صدا با کشاورزان و جوامع محلی معتقد بودند که ارزش آن‌ها باید به رسمیت شناخته شود و از آن‌ها حمایت شود (برای بحث بیشتر در این زمینه آلتییری و مریک، ۱۹۸۷؛ براش، ۲۰۰۰ را مطالعه کنید).

کنوانسیون تنوع زیستی و دیدگاه اکوسیستمی

لازم‌الاجرا شدن کنوانسیون تنوع زیستی در سال ۱۹۹۲ «قوانین بازی» بین‌المللیِ مرتبط با تنوع زیستی کشاورزی را به طور قابل توجهی تغییر داد. ماده ۱ کنوانسیون چنین بیان می‌دارد که: «اهداف این کنوانسیون که باید برابر مقررات مربوط آن اقدام شود، عبارتند از حفظ تنوع زیستی، استفاده پایدار از عناصر آن،

---

۱. The Trade-Related Aspects of Intellectual Property Rights (TRIPS) - این موافقت‌نامه به عنوان بخشی از موافقت‌نامه موجد سازمان تجارت جهانی در سال ۱۹۹۴ به تصویب رسید (مترجم).

2. Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture

سهیم‌شدن عادلانه و برابر در مزایای حاصل از کاربرد منابع ژنتیکی از جمله از طریق دسترسی مناسب به منابع ژنتیکی و انتقال صحیح فناوری‌های مرتبط با در نظر گرفتن کلیه حقوق مربوط به آن منابع و فناوری‌ها و همچنین از طریق تامین مالی مناسب و کافی».

بنابراین، در حالی که کنوانسیون به مفهوم تنوع زیستی در معنای موسع آن توجه دارد، همچنان از عبارت منابع ژنتیکی استفاده می‌کند و بر اهمیت تسهیم عادلانه و منصفانه مزایای ناشی از استفاده از آن تاکید می‌ورزد. این امر حقوق حاکمیتی کشور بر منابع خود را جایگزین مفهوم میراث جهانی بشریت کرد. تصور می‌شد که چنین نظامی سبب می‌شود که کشورها دسترسی به منابع درون مرزهای خود را قانونمند کنند. در واقع کنوانسیون تنوع زیستی موارد زیر را به رسمیت می‌شناسد: ۱) حاکمیت کشورها بر «منابع بیولوژیکی»، از جمله منابع ژنتیکی خود (ماده ۱۵)، ۲) تعهد به تسهیم مزایای ناشی از استفاده از این منابع با کشورهای مبدا منابع ژنتیکی و جوامع محلی و بومی (ماده 8j و ماده ۱۵) و ۳) وجود و لزوم احترام به حقوق مالکیت معنوی بر مواد بیولوژیکی (بند ۵ ماده ۱۶). این کنوانسیون حفاظت از تنوع زیستی را تا حد زیادی با ارزش بازاری اجزای آن یعنی «منابع بیولوژیکی» پیوند داد که مستعد آن هستند که توسط حقوق مالکیت معنوی مصادره شوند (اوبرتن و همکاران، ۲۰۰۷).

اخیرا کشورهای عضو کنوانسیون تنوع زیستی بر سر یک پروتکل بین‌المللی جدید مذاکره می‌کنند که با اتخاذ تدابیری از تسهیم عادلانه منافع با کشورهایی که امکان دسترسی به منابع ژنتیکی را در درون مرزهای خود فراهم می‌کنند، اطمینان حاصل گردد: پروتکل ناگویا در مورد دسترسی به منابع ژنتیکی و تسهیم عادلانه و منصفانه منافع حاصل از استفاده آن‌ها، الحاقی به کنوانسیون تنوع زیستی[1]، مصوب سال ۲۰۱۰.

یکی دیگر از عناصر مهم کنوانسیون تنوع زیستی برای حفظ تنوع محصولات زراعی است که به حفاظت در محل رسمیت و اعتبار بخشیده شود. بدین ترتیب «حفاظت در محل، به حفاظت از اکوسیستم‌ها و زیستگاه‌های طبیعی و نگهداری و احیای جمعیت‌هایی از گونه‌ها در محیط طبیعی آن‌ها و همچنین حفاظت از گونه‌های اهلی یا زراعی در محیط‌هایی که خصوصیات ویژه خود را در آن توسعه بخشیده‌اند، گفته می‌شود».

این شناخت را می‌توان نتیجه درکی جدید و جامع از حفاظت از تنوع زیستی و همزمان به عنوان رویدادی تلقی کرد که به تحکیم این درک جدید یاری رساند. در دهه ۱۹۹۰ علاقه روزافزونی به حفاظت در محل ایجاد شده بود و تعدادی از برنامه‌های تحقیقاتی ملی و بین‌المللی نیز در همین زمان آغاز شد. این رویکرد

1. The Nagoya Protocol on Access to Genetic Resources and the Fair and Equitable Sharing of Benefits Arising from Their Utilization to the Convention on Biological Diversity

(که بازتاب اندیشه‌های ابتدایی بنت[1] (۱۹۷۰) و دیگر دانشمندان است) دلمشغول کاوش رویکردهای حفاظت پویا بود که بر اهمیت ادامه روند سازگاری و تکامل تاکید می‌ورزیدند. این رویکردها بر اهمیت حفظ نظام‌هایی که در آن‌ها تنوع زراعی وجود دارد و در نتیجه تعامل محیط و انسان تکامل می‌یابد، صحه می‌گذاشتند. این رویکرد جدید دانشمندان را وا می‌داشت به شیوه‌ای چندرشته‌ای‌تر نسبت به گذشته فعالیت کنند و از رشته‌های انسان‌شناسی، ژنتیک تکاملی، ژنتیک جمعیت‌ها، زیست‌شناسی حفاظتی، جامعه‌شناسی و اقتصاد نیز مدد بگیرند (بونوییل و فنزی، ۲۰۱۱/۲۰۱۲).

در کنار دیگر برنامه‌ها، اجرای کنوانسیون تنوع زیستی مستلزم توسعه تعدادی از برنامه‌های اقدام بود که کشورها را ملزم می‌ساخت کارهایی را در حوزه‌های کلیدیِ حفاظت انجام دهند. برنامه اقدام تنوع زیستی کشاورزی[2] در سال ۲۰۰۲ به تصویب رسید. کنوانسیون تنوع زیستی تصریح می‌دارد که تنوع زیستی کشاورزی کلیه مولفه‌های تنوع بیولوژیکی مرتبط با غذا و کشاورزی و نیز کلیه مولفه‌های تنوع زیستی که مقوم بوم‌نظام‌های کشاورزی است را در بر می‌گیرد که در مجموع اکوسیستم کشاورزی[3] نامیده می‌شوند: تنوع و گوناگونی حیوانات، گیاهان و ریزموجودات در سطح ژنتیکی، گونه‌ها و اکوسیستم که برای حفظ کارکردهای کلیدی اکوسیستم و ساختار و فرایندهای آن ضروری است (COP decision V/5). در ادامه برنامه اقدام آمده است که تنوع زیستی کشاورزی نتیجه تعامل میان منابع ژنتیکی، محیط زیست و نظام‌های مدیریتی و شیوه‌های مورد استفاده کشاورزان است. این امر نتیجه انتخاب طبیعی و ابتکار انسان در طول هزاره‌ها است. برنامه اقدام، این ابعاد تنوع زیستی کشارزی را مشخص می‌کند: ۱) منابع ژنتیکی برای غذا و کشاورزی؛ ۲) مولفه‌های تنوع زیستی که از خدمات اکوسیستم پشتیبانی می‌کنند؛ ۳) عوامل غیر زنده و ۴) ابعاد اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی.

به این ترتیب منابع ژنتیکی گیاهی و حفاظت و استفاده از آن‌ها در بستر وسیع‌تری از تنوعِ درون نظام کشاورزی قرار داده شده و در برنامه‌های اقدام کنوانسیون تنوع زیستی انعکاس یافته است و ابتکارات در مورد گرده‌افشانی، تنوع زیستی خاک و تنوع زیستی غذا و تغذیه را در بر می‌گیرد. کنوانسیون تنوع زیستی در تصمیمات اخیر خود در زمینه تنوع زیستی کشاورزی بر همکاری با کمیسیون منابع ژنتیکی فائو و توسعه برنامه‌های اقدام مشترک تاکید کرده و چارچوبی برای شکل‌گیری اجماع جهانی بر سر چگونگی برخورد با تنوع زیستی کشاورزی در سطح بین‌المللی ایجاد کرده است.

1. Bennett
2. Convention on Biological Diversity's (CBD) Program of Work on Agricultural Biodiversity
3. Agro-ecosystems

جدول ۳-۱. مزایای تنوع زیستی برای کشاورزی از طریق خدمات اکوسیستمی. برگرفته از ام‌ای (۲۰۰۵)

خدمات فراهم‌کننده	خدمات تنظیمی	خدمات حمایتی	خدمات فرهنگی
غذا و عناصر غذایی	تنظیم آفات	تشکیل خاک	باغ‌های مقدس به عنوان منابع
سوخت	کنترل فرسایش خاک	حفاظت از خاک	غذا و آب
خوراک دام	تنظیم اقلیم	چرخه مواد مغذی	تنوع سبک زندگی کشاورزی
دارو	تنظیم مخاطرات طبیعی	چرخه آب	مخازن مواد ژنتیکی
الیاف و پارچه	(خشکسالی، سیل و		پناهگاه‌های گرده‌افشانی
مواد صنعتی	آتش‌سوزی)		
مواد ژنتیکی برای رقم‌های	گرده‌افشانی		
اصلاح شده و عملکرد			
مقاومت در برابر آفات			

با گـذشت سال‌ها تصمیم‌های کنفرانس‌های کنوانسیون تنوع زیستی به طور فزاینده بر اهمیت دیدگاه اکوسیستم تاکید کرده است. این موضوع تا حدودی نشان دهنده اهمیت چارچوب‌هایی است که در ارزیابی اکوسیستم هزاره ایجاد و ارائه شده است. این ارزیابی که در سال ۲۰۰۵ منتشر شد نقطه عطفی در پیوند تنوع زیستی وحشی و زراعی و نیز اقلیم تحت دسته‌بندی «خدمات بوم‌نظام‌های جهانی» بود (ام‌ای، ۲۰۰۵). بنابراین اخیرا تنوع ژنتیکی گیاهان زراعی به عنوان امری ضروری در تامین خدمات اکوسیستم، ضروری تلقی می‌شود (جدول ۳-۱) و تنوع ژنتیکی نه تنها برای خدمات تامینی اکوسیستم (غذا، علوفه، سوخت، دارو و غیره) بلکه برای خدمات حمایتی، تنظیمی و فرهنگی نیز ضـرورت دارد. خدمات اکوسیستم و عملکرد اکوسیستم به طور فزاینده‌ای به مثابه عامل ارتقای پایداری نظام کشاورزی و پاسخ به تغییر اقلیم در نظر گرفته می‌شود. تنوع زیستیِ زراعی در سطح ژن، گونه‌ها و اکوسیستم به افزایش سازگاری و تاب‌آوری در برابر تغیـیر اقلیم منجر می‌شـود. از اینرو ارتقای تنوع زراعی بـرای سازگاری محلی و تاب‌آوری بوم‌نظام‌های کشاورزی بسیار حائز اهمیت است (اورتیز، ۲۰۱۱).

به عقیده بونوییل و فنزی[1] (۲۰۱۲/۲۰۱۱) می‌توان دو الگوواره مختلفی که در خصوص حفاظت و استفاده از تنوع گیاهان زراعی کاربرد دارند را شناسایی کرد. الگوواره نخست (که در طول بیشترین سال‌های قرن بیستم کاربرد داشت) تنوع زراعی را اساسا به عنوان یک منبع تلقی می‌کرد. منابع ژنتیک گیاهی به عنوان اندوخته ژن‌های مورد علاقه کشاورزی و صنایع دیگر همچون داروسازی و منسوجات در نظر گرفته می‌شد. این الگوواره بر استفاده از بانک ژن‌های خارج از محل برای حفاظت از تنوع زیستی و اهمیت روزافزون

1. Bonneuil and Fenzi

متخصصان در مدیریت، نگهداری و استفاده از تنوع زیستی تاکید داشت؛ دیدگاهی که منابع ژنتیکی را به عنوان میراث مشترک بشریت می‌دید که وظیفه تامین منافع عمومی جهان را بر عهده داشت.

بنا به استدلال آن‌ها الگوواره دوم به تنوع ژنتیکی به مثابه مولفه‌ای از یک نظام بیولوژیکی پویا و بخشی از مجموعه در حال تغییر و تحول اکوسیستم نگاه می‌کند. در خصوص حفاظت در محل و مدیریت شرایطی که در آن تکامل و سازگاری بتواند در درون نظام تولید ادامه یابد نگرانی‌هایی وجود دارد. کشاورزان، جوامع روستایی و مردم بومی به عنوان گروه‌هایی شناخته می‌شوند که نقشی اساسی در حفاظت از تنوع ژنتیکی ایفا می‌کنند و بر رویکردهای مشارکتی در زمینه حفاظت و استفاده از تنوع ژنتیکی تاکید می‌شود. این الگوواره همچنین حاکمیت ملی بر منابع ژنتیکی و امکان توسعه اشکالی از حفاظت را به رسمیت می‌شناسد که تحت حقوق و مسئولیت‌های مشخص، مالکیت گروه‌های ذینفع بر منابع ژنتیکی را مدون می‌کنند: ارتباطاتی که (از نظر تکامل، جریان ژنی و گزینش) میان خویشاوندان وحشی وجود دارد.

کمیسیون منابع ژنتیکی غذا و کشاورزی فائو (CGRFA)[1]، معاهده بین‌المللی منابع ژنتیکی گیاهی برای غذا و کشاورزی (ITPGRFA)[2] و نظام در حال توسعه جهانی

در سال ۱۹۸۳ گروه مشاوره برای تحقیقات بین‌المللی کشاورزی به عنوان کمیسیون منابع ژنتیکی گیاهی تاسیس شد تا با چالش‌های سیاستی زمانه خود دست و پنجه نرم کند و با ایجاد مجمعی بین‌المللی به مسائل مرتبط با منابع ژنتیکی گیاهی بپردازد. سپس کمیسیون منابع ژنتیکی غذا و کشاورزی فائو حوزه فعالیت خود را به منابع ژنتیکی حیوانی، جنگلی و آبزیان نیز گسترش داد. در حال حاضر این کمیسیون بر تولید گزارش‌هایی درباره وضعیت منابع ژنتیکی جهان از لحاظ مولفه‌های تنوع زیستی کشاورزی نظارت دارد و به محفلی برای برنامه‌های اقدامِ مورد توافق بین‌المللی برای حمایت از حفاظت و استفاده از تنوع زیستی کشاورزی تبدیل شده است (جهت مطالعه بیشتر به نشانی www.fao.org/cgrfa مراجعه کنید).

معاهده بین‌المللی منابع ژنتیکی گیاهی برای غذا و کشاورزی در سال ۲۰۰۴ لازم الاجرا شد و توسط بیش از ۱۲۵ کشور مورد تصویب قرار گرفت. این معاهده تلاشی بود برای ایجاد یک چارچوب جهانی به منظور همکاری در زمینه منابع ژنتیکی گیاهی و ایجاد اطمینان از حفاظت و استفاده از آن‌ها به نفع همه. احتمالا این معاهده در راستای حمایت از حفاظت در مزرعه یک چارچوب حقوقی بین‌المللی ایجاد خواهد کرد و از آنجا که بیشتر کشورها آن را تصویب کرده‌اند، احتمال ایجاد چارچوب ملی مرتبط نیز وجو دارد.

1. The FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture (CGRFA)
2. The International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture (ITPGRFA)

با این حال معاهده همچنان بسیار پراکنده اجرا می‌شود و تا کنون کشورهای معدودی در جهت اجرای این معاهده در سطح ملی دست به اِعمال مقررات لازم زده‌انـد. از مفاد مهم این معاهده، ماده ۵ آن، دولت‌ها را ملزم می‌سازد که برنامه‌های حفاظت در محل (از جمله حفاظت در مزرعه) و خارج از محل را به مورد اجرا گذارند؛ ماده ۶ به استفاده پایدار از منابع ژنتیک گیاهی می‌پـردازد؛ و ماده ۱۷ به دنبال ایجاد نظام اطلاعات ملی و بین‌المللی است. یک ماده مهم دیگر ماده ۹ معاهده اسـت که حقوق کشاورزان را برای بهره‌مندی از منابع ژنتیکیِ حفظ شده توسط آن‌ها به رسمیت می‌شناسد. این معاهده همچنین یک نظام چندجانبه مبادله و تسهـیـم سود ایجاد کرده است که در حال حاضر به حدود ۳۵ محصـول زراعی عمده و بیش از ۵۰ گونه علوفه‌ای محـدود اسـت کـه برای امنیت غذایی جهانی مهم تلقی می‌شوند (برای مطالعه بیشتر به نشانی www.planttreaty.org مراجعه کنید).

می‌توان معاهده بین‌المللی منابع ژنتیکی گیاهی برای غذا و کشاورزی (ITPGRFA) را آخرین عنـصر در نظام جهانیِ در حال توسعه حفاظت و استفاده از منابع ژنتیکی گیاهی دانست. این نظام را می‌توان شامل هـمه عـناصر مختلفی دانسـت که از حفاظت تنوع ژنتیکی در سـطح بین‌المللی حمایت می‌کننـد. جـدول ۳-۲ هاجکین و همکاران (۲۰۱۲) عناصر مختلف این نظام جهانیِ در حال توسعه را شرح می‌دهند. تلاش‌های صورت گرفته در زمینه حفاظت در مزرعه را می‌توان حرکتی در جهت کسب مشروعیت بین‌المللی از این نظام جهانی و برخی از عناصری که مستقیما از آن حمایت می‌کنند دانست. برنامه جدید اقدام جهانی برای منابع ژنتیکی گیاهی که مورد توافق کمیسیون منابع ژنتیکی غذا و کشاورزی فائو واقع شده حاوی بخشی است که به حمایت از حفاظت در مزرعه و بهبود منابع ژنتیکی اختصاص دارد. بودجه شماری از پروژه‌های کشور محوری که به حفاظت در مزرعه اشتغال دارند از سوی معاهده بین‌المللی منابع ژنتیکی گیاهی برای غذا و کشاورزی تامین می‌شود.

به این خاطر که اهمیت حفاظت از تنوع ژنتیکی در درون و پیرامون محیط‌های کشاورزی به رسمیت شناخته شده، تصمیمات و برنامه‌های کنوانسیون تنوع زیستی نیز به طور فزاینده‌ای دیدگاه‌های کشاورزی را مورد توجه قرار می‌دهد. بنابراین هدف ۱۳ از اهداف تنوع زیستی آیچی[1] صراحتا بر اهمیت گونه‌های کشاورزی صحه می‌گذارد و می‌گوید: «تا سال ۲۰۲۰ تنوع ژنتیکی گیاهان زراعی، دام، حیـوانات اهلی و اقوام وحشی آن‌ها از جمله سایر گونه‌های واجد ارزش اجتماعی-اقتصادی و فرهنگی حفظ می‌شوند و راهبردهایی برای حفاظت از تنوع ژنتیکی آن‌ها و به حداقل رساندن فرسایش ژنتیکی تدوین و اجرا شده است». گروه

1. Aichi biodiversity targets

مشاوره برای تحقیقات بین‌المللی کشاورزی نیز به طریق اولی از یک دغدغه ساده که همانا حمایت از برخی منابع خاص بود به سمت توجه به عملکرد و خدمات اکوسیستم و پایداری حرکت کرد و بدین ترتیب دیدگاه‌های اکوسیستمی را در کار خود بازتاب داد. با این حال کنوانسیون تنوع زیستی و معاهده بین‌المللی منابع ژنتیکی گیاهی برای غذا و کشاورزی هنوز سپهرهای مفهومیِ متفاوتی را اشغال کرده‌اند. معاهده بین‌المللی منابع ژنتیکی گیاهی برای غذا و کشاورزی به طور قابل توجهی دغدغه حفاظت خارج از محل دارد و به نگهداری کارآمد از مجموعه نمونه‌های ارقام منفرد اهمیت می‌دهد. معاهده صراحتا بر اهمیت بانک‌های ژن بین‌المللی کمیسیون منابع ژنتیکی غذا و کشاورزی فائو و اقدامات اتحادیه جهانی تنوع زیستی گیاهان زراعی[1] صحه می‌گذارد. دغدغه کنوانسیون تنوع زیستی در درجه اول به دیدگاه‌های اکوسیستم و حفاظت در محل معطوف است.

جدول ۳-۲. عناصر یک نظام بالقوه جهانی که از حفاظت و استفاده از منابع ژنتیکی گیاهی حمایت می‌کند.

عناصر	اهداف و نکته‌ها
*کنوانسیونهای بین‌المللی	
*کمیسیون منابع ژنتیکی غذا و کشاورزی فائو (CGRFA)	کمیسیون در تلاش است تا با ترویج حفاظت از منابع ژنتیکی، استفاده پایدار (از جمله مبادله) و تسهیم عادلانه و منصفانه مزایای ناشی از استفاده از آن‌ها امنیت غذایی جهانی و توسعه پایدار را تضمین نماید. این کمیسیون منابع ژنتیکی حیوانی، آبزی، جنگلی و منابع ژنتیکی میکروبی را همگام با مسائل میان رشته‌ای و چشم‌اندازهای اکوسیستمی پوشش می‌دهد. این کمیسیون جهت هدایت تلاش‌های خود به تهیه یک برنامه اقدام چندساله مبادرت ورزیده است.
*معاهده بین‌المللی منابع ژنتیکی گیاهی برای غذا و کشاورزی (ITPGRFA)	اهداف این معاهده حفاظت و استفاده پایدار از منابع ژنتیکی گیاهی برای غذا و کشاورزی و همچنین تسهیم منصفانه و عادلانه مزایای ناشی از استفاده از آن‌ها است. هدف این معاهده شناخت سهم عظیم کشاورزان در تنوع محصولات کشاورزی جهان است و همچنین درصدد ایجاد یک نظام جهانی برای دسترسی کشاورزان، به‌نژادگران و دانشمندان به منابع ژنتیکی گیاهی و نیز حصول اطمینان از تسهیم مزایای آن‌ها با کشورهایی تامین‌کننده منابع ژنتیکی است.

1. The Global Crop Diversity Trust

ادامه جدول ۳-۲.

عناصر	اهداف و نکته‌ها
*مرام‌نامه بین‌المللی جمع‌آوری و انتقال ژرم‌پلاسم گیاهان[1]	هدف این مرامنامه ترویج جمع‌آوری منطقی و استفاده پایدار از منابع ژنتیکی و جلوگیری از فرسایش ژنتیکی و حمایت از منافع اهداکنندگان و جمع‌آوری‌کنندگان ژرم‌پلاسم است. این مرامنامه حداقلِ مسئولیت جمع‌آوری کنندگان، حامیان مالی، متولیان و بهره‌برداران از ژرم پلاسم جمع‌آوری شده و انتقال داده شده را تعیین می‌کند. مرامنامه در کنفرانس فائو به سال ۱۹۹۳ و از طریق کمیسیون منابع ژنتیکی غذا و کشاورزی فائو تصویب شد که مسئولیت نظارت بر اجرا و بررسی آن را نیز بر عهده دارد.
برنامه اقدام کنوانسیون تنوع زیستی در خصوص تنوع زیستی کشاورزی	هدف از این برنامه‌ها ترویج اثرات مثبت و کاهش اثرات منفی رویه‌های کشاورزی بر تنوع زیستی در بوم‌نظام‌های زراعی و اتصال آن‌ها به سایر اکوسیستم‌ها و کار در جهت حفظ و استفاده پایدار از منابع ژنتیکی گیاهی برای غذا و کشاورزی و تسهیم عادلانه و منصفانه از مزایای ناشی از آن است. برنامه اقدام کنوانسیون تنوع زیستی کشاورزی آخرین بار در سال ۲۰۰۸ مورد بررسی قرار گرفت. تصمیم شماره X/34 دهمین کنفرانس اعضا (COP-10) توجه خود را بر اهمیت کار بر روی خویشاوندان وحشی گندم مبذول داشت و اعضا در مورد همکاری با کمیسیون منابع ژنتیکی غذا و کشاورزی فائو و معاهده بین‌المللی منابع ژنتیکی گیاهی برای غذا و کشاورزی در مورد فعالیت‌های مشخص شده به توافق رسیدند. در COP10 اعضا توافق کردند تا پروتکل ناگویا در مورد دسترسی و تسهیم مزایا مورد تصویب قرار گیرد.
*موافقت‌نامه‌های منطقه‌ای در آسیا، آفریقا، آمریکای جنوبی و اروپا	
شبکه‌های منطقه‌ای	این بخش حدود ۱۸ شبکه منطقه‌ای و زیرمنطقه‌ای را شامل می‌شود که در دومین گزارش وضعیت منابع ژنتیکی گیاهی جهان مشخص شدند.
*شبکه‌های گیاهان زراعی	اهداف آن معمولا حمایت از تمام اقدامات مربوط به گیاهان خاص است. شبکه‌ها اغلب تمرکز زیادی بر ژنتیک و به‌نژادی دارند.
*شبکه‌های موضوعی	به عنوان مثال شامل: سازمان بین‌المللی گیاهان زراعی برای آینده[2] که تمرکز آن بر گونه‌هایی است که کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرند؛ گروه تخصصی خویشاوندان وحشی گونه‌های زراعی در اتحادیه بین‌المللی حفاظت از طبیعت[3]؛ سازمان بین‌المللی حفاظت از باغ‌های گیاه‌شناسی[4].

1. International Code of Conduct for Plant Germplasm Collecting and Transfer
2. Crops for the Future
3. IUCN
4. Botanic Gardens Consrvation International

ادامه جدول ۳-۲.

عناصر	اهداف و نکته‌ها
انجمن‌ها و اتحادیه‌های بین‌المللی در زمینه منابع ژنتیکی گیاهی برای غذا و کشاورزی	به عنوان مثال شامل: اتحادیه بین‌المللی حفاظت از طبیعت، برنامه تحقیقات بین‌المللی دایورسیتاس[1] و مجمع جهانی برای ستاد بینادولتی علمی-سیاستی تحقیقات کشاورزی در خصوص تنوع زیستی و خدمات اکوسیستمی[2].
انجمن‌ها و اتحادیه‌های منطقه‌ای در زمینه منابع ژنتیکی گیاهی برای غذا و کشاورزی	برای هر منطقه وجود دارد البته با ساختارها، سازمان‌ها و دغدغه‌های اندکی متفاوت که شامل موارد زیر می‌شود: انجمن تحقیقات کشاورزی در آفریقا[3]، انجمن موسسه‌های تحقیقاتی کشاورزی آسیا و اقیانوسیه[4]، مجمع تحقیقات و توسعه کشاورزی قاره آمریکا[5]، موسسه‌های تحقیقات کشاورزی آسیای میانه و قفقاز[6]، و انجمن موسسه‌های تحقیقاتی کشاورزی در غرب آسیا و شمال آفریقا[7].
*نظام جهانی اطلاعات و هشدار زودهنگام در مورد منابع ژنتیکی گیاهی برای غذا و کشاورزی [8]	وظیفه‌اش این است که وضعیت عرضه و تقاضای مواد غذایی در جهان را تحت بررسی مداوم قرار داده، گزارش‌هایی را درباره وضعیت غذای جهان منتشر کند و هشدارهای اولیه درباره وقوع بحران‌های غذایی در کشورهای خاص را اعلام نماید. برای کشورهایی که با فوریت‌های غذایی جدی روبه‌رو هستند، فائو، نظام جهانی اطلاعات و هشدار زودهنگام و برنامه جهانی غذا[9] نیز مامور ارزیابی مشترک محصولات کشاورزی و امنیت غذایی هستند.
*وضعیت جهانیِ منابع ژنتیکی گیاهی برای مواد غذایی و کشاورزی[10]	وضعیت تنوع ژنتیکی گیاهی و ظرفیت‌های محلی و جهانی را برای مدیریت در محل و خارج از محل، حفاظت و استفاده از منابع ژنتیکی گیاهی در خصوص مواد غذایی و کشاورزی، ارزیابی می‌کند.
پایگاه داده GENESYS	در حال حاضر پایگاه داده GENESYS به منظور ارتقای اطلاعات جهانی در خصوص تبادل منابع ژنتیکی گیاهی در جهان برای غذا و کشاورزی می‌کوشد امنیت و تنوع زیستی جهانی را تضمین و تقویت کند. هدف این پایگاه داده آن است که اطلاعات مربوط به تقریبا یک سوم از داده‌های بانک‌های ژن جهان را در اختیار به‌نژادگران و محققان قرار دهد.

1. Diversitas
2. The Global Forum on Agricultural Research's Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services
3. The Forum for Agricultural Research in Africa (FARA)
4. The Asia-Pacific Association of Agricultural Research Institutions (APAARI)
5. The Forum for the Americas on Agricultural Research and Technology Development (FORAGRO)
6. The Central Asia and the Caucasus Association of Agricultural Research Institutions (CACAARI)
7. The Association of Agricultural Research Institutions in the Near East and North Africa (AARINENA)
8. Global Information and Early Warning System on PGRFA
9. World Food Program
10. State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture

ادامه جدول ۳-۲.

عناصر	اهداف و نکته‌ها
*صندوق بین‌المللی و سازوکارِ مالی منابع ژنتیکی گیاهی[1]	هـدف ایـن راهبرد تامین اعتبار، افـزایـش دسترسی، شفافیت، کارایی و اثربخشی منابع مالی برای اجرای فعالیت‌های مرتبط با معاهده بین‌المللی منابع ژنتیکی گیاهی برای غذا و کشاورزی است. اهداف راهبرد تامین مالی، در کنار سایر اهداف آن ایجاد ابزار و روش‌هایی است که در تطابق با ماده ۱۸ معاهده بین‌المللی منابع ژنتیکی گیـاهی برای غذا و کشاورزی، منابع کافی را برای اجرای این معاهده در دسترس قرار دهد.
*اتحادیه جهانی تنوع زیستی گیاهان زراعی	اتحادیه از طریق جمع‌آوری وجوهی که از سوی افراد، بنیادها، شرکت‌ها و کمک‌کنندگان دولتی به یک صندوق موقوفه اهدا می‌شود تامین اعتبار می‌کند که هدف از آن حفظ مجموعه‌ای دائمی از گیاهان مهم است.
تسهیلات جهانی محیط زیست[2] (GEF)	یک سازمان مالی مستقل است که به کشورهای در حال توسعه و کشورهایی که اقتصادی در حال گذار دارند در زمینه مسایل مرتبط با تنوع زیستی، تغییر اقلیم، آب‌های بین‌المللی، تخریب زمین، لایه ازن و آلاینده‌های آلی کمک مالی اختصاص می‌دهد. اگرچه این سازمان بیشتر از پروژه‌های کشوری حمایت می‌کند اما دارای یک راهبرد جهانی اسـت و هـدف راهبردی آن حفاظت جامع[3] است که با حفاظت و استفاده از منابع ژنتیکی گیاهی در جـهان بـرای غـذا و کشاورزی در ارتـباط است. در طول ۱۰ سال گذشته تسهیلات جهانی محیط زیستِ برنامه محیط زیست سازمان ملل متحد بیش از ۱۰۰ میلیون دلار به پروژه‌های چندملیتی کمک کرده است.
*شبکه بین‌المللی مجموعه‌های خارج از محل (از جمله مجموعه‌های درون اتحادیه‌ایِ CGIAR و مرکز تحصیلات عالی و تحقیقات کشاورزی حاره‌ای[4] (CATIE) و شبکه بین‌المللی منابع ژنتیکی نارگیل[5])	در سال ۲۰۰۶، مطابق ماده ۱۵ معاهده بین‌المللی منابع ژنتیکی گیاهی برای غذا و کشاورزی، این مراکز مجموعه‌های بانک ژن سابق خود را تحت سرپرستی معاهده بین‌المللی منابع ژنتیکی گیاهی برای غذا و کشاورزی قرار دادند. در سال ۱۹۹۴ماده ۱۵ جایگزین موافقت‌نامه‌های قبلی منعقد شده بین مراکز حفاظت خارج از محل و فائو گردید.
*شبکه مناطق حفاظت در محل	دو شبکه نظام‌های میراث مهم کشاورزی جهان[6] و برنامه بشر و زیست کره[7] در حال حاضر وجود دارند.

1. International Fund and Financial Mechanism for Plant Genetic Resources
2. Global Environment Facility
3. Mainstreaming conservation
4. The Tropical Agricultural Research and Higher Education Center (CATIE)
5. The International Coconut Gene- tic Resources Network
6. Globally Important Agricultural Heritages
7. The Man and Biosphere Program

ادامه جدول ۳-۲.

عناصر	اهداف و نکته‌ها
خزانه جهانی بذر سوالبارد[1]	این خزانه برای ذخیره نسخه‌های تکثیر شده از مجموعه‌های بذرِ سراسر جهان طراحی شده است. بسیاری از این مجموعه‌ها در کشورهای در حال توسعه وجود دارد. اگر بذرها به عنوان مثال در نتیجه بلایای طبیعی، جنگ، و یا صرفا کمبود منابع از بین بروند، می‌توان مجموعه‌های بذر را مجددا از طریق استفاده از بذرهای موجود در سوالبارد بازسازی کرد.
ابتکار مشارکت جهانی برای ظرفیت‌سازی به‌نژادی گیاهان (GIPB)[2]	ماموریت ایـــن نهاد ارتقا ظرفیت کشـورهای در حـال توسعه برای بهبود گیاهان زراعی به منظور امنیت غذایی و توسعه پایدار از طریق نظام‌های بهتر اصلاح گیاهان است. بهبود عملکرد گیاهان زراعی و امنیت غذایی مبتنی بر ایجاد ظرفیت پایدار تقویت شده برای اصلاح گیاهان در سطح ملی، چشم‌انداز بلندمدت موفقیت این طرح است.
*برنامه اقدام جهانی (GPA) برای حفظ و استفاده از منابع ژنتیکی گیاهی برای غذا و کشاورزی[3]	می‌توان این برنامه را در دسته‌بندی موافقت‌نامه‌ها نیز قرار داد اما به دلیل تاکید آن بر اقداماتی که جهت پشتیبانی از اهداف حفاظت جهانی باید انجام شود، در این دسته‌بندی قرار می‌گیرد. اهداف اصلی برنامه اقدام جهانی (GPA) برای حفظ و استفاده از منابع ژنتیکی گیاهی برای غذا و کشاورزی عبارتند از: تضمین حفاظت از منابع ژنتیکی گیاهی در جهان برای غذا و کشاورزی به عنوان اســـاس امنـــیت غذایی؛ ترویج استفاده پایدار از منابع ژنتیکی گیاهی در جهان برای غذا و کشاورزی برای تقویت توسعه و کاهش گرسنگی و فقر؛ ترویج تسهیم عادلانه و منصفانه مزایای ناشی از استفاده از منابع ژنتیکی گیاهی در جهان برای غذا و کشاورزی؛ کمک به کشورها و موسسات در جهت شناسایی اولویت‌های اقدام؛ تقویت برنامه‌های موجود و افزایش ظرفیت نهادی.
مجموعه‌های بین‌المللی تحتِ MLS	این مجموعه‌ها در این دسته‌بندی گنجانده شده است تا بر این نکته تاکید کنیم که مجموعه‌های ملی به اندازه مجموعه‌های بین‌المللی بخشی از نظام جهانی هستند و به محض اینکه ذیل MLS قرار گیرند به یک منبع جهانی موثر تبدیل می‌شوند.

1. Svalbard Global Seed Vault
2. Global Partnership Initiative for Plant Breeding Capacity Building (GIPB)
3. Global Plan of Action (GPA) for the Conservation and Use of Plant Genetic Resources for Food and Agriculture

ادامه جدول ۳-۲.

عناصر	اهداف و نکته‌ها
سازمان‌های غیر دولتی بین‌المللی	شامل: اتحادیه بین‌المللی حفاظت از طبیعت، سازمان بین‌المللی حفاظت از باغ‌های گیاه‌شناسی و همچنین سازمان‌های جامعه مدنی متعهد به اهداف خاصِ حفاظت از منابع ژنتیکی گیاهی در جهان برای غذا و کشاورزی همچون کارگروه تخصصی تنوع زیستی اروپا[1]، سازمان گرین[2]، برنامه اقدام عملی[3] و غیره.
تلاش‌های تحقیقاتی بین‌المللی	فعالیت‌های تحقیقی و به‌نژادی گروه مشاوره برای تحقیقات بین‌المللی کشاورزی و سایر مراکز بین‌المللی و منطقه‌ای را شامل می‌شود.

کاربرد منابع ژنتیکی در به‌نژادی

به‌نژادی در شکل بدوی آن پس از اختراع کشاورزی و هنگامی آغاز شد که سبک زندگی انسان از شکارچی-گردآورنده به تولیدکنندگانِ یکجانشین گیاهان و حیوانات گزینش‌شده بدل گردید. تشخیص اینکه چه زمانی فنون اصلاح گیاهان زراعی باعث توسعه ارقام گیاهی جدیدی شد که پیشتر در جمعیت‌های طبیعی وجود نداشت دشوار است، اما سوابق باستان‌شناختی نشان می‌دهد که آشوری‌ها و بابلی‌ها دستکم ۲۷۰۰ سال پیش نخل خرما را به صورت دستی گرده‌افشانی می‌کرده‌اند. از قرن شانزدهم به این سو تحولات علمی مهمی رخ داد از جمله شرح گیاهان زراعی در متون گیاه‌شناسی قرن شانزدهم، شرح تولید مثل جنسی در گیاهان توسط کامراریوس[4] در سال ۱۶۹۴، نخستین مطالعه نظام‌مند در مورد دورگ‌گیری گیاهان توسط جوزف کولرویتر[5] در سال‌های ۱۷۶۰ تا ۱۷۶۶ و طبقه‌بندی گیاهان توسط کارلوس لینایوس[6] در نیمه دوم قرن هجدهم. به‌نژادی گیاهان به عنوان عملی تجاری در طول قرن نوزدهم اهمیت روزافزونی پیدا می‌کرد. شرکت‌های بذر خصوصیات نژادی خاصی را انتخاب می‌کردند و آن‌ها را با نام‌هایی معین به فروش می‌رساندند. انواع بسیاری از گیاهان زراعی که در دسترس کشاورزان بود به سرعت رشد کرد و در اواخر قرن نوزدهم و آغاز قرن بیستم غالبا تعداد بسیار زیادی از رقم‌های مختلف زراعی در دفترچه‌های راهنمای خرید بذر وارد شدند.

1. The European Topic Center on Biological Diversity
2. GRAIN
3. Practical Actions
4. R. J. Camerarios
5. Joseph Koelreuter
6. Carolus Linnaeus

قرن بیستم شاهد کشف مجدد آثار مندل[1] درباره وراثت (که ابتدا در سال ۱۸۶۵ منتشر شد) و توسعه تدریجی برنامه‌های به‌نژادی گیاهان بر اساس ژنتیک و نظریه‌های انتخاب بود. ارزش دورگ‌های F1 برای ذرت و سایر گیاهان دگرگشن[2] به رسمیت شناخته شد و تولید آن‌ها به هنجاری تبدیل شده بود که تنها به ذرت محدود نماند و آفتابگردان، گوجه فرنگی و بسیاری از سبزیجات دیگر را نیز در بر گرفت. در پی درک اهمیت استفاده از شمار زیادی از سلاله‌های[3] گیاهی که به صورت هدفمند تلاقی داده می‌شدند، برنامه‌های به‌نژادی وسعت بیشتری یافت. از اواسط قرن بیستم تا دهه ۱۹۸۰ به ویژه پس از جنگ جهانی دوم و زمانی که در اثر کمبود غذا در سال‌های پس از جنگ نیاز به گسترش تولید احساس می‌شد، دولت‌ها اغلب نقش مهمی در توسعه رقم‌های جدید ایفا کردند. گسترش راه‌های حفاظت از رقم‌های جدید به ویژه در نیمه دوم قرن بیستم در تشویق بخش خصوصی به سرمایه‌گذاری در به‌نژادی گیاهان نقش مهمی ایفا کرد (برای مطالعه بیشتر به فصل دهم مراجعه کنید).

ایجاد نظام بین‌المللی تحقیقات کشاورزی در سال ۱۹۴۰ یکی دیگر از پیشرفت‌های مهم در تولید محصولات عمده کشاورزی بود، هنگامی که دولت‌های ایالات متحد و مکزیک از بنیاد راکفلر خواستند تا از تحقیقات مربوط به محصولات اساسی غذایی حمایت کند. در نتیجه واحدی ویژه در وزارت کشاورزی مکزیک تاسیس شد که فعالیت‌های آن بر ذرت، گندم، حبوبات و مدیریت خاک متمرکز بود. مثال مکزیک سبب شد که هند و پاکستان نیز در دهه ۱۹۵۰ دست به ایجاد برنامه‌های کمک فنی بزنند. در سال ۱۹۶۰ موسسه بین‌المللی تحقیقات برنج (IRRI)[4] در لوس بانیوسِ فیلیپین افتتاح شد. به دنبال الگوی رسمی اصلاح ژنتیکی به روش پدیگری[5]، آزمایش‌های مشترک بین‌المللی و اشتراک ژرم‌پلاسم و اطلاعاتی که پیشتر از نظام گندم در مکزیک به دست آمده بود، موسسه بین‌المللی تحقیقات برنج اقدام به اصلاح ژنتیکی ارقام برنج کرد. توسعه نخستین ارقام گندم نیمه‌پاکوتاه[6] با عملکرد بالا تحت برنامه مکزیک و اصلاح ارقام برنج توسط موسسه بین‌المللی تحقیقات برنج و گسترش سریع هر دوی این نوآوری‌ها از طریق شبکه‌های بین‌المللی موجب شد که نخستین جرقه‌های انقلاب سبز[7] زده شود.

ارقام سنتی مواد اولیه را برای انتخاب اولین رقم‌های مدرن تولید شده توسط برنامه‌های به‌نژادی بخش

1. Mendel
2. Out pollinated
3. Progeny
4. The International Rice Research Institute (IRRI)
5. Pedigree breeding
6. Semi-dwarf
7. The Green Revolution

عمومی و خصوصی فراهم آورده است. با توزیع و پذیرش گستره رقم‌های مدرن، ارقام سنتی جای خود را به آن‌ها دادند. این امر با کاهش کلی تنوع موجود در مناطقی همراه گشت که ارقام مدرن در آنجا وارد شده بودند. در حالی که رقم‌های مدرن تحت شرایط کشاورزی پرنهاده عملکرد بسیار بالاتری داشتند، از رفع نیازهای نظام‌های کشاورزی کم‌نهاده در مناطقی با محیط زیست متغیر ناتوان بودند و در این مناطق ارقام سنتی همچنان زیر کشت می‌رفتند.

رقم‌های اصلاح شده از طریق برنامه‌های به‌نژادی به طور فزاینده‌ای یکنواخت و از نظر ژنتیکی یکدست بودند. در گیاهان زراعی خودگشن[1]، برنامه‌های به‌نژادی پدیگری به ایجاد لاین‌های هوموزیگوت[2] با صفات دلخواهِ رقم جدید منجر شد. توسعه دورگ‌های F1 یا تلاقی مضاعف به تقاضاها برای یکنواختی در گیاهان زراعی دگرگشن پاسخ داد. افزایش استفاده از مواد ژنتیکی که با وسواس تمام انتخاب شده و با فنون کشاورزی نوین سازگار بودند، در چند مورد به کاهش مداوم تنوع در نظام‌های تولید و تمایل به تولید رقم‌های مختلف با پایه ژنتیکی محدود[3] منجر می‌شد. به‌نژادگران گیاهی ترجیح می‌دهند در عوض استفاده از موادی که جهت بازآفرینی فنوتیپ‌ها و خصوصیات مطلوبِ موجود در ارقام مدرن به گذراندن چندین چرخه اضافیِ انتخاب نیاز دارند، در صورت امکان از موادی استفاده کنند که پیشتر بهبود یافته باشند. البته در صورتی که صفت مطلوب فقط در ارقام سنتی وجود داشته باشد، استفاده از آن ارقام و کارهای اضافی مربوط به آن‌ها مورد پذیرش خواهد بود. همانطور که در بالا ذکر شد، گذار از ارقام سنتی به ارقام مدرن در مجموع با از بین رفتن تنوع ژنتیکی همراه بود. با این حال به محض وقوع این گذار، روند از میان رفتن تنوع زیستی بسیار کند شد و به نظر می‌رسید در برخی گیاهان زراعی نیز این آسیب چندان قابل ملاحظه نبوده است. یک فراتحلیل از تغییر در تنوع زیستی در طول زمان نشان داد که جز کاهش ۶ درصدی در سال‌های دهه ۱۹۶۰ که آن نیز تا حدی جبران شد، بین سال‌های ۱۹۳۰ تا ۱۹۹۰ تغییرات اندکی در میزان تنوع زیستی به وجود آمده است (وان د وو و همکاران، ۲۰۱۰).

در طی چند دهه گذشته برخی از به‌نژادگران دست به آزمایش و اتخاذ رویکردهای نوآورانه در جهت بهبود محصول زراعی زده‌اند که در مقایسه با به‌نژادی رایج به شیوه‌های سنتی مدیریت تنوع زراعی نزدیک‌تر است و باعث می‌شود به‌نژادی گیاهان دوباره به مزارع کشاورزان بازگردد. به‌نژادی تکاملی گیاهی[4] برای نخستین بار در دهه ۱۹۵۰ و بر مبنای یک «ژرم پلاسم بسیار متنوع و انقیاد توده سلاله‌ها توسط انتخاب طبیعی

1. Self-pollinated
2. Homozygous
3. narrow genetic base
4. Evolutionary plant breeding

رقابتی در منطقه مورد استفاده» به دنیا معرفی شد (سونسن، ۱۹۵۶). به‌نژادی مشارکتی گیاهی[1] فرایندی است که طی آن کشاورز به طور پیوسته در برنامه به‌نژادی دخیل است و در طول فرایند نیز فرصت تصمیم‌گیری دارد (به فصل ۱۲ مراجعه کنید). با اتخاذ این دو روش و بعضا با ترکیب هر دو، به‌نژادگران در صدد تامین ارقام و جمعیت‌هایی متنوع برای کشاورزان هستند که در غیاب نهاده‌هایی که از منابع خارج تامین می‌شوند ظرفیت‌های بیشتری برای سازگاری و عمل در محیط‌های مختلف ایجاد می‌کنند.

نتیجه‌گیری- تداوم مباحث

مباحث سیاسی پیرامون منابع ژنتیکی گیاهی ادامه می‌یابد، اگرچه شدت و ماهیت آن‌ها بسته به نهادهای سیاست‌گذاری ملی و بین‌المللی دخیل در مناطق مختلف، متفاوت است. متعاقب تغییر دیدگاه‌های سیاسی و فهم تازه بخش‌های مختلف جامعه از اهمیت منابع ژنتیکی، این مفهوم نیز در حال تغییر و تکامل است. برخی از عناصر مباحث فعلی که باید مد نظر قرار گیرند عبارتند از:

۱. در حالی که مزایای حفاظتی به دغدغه ابتدایی حفاظت در مزرعه تبدیل شده بود، امروز آگاهی در مورد ابعاد اجتماعی-اقتصادی و فرهنگی نگهداری از ارقام سنتی و نیز مزایای معیشتی آن روبه فزونی است.

۲. تغییر اقلیم سبب شده تا توجه به سازگاری و تاب‌آوری در نظام‌های تولید افزایش یابد و در پی آن به اهمیت وجود تنوع زیستی در جهت تامین این خصوصیات پی برده شود. این امر همچنین سبب شده تا شرکت‌های فعال در زمینه به‌نژادی اهمیت بیشتری برای خودِ منابع ژنتیکی قایل شوند و از اهمیت عرضه مستمر ارقام جدید با سازگاری بهتر آگاهی یابند.

۳. ارتباط میان کنوانسیون تنوع زیستی، معاهده بین‌المللی منابع ژنتیکی گیاهی برای غذا و کشاورزی، کمیسیون منابع ژنتیکی[2] و تصمیمات گسترده‌تر سیاست بین‌المللی مانند موافقت‌نامه جنبه‌های تجاری حقوق مالکیت معنوی پیچیده‌تر می‌شود و تصمیمات کشورها را بیش از پیش محدود می‌سازد. این محدودیت‌ها می‌تواند مطلوب نیز باشد، چرا که ITPGRFA وظایف مشخصی را برای کشورها در زمینه حمایت از حفاظت در مزرعه وضع می‌کند. اما در مقابل سبب می‌شود که دیدگاه‌های مرتبط به دارایی، مالکیت و ملاحظات مالکیت معنوی در خصوص توسعه ارقام جدید نیز افزایش یابد.

1. Participatory plant breeding
2. Commission on genetic resources

۴. رقم‌های سنتی، پویا و متغیر هستند (فصل ۱۱ را ببینید) و بیشتر برنامه‌های ملی و بین‌المللی حفاظت و استفاده از منابع ژنتیکی زراعی در مواجهه با این دو جنبه به خوبی تجهیز نشده‌اند. حتی پیشرفته‌ترین مقرره حمایت از نگهداری از ارقام سنتی نیز این ارقام را به مثابه موجودیت‌هایی ایستا با خصوصیاتی پایدار تلقی می‌کند.

۵. رشد سازمان‌های مردم‌نهاد و جنبش‌های اجتماعی فعال پیرامون دغدغه مشترک غذا و حاکمیت غذایی می‌تواند اهمیت حفاظت در مزرعه از رقم‌های سنتی را تقویت کند. در عین حال برنامه‌های توسعه کشاورزی غالبا به نفع ارقام یکنواخت جدید، به مخالفت با حفاظت از ارقام سنتی می‌پردازند. افزایش تقاضا برای زمین کشاورزی (چنانکه که در موارد «زمین‌خواری» مشاهده می‌شود) نیز رویکردهای محلیِ توسعه پایدار را که حامی ارقام سنتی استفاده هستند، تهدید می‌کند.

۶. به‌نژادی در طی ۵۰ سال گذشته به طور روزافزونی تجاری شده و تحت سلطه شرکت‌های بزرگ تولید بذرِ چندملیتی درآمده است. علاقه این شرکت‌ها به ارقام سنتی به این دلیل است که آن‌ها از صفات مطلوب این ارقام به عنوان بخشی از فرایند تولید ارقام جدیدِ پربازده بهره می‌گیرند. وجود مجموعه‌های ژرم‌پلاسمی که در خارج از مزرعه حفاظت می‌شوند باعث شده تا شرکت‌های بذر بدون نیاز به حفاظت در مزرعه از ارقام سنتی، کشاورزان را به استفاده از ارقام مدرن یکنواخت در نظام تولید زراعی ترغیب‌کنند. رویکردهای مختلفی در قبال اصلاح گیاهان زراعی به روش مشارکتی در سراسر جهان مورد آزمایش قرار می‌گیرد اما به جز مرکز بین‌المللی تحقیقات کشاورزی در مناطق خشک[1] که مجری برنامه‌های به‌نژادی جو در کشورهای غرب آسیا و شمال آفریقا است، سایر موارد برنامه‌های کوچکی هستند که فقط به‌نژادی مشارکتی شمار اندکی از گیاهان زراعی را بر عهده دارند.

فشارهای ناشی از مسایل مطرح شده در این فصل و نیز دیدگاه‌های مخالفِ بازیگران مختلف بدون شک همچنان بر فعالیت‌های حفاظت در مزرعه و بر کار افراد دخیل در فعالیت اثر خواهد گذاشت.

1. The International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA)

برای مطالعه بیشتر

Bonneuil, C., and M. Fenzi. 2011/2012. “Des ressources génétiques à la biodiversité cultivée.” Revue d’anthropologie des connaissances 5:206–33.

Chiarolla, C. 2011. Intellectual Property, Agriculture, and Global Food Systems. Edward Elgar Publishing, UK.

Esquinas-Alcázar, José, Angela Hilmi, and Isabel López Noriega. 2012. “A brief his- tory of the negotiations on the International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture.” Pp. 135–49 in Crop Genetic Resources as a Global Commons: Challenges in International Law and Governance (M. Halewood, I. López Noriega, and S. Louafi, Eds.). Routledge, NY.

Gepts, Paul. 2004. “Who Owns Biodiversity, and How Should the Owners Be Compensated?” Plant Physiology 134 no. 4:1295–307.

Hodgkin, T., N. Demers, and E. Frison. 2012. “The evolving global system of conser- vation and use of plant genetic resources for food and agriculture.” In Crop Genetic Resources as a Global Commons: Challenges in International Law and Governance (M. Halewood, I. López Noriega, and S. Louafi, Eds.). Routledge, NY.

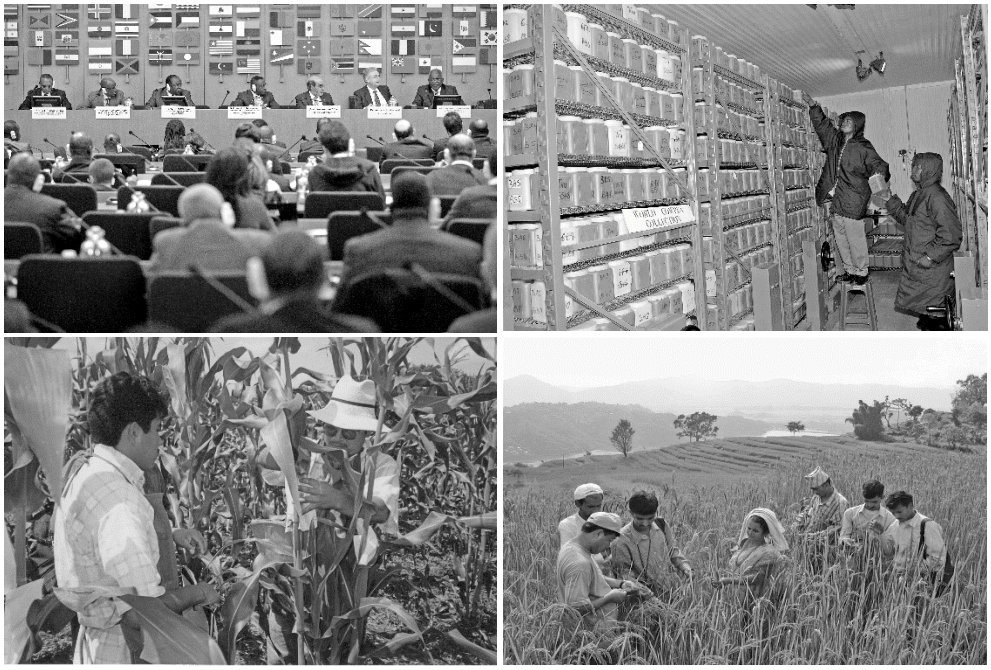
Moore, Gerald K., and Witold Tymowski. 2005. Explanatory Guide to the Interna- tional Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. IUCN, Gland, Switzerland.

Pistorius, Robin. 1997. Scientists, plants and politics: a history of the plant genetic resources movement. Bioversity International (IPGRI & INIBAP), Rome.

Tauli-Corpuz, V., L. Enkiwe-Abayao, and Raymond De Chavez, Eds. 2010. Towards an Alternative Development Paradigm: Indigenous Peoples’ Self-Determined Development. Tebtebba Foundation, Baguio City, Philippines.

Thrall, P. H., J. G. Oakeshott, G. Fitt, S. Sotherton, J. J. Burdon, A. Sheppard, R. J. Russell, M. I. Zalucki, M. Heino, and R. F. Denison. 2011. “Evolution in agriculture: the application of evolutionary approaches to the management of biotic interactions in agro-ecosystems.” Evolutionary Applications 4:200–215.

Tilford, D. S. 1998. “Saving the blueprints: The international legal regime for plant resources.” Case Western Reserve Journal of International Law 30:373–446.



قاب ۳. تدوین برنامه‌هایی برای حمایت از حفاظت و استفاده از منابع ژنتیکی گیاهی و ارقام سنتی با مباحثاتی مهم و غالبا تند درباره مثلا چگونگی درک تنوع زیستی کشاورزی، مالکیت مواد ژنتیکی و غیره همراه بوده است و بحث‌ها درباره این امر که چگونه باید قدر خدمات کشاورزان، جوامع کشاورزی، به‌نژادگران و مهندسان ژنتیک در زمینه تداوم فرآیند تکامل و اصلاح گیاهان زراعی دانسته و به آن‌ها پاداش داده شود، همچنان ادامه دارد. برخی از به‌نژادگران به انجام آزمایشات و اتخاذ رویکردهایی نوآورانه در زمینه اصلاح گیاهان زراعی دست زده‌اند که نسبت به اصلاح گیاهان رایج با شیوه‌های سنتی کشاورزان در مدیریت تنوع زراعی قرابت بیشتری دارد و به‌نژادی گیاهان زراعی را مجددا به مزارع کشاورزان باز می‌گرداند. عکس بالا سمت چپ بحث درباره تنوع زیستی زراعی را در خلال جلسه ۱۴۶ شورای فائو در رم نشان می‌دهد. حفاظت و استفاده از منابع ژنتیکی گیاهی عنصر دایمی دستور کار این نهاد بین‌دولتی بوده است. عکس بالا سمت راست بانک ژن خارج از مزرعه موسسه بین‌المللی کشاورزی گرمسیری[1] در نیجریه را نشان می‌دهد که در آن از مجموعه ارقام لوبیای چشم بلبلی محافظت می‌شود. دو تصویر پایین روش‌های متفاوت به‌نژادی مشارکتی تکاملی گیاهان را نشان می‌دهد. در عکس سمت چپ یک کشاورز و یک محقق در حال انتخاب توده‌های ذرت هستند. در عکس سمت راست به‌نژادگران و کشاورزان به طور مشترک گیاهان برنج در نپال را انتخاب می‌کنند. عکس بالا سمت چپ (فائو، آلسیا پیبردومنیکو[2])، عکس بالا سمت راست (موسسه بین‌المللی کشاورزی گرمسیری)، عکس پایین سمت چپ (د. جارویس[3])، عکس پایین سمت راست (ب. استاپیت[4]).

1. International Institute of Tropical Agriculture (IITA)
2. Alessia Pierdomenico
3. D. Jarvis
4. B. Sthapit

"Copyright © 2016Bioversity International"
"CROP GENETIC DIVERSITY IN THE FIELD AND ON THE FARM: PRINCIPLES AND APPLICATIONS IN THE RESEARCH PRACTICES was originally published in English by Yale University Press in 2016 (ISBN 978-0-300-16112- 0). This translation is published by arrangement with Bioversity International."

فصل ۴

تنوع زیستی و تکامل آن در جمعیت‌های زراعی

مترجم: هدا لطیفی
hoda.latifi@mail.um.ac.ir

در پایان این فصل خواننده به درکی از موضوعات زیر دست پیدا می‌کند:

- مفاهیم پایه تنوع ژنتیکی و اندازه‌گیری‌های آن در جمعیت گیاهان.
- چگونه اندازه جمعیت، نیروهای تکاملی و زیست‌شناسی باروری بر میزان و توزیع تنوع ژنتیکی تأثیر می‌گذارد.

بررسی ژنتیک جمعیت برای کسانی که با این موضوع آشنایی ندارند، بنیادین و مقدماتی محسوب می‌شود. خوانندگان علاقه‌مند می‌توانند با مطالعه کتب درسی نویسندگانی مانند گیلسپی[1] (۲۰۰۴)، هدریک[2] (۲۰۰۴)، هارتل و کلارک[3] (۲۰۰۷)، همیلتون[4] (۲۰۰۹)، فرانکام[5] و همکاران (۲۰۱۰) یا سایر متون استاندارد در مورد ژنتیک جمعیت، اطلاعات و آگاهی خود را تکمیل کرده و گسترش دهند.

ماهیت تنوع

تنوع، ماهیت و میزان تغییراتی را توصیف می‌کند که در یک سیستم یا در رابطه با مجموعه‌ای از موجودات رخ می‌دهد. معمولاً سه سطح از تنوع زیستی، شامل اکوسیستمی، گونه‌ای و ژنتیکی از هم متمایز می‌شوند

1. Gillespie
2. Hedrick
3. Hartl and Clark
4. Hamilton
5. Frankham

(فرانکل[1] و همکاران، ۱۹۹۵). تنوع اکوسیستمی، انواع یا تعداد بوم‌نظام‌های یک منطقه (در نهایت کل زیست‌کره) را توصیف می‌کند، در حالی که تنوع گونه‌ای مربوط به تعداد و فراوانی گونه‌ها می‌شود. تنوع ژنتیکی نتیجه تغییر ژنتیکی در میان مجموعه‌ای از افرادِ یک نوع، یک جمعیت یا یک گونه است که از تفاوت‌های توالی DNA افراد مختلف ناشی می‌شود.

در گیاهان زراعی، تنوع ژنتیکی معمولا به عنوان تفاوت میان انواع یک گیاه در نظر گرفته می‌شود. گیاهانِ متعلق به یک رقم خاص ممکن است یکنواخت و همسان باشند، همانند گیاهان خاص خودگرده‌افشان نظیر برنج، یا در گیاهان تکثیر شده به روش کلونی مانند سیب‌زمینی یا سیب (به عنوان مثال، تفاوت‌های بین ارقام سیب مانند رد دلیشز[2] و گرنی‌اسمیت[3]) یکنواختی و همسانی دیده می‌شود. ممکن است تنوع زیادی در ارقام و همچنین بین ارقامِ گیاهان نسبتا دگرگرده‌افشان یا کاملا دگرگرده‌افشان دیده شود. به عنوان مثال، گیاهانی مانند ذرت، ارزن مرواریدی یا کلم می‌توانند تنوع قابل توجهی از یک گیاه به گیاه دیگر در هر کدام از ارقام مختلف با گرده‌افشانی آزاد نشان دهند.

میزان تنوع موجود در گونه‌های گیاهی، جمعیت‌ها، یا ارقام مختلف، منعکس‌کننده میزان تغییرات توالی DNA است که منجر به تفاوت ژن‌ها می‌شود. ژن‌ها، توالی‌های DNA و عامل یک ویژگی ارثی ناپیوسته[4] هستند، ویژگی‌ای که معمولا به یک پروتئین یا RNA منفرد مرتبط است. توالی‌های DNA به صورت کروموزوم در هسته سلول‌ها سازمان‌دهی شده یا در اندامک‌های سلولی مانند کلروپلاست‌ها و میتوکندری‌ها دیده می‌شود.

ساختار ژنتیکی[5]، نخستین مبنای توصیف خصوصیات گیاهی را مشخص می‌کند. یک لوکوس (جایگاه ژنی)[6] ژنتیکی ممکن است اشکال مختلفی داشته باشد که آلل نامیده می‌شود. لوکوس یا جایگاه ژنی، محلی در کروموزوم است که آلل در آن قرار دارد. در یک موجود زنده دیپلوئید، مانند برنج، هر کروموزوم یک آلل از ژن مشابه را حمل می‌کند، که در هریک از اعضای جفت کروموزوم‌های همولوگ، موقعیت (یا جایگاه) یکسانی را اشغال می‌کند. اگر هر دو آلل در هر منبع یکسان باشند، گفته می‌شود که این فرد با توجه به ژن آن هموزیگوت است.

اگر آلل‌ها متفاوت باشند، فرد به عنوان هتروزیگوت توصیف می‌شود. به نظر می‌رسد که اغلب یک

1. Frankel
2. Red Delicious
3. Granny Smith
4. Discrete hereditary characteristic
5. Genetic constitution
6. Locus

لوکوس یا جایگاه ژنی فقط دارای دو آلل در جمعیت است (به عنوان مثال، نخود فرنگی‌های صاف و چروکیده[1] که توسط مندل مطالعه شده‌اند). با این حال، یک لوکوس ممکن است تعدادی آلل جایگزین نیز داشته باشد. این امر اغلب در مورد تغییرات بیوشیمیایی یا مولکولی مانند پروتئین‌ها، ایزوزیم‌ها[2] یا ریزماهواره‌های (توالی‌های تکرارشوندهٔ کوتاه)[3] بذر که در زیر توضیح داده شده‌اند، وجود دارد.

در یک جمعیت از گیاهان یا یک رقم مرسوم، یک، دو یا چند آلل یا نسخه از ژن وجود دارد. ژنوتیپ[4] مجموع ساختار ژنتیکی یک فرد است، که به مجموعه‌ای از آلل‌ها در تعداد محدودی از لوکوس‌ها یا به تمام لوکوس‌ها در ژنوم اشاره دارد. فنوتیپ[5] مجموع خصوصیات فیزیکی گیاه است و از تعامل میان وضعیت ژنوتیپی یک فرد و شرایط محیطی حاصل می‌شود.

همه تفاوت‌های توالی DNA به ایجاد تفاوتِ فیزیکی در یک گیاه منتج نمی‌شود. در حقیقت، بسیاری از تغییرات توالی در بسیاری از گونه‌ها نهفته باقی می‌ماند و ممکن است تفاوت قابل مشاهده‌ای در خصوصیات گیاه ایجاد نکند. تغییرات قابل تشخیص شامل تفاوت‌های آشکاری در صفات کیفی خاص نظیر رنگ گل و تغییر در ویژگی‌های کمّی مانند ارتفاع، زمان رسیدگی و وزن دانه (جدول ۴-۱) و همچنین شامل تغییر در صفات مربوط به عملکرد همچون مقاومت در برابر آفات و بیماری‌ها، تفاوت‌های بیوشیمیایی در تولید انواع آنزیم‌های اختصاصی یا متابولیت‌های ثانویه و تفاوت در توالی DNA است. این آخرین مورد در دهه گذشته به روشی بسیار مهم و کاربردی برای بررسی تنوع تبدیل شده است. در حال حاضر روش‌های مختلفی برای شناسایی انواع مختلف تغییرات DNA در افراد وجود دارد (به فصل ۵ بنگرید).

جدول ۴-۱. نوع داده‌ها: نمونه‌های فنوتیپی و ژنتیکی. توجه داشته باشید که داده‌های فنوتیپی و ژنتیکی هر دو می‌توانند متریک[6]، ترتیبی[7]، یا غیرترتیبی[8] باشند.

نوع داده‌ها	نمونه‌های فنوتیپی	نمونه‌های ژنتیکی
صفات متریک یا قابل اندازه‌گیری	ارتفاع گیاه، وزن دانه	تنوع توالی DNA
تعداد یا داده‌های کیفی-ترتیبی	تعداد دانه در غلاف	SSR یا آلل‌های ریزماهواره
تعداد یا داده‌های کیفی-غیرترتیبی	مقاومت به بیماری ژن اصلی، رنگ دانه	RAPD, AFLP

1. Round and wrinkled peas
2. Isozymes
3. Microsatellites
4. Genotype
5. Phenotype
6. Metric
7. Ordered
8. Unordered

گیاهان، ارقام (واریته‌ها) و جمعیت: ساختار جمعیت

یکی از ابعاد مهم حفظ و بکارگیری تنوع گیاه در مزرعه، درک صحیح از میزان و پراکنش تنوع ژنتیکی موجود در گیاهانِ در مزارع کشاورزان است. کمی‌سازی و تجزیه و تحلیل الگوهای تنوع ژنتیکی به فرد امکان می‌دهد تا پاسخی برای پرسش‌های خود بیابد؛ پرسش‌هایی از قبیل: ارقام یک گیاه یـا جـمعیت‌های مختلف یک رقم در یک روستا یا مزرعه کشت می‌شوند، از نظر ژنتیکی چقدر با هم متفاوتند؟ ارقام و واریته‌ها از نظر نوع و میزان تغییراتی که متحمل شده‌اند، چه تفاوت‌هایی دارند؟ آیا برخی از ارقام دارای خصوصیات منحصربه‌فردی (منفرد یا ترکیبی) هستند که در سایر ارقام وجود ندارد؟

پاسخ به چنین پرسش‌هایی مستلزم شناخت ژنتیک جمعیت گیاهی است؛ این رشته سه هدف را دنبال می‌کند: ۱) توصیف تنوع ژنتیکی درون و بین جمعیت یک گونه گیاهی، ۲) تخمین ماهیت و قدرت نیروهای تکاملی شکل‌دهنده به الگوهای تنوع مشاهده شده، و ۳) ایجاد مدل‌هایی که ثبات و تغییر این الگوها را پیش‌بینی می‌کند. وظیفه ژنتیک جمعیت گیاهی تصمیم‌گیری در مورد اموری از این دست است: چه تعداد از جمعیت‌ها یا ارقام مختلف در یک منطقه، نمونه مناسبی از تنوع گیاه را برای اهداف مختلف مانند تامین نیازهای کشاورزان و جوامع، ایجاد سازگاری، محدود کردن آسیب‌پذیری یا برآورده کردن اهداف کلی حفاظت فراهم می‌کند.

یک جمعیت یا جامعه، گروهی از گیاهان یک گیاهی یا گونه است که با هم در یک محل مشخص پرورش داده می‌شوند. در مورد ارقام متداول، کشاورزان مختلف معمولا جمعیت‌های جداگانه‌ای را حفظ می‌کنند و این جمعیت‌ها، واحد مدیریت خود را در زمینه تنوع ارقام تشکیل می‌دهند.

در یک منطقه مشخص، ساختار جمعیتی یک گونه محصول می‌تواند پیچیده باشد و چندین سطح را در یک سلسله‌مراتب تشکیل دهد. در بالاترین سطح، تعداد ارقام و سطح زیرکشت متناسب با هر رقم از آن گونه‌ها کاشته می‌شود. در مرحله بعدی، ممکن است هر رقم به‌عنوان چندین جمعیت متمایز در مزارع و زمین‌های مختلف جامعه یا منطقه کاشته شود. سطح نهایی این ساختار ممکن است در یک جمعیت محلی به صورت زیرجمعیتِ متمایز، از جمله گروه‌های وابسته به سن یک درخت میوه چندساله، یا گیاهانی که در زیستگاه‌های کوچکِ مجزا رشد می‌کنند، ظاهر شود که با تغییر محلیِ خاک و شرایط تابش نور یا رطوبت مشخص می‌شود. باید تاکید کرد که این ساختار توسط تعداد و اندازه زیرجمعیت‌ها مشخص می‌شود.

اندازه

اندازه جمعیت، شمار افرادی است که در آن جمعیت و در یک منطقه معین رشد می‌کنند. اندازه، بسته به

جمعیت و گونه، می‌تواند تعداد گیاهان موجود در یک مزرعه یا تعداد گیاهان یک رقم در یک منطقه مشخص باشد. اگرچه در هر نسل، همه گیاهان متمایز یک جمعیت واقعا آمیزش نمی‌کنند و ژن‌ها را با سایر افراد مبادله نمی‌کنند، اما به‌طور بالقوه می‌توانند این کار را انجام دهند. در مورد گونه‌های خودگشن (خودگرده‌افشان) یا گونه‌های تکثیر شده به شیوه کلون، جمعیت محلی به پخش‌شدن در بسیاری از نژادهای مختلف تمایل دارد که از نظر ژنتیکی به جز برای تلاقی گونه‌های غیرخویشاوند[1] نادر متمایز خواهند شد. در بسیاری از گیاهان زراعی که توسط بذر تکثیر می‌شوند، تعداد افراد در یک جمعیت واحد بسیار زیاد است و کشاورزان هزاران گونه متمایز را در یک مزرعه پرورش می‌دهند. گیاهانی که در باغچه‌های خانگی پرورش می‌یابند، معمولا دارای جمعیت بسیار کمتری هستند، و در هر باغچه خانگی فقط تعداد کمی ارقام منفرد از گیاهانی مانند فلفل، کدو قلیانی[2]، یا درختان میوه رشد می‌کنند.

اندازه جمعیت یکی از عواملی است که بر ترکیب ژنتیکی آن تاثیر می‌گذارد، به‌ویژه هنگامی که به دلیل حوادث تصادفی یا فاجعه‌بار تغییرات بزرگی در اندازه ایجاد شود. جمعیت‌های کوچک تمایل دارند که از تنوع ژنتیکی کمتری برخوردار باشند و نسبت به جمعیت‌های بزرگ، دارای تعداد بیشتری از جایگاه‌های ژنی هموزیگوت باشند. کاهش اندازه جمعیت به از بین رفتن برخی از آلل‌ها و تثبیت برخی دیگر در جمعیت منجر می‌شود. بعضی از تغییرات در اندازه جمعیت ممکن است به دلیل شیوه‌های مدیریت رایج رخ دهد، مانند زمانی که کشاورزان تعداد کمی گیاه را به عنوان والد برای نسل بعد انتخاب می‌کنند. با این حال، تغییرات به دلیل شیوع یک بیماری جدی، سیل، طوفان یا رویداد مشابه دیگری نیز می‌تواند رخ دهد (به فصل ۷ بنگرید).

فراوانی و تراکم دو عامل مفید برای مقایسه توصیف فراوانی یا اندازه جمعیت محسوب می‌شود. منظور از فراوانی، نسبت واحدهای مکانی در منطقه‌ای است که اعضای جمعیت از جمله نسبت مزارع، یا مساحت یک مزرعه، یا فضای سبزِ دارای یک رقم خاص را شامل می‌شود. تراکم به تعداد افراد در واحد سطح، در هر مزرعه یا زمین زراعی، گفته می‌شود. با این فرض که کشاورزان در هر مزرعه فقط یک رقم از هر گونه را پرورش دهند، یک رقم درخت میوه خاص ممکن است توسط هر خانوار در یک روستا کاشته شود و دارای فراوانی بالا اما تراکم کم باشد.

حتی در جمعیت‌های گیاهی طبیعی، همه افراد یک جمعیت در نسل بعدی به میزان یکسانی زاد و ولد نخواهند داشت. در جمعیت‌های زراعی، کشاورزان غالبا تعداد محدودی از گیاهان را برای تهیه بذر سال

1. Outcrossing
2. Sponge gourd

آینده انتخاب می‌کنند، اما حتی بدون این، بذرهای کاشته شده معمولا از تعداد کمی از گیاهان قبلی به دست می‌آیند. اندازه «موثر» یک جمعیت به حداکثر افراد یک جمعیت گفته می‌شود که در واقع گامت‌هایی را برای نسل آینده تامین می‌کنند. اگر باروری هریک از گیاهان والد بسیار متفاوت باشد، مانند زمانی که بیشتر بذرها فقط از یک گیاه نشات می‌گیرند، احتمالا [تنوع بذرها] کمتر از این خواهد بود. در چنین مواردی، اندازه موثر معمولا بسیار کمتر از اندازه واقعی جمعیت است. همچنین بسته به تصمیمات کشاورزان در مورد تعداد والدین بذری، اندازه موثر جمعیت، تاثیرات بنیان‌گذار پیشین، تنگناها در اندازه، نظام اصلاح گیاهان و تغییر در باروری گیاه را منعکس خواهد کرد.

رسیدگی، چندساله[1] و ساختار

همانطور که در بالا ذکر شد، تفاوت در رسیدگی گیاهانِ یک جمعیت می‌تواند تاثیر قابل توجهی بر ساختار یک جمعیت داشته باشد. گیاهانی که در زمان‌های مختلف گل می‌دهند، با هم تلاقی نخواهند کرد و این ممکن است به واگرایی در زیرجمعیت‌های مختلف منجر شود که در زمان‌های مختلف بالغ می‌شوند. البته، این امر می‌تواند به کشاورزان در تضمین تداوم تولید و عرضه یک محصول، مانند بسیاری از سبزیجات تازه کمک کند. زمان‌های گلدهی مختلف نیز در جداسازی ارقام مختلف، مانند ذرت، مهم است و کاهش احتمال تلاقی بین آن‌ها، به متمایز نگه داشتن آن‌ها کمک می‌کند.

پیش‌بینی‌پذیری[2] به گرایش گیاهان در یک جمعیت برای یک گلدهی هماهنگ و رسیدن هم‌زمان گفته می‌شود. پیش‌بینی‌پذیری برای تولید بذر و برداشت ممکن است تحت فشار شدید گزینش در مزرعه کشاورز باشد. گیاهان ممکن است از نظر سن و رسیدگی تفاوت اساسی داشته باشند، اما با این وجود یک دوره طولانی (بیش از سال‌ها) ممکن است در زمان گلدهی و باردهی همپوشانی ایجاد کرده باشد. در جمعیت‌های گونه‌های گیاهی چندساله، زمان وقوع گلدهی در یک سال، و نه مستقیما رسیدگی، بر ساختار جمعیت تأثیر می‌گذارد.

گونه‌های زراعی چندساله، مانند درختان میوه و نخل‌های خرما، ممکن است دارای ساختار سنی پیچیده‌ای در مزرعه باشند. کشاورزان ممکن است هنگام کاشت گروه‌های جدید یا جبران خسارات، انواع مختلفی را انتخاب کرده باشند. این امر فرصت‌هایی را برای تاثیرگذاری بر سیستم آمیزش، عملکرد میوه و تبادل ژن بین گروه‌های سنی ایجاد می‌کند. در جمعیت گیاهان وحشی، بانک بذر دارای خواب در خاک

1. Perenniality
2. Determinacy

یک گروه مهم از ساختار سن محسوب می‌شود. دانه‌های میوه دور ریخته شده و بانک‌های بذر محلی در جمعیت‌های زراعی و باغی قابل مقایسه هستند.

نسبت خویشاوندی یا ارتباط بین‌گونه‌ای[1]

نسبت خویشاوندی یا ارتباط بین‌گونه‌ای به ارتباط بین عناصرِ به لحاظ مکانی اشاره دارد و جداسازی فضایی جمعیت‌ها و فراوانی مهاجرت (بذر یا گرده) بین جمعیت‌ها یا زیرجمعیت‌ها را در بر می‌گیرد. اصطلاح «جریان ژن[2]» هنگامی به کار می‌رود که جمعیت اهدا کننده و گیرنده از نظر فراوانی آلل متفاوت باشند. چندین مدل نظری برای تجزیه و تحلیل ارتباط و نسبت خویشاوندی بین جمعیت‌ها مانند مدل قاره–جزیره[3]، مدل چندجزیره[4] و مدل گام به گام هسته[5] در دسترس است (برای اطلاعات بیشتر به پژوهش همیلتون ۲۰۰۹ بنگرید).

مفهوم اَبرجمعیت یا فراجمعیت[6] (یا «جمعیت جمعیت‌ها») در یک حد طیف «نسبت خویشاوندی» قرار دارد. پویایی اولیه یک اَبرجمعیت، انقراض جمعیت‌های متمایز در سیستم است تا «آشیانه‌های اکولوژیکی[7]» را به‌طور موقت خالی بگذارد، و بعدا توسط پراکندگی دوباره پر شده یا کلنی تشکیل دهند. این مفهوم به جای فرآیندهای ژنتیکی دگرگرده‌افشانی، مهاجرت یا مخلوط‌های بذری، بر فرآیندهای اکولوژیکی انقراض و تشکیل کلنی مجددِ محلی جمعیت تاکید دارد. به نظر می‌رسد مفهوم اَبرجمعیت مربوط به شرایطی باشد که یک رقم مختلف در مزارع مختلف پیرامون یک فضای سبز رشد می‌کند. گاهی اوقات ممکن است این رقم از یک مزرعه یا زمین کشاورزی از بین برود و متعاقبا، کشاورز ممکن است بذر تازه‌ای از منبع خارجی دیگری را جایگزین کند. روشی که در آن رویکردهای اَبرجمعیت می‌تواند در درک ساختار ژنتیکی ارقام سنتی مفید باشد، در فصل ۱۱ مورد بحث قرار خواهد گرفت.

در شرایطی که اندازه مزرعه یا زمین کشاورزی کاهش می‌یابد، یا اینکه ارقام مدرنِ اصلاح‌شده جدید در مناطق بیشتری از زمین گسترش می‌یابند، ممکن است منطقه‌ای که یک رقم سنتی خاص را پرورش می‌دهد همچنان اندازه‌اش کوچک‌تر و کوچک‌تر شود. در نهایت، احتمال دارد نمونه‌گیری ذاتی در چنین

1. Connectedness
2. Gene flow
3. Continent-island model
4. Multiple island model
5. Stepping-stone model
6. Metapopulation
7. Niches

فرآیندهایی، به ویژه همراه با گزینش‌های یک کشاورز، سبب ایجاد گونه‌های جدیدی شود. برخی از ارقام زراعی ممکن است برای مدت طولانی در جمعیت بسیار کوچکی وجود داشته باشند که فقط توسط یک یا دو کشاورز پرورش داده می‌شوند، در حالی که برخی دیگر به سرعت از بین می‌روند، اما تشخیص این که این موضوع به کوچک بودن اندازه جمعیت آن‌ها مرتبط است یا به دلایل دیگر (به عنوان مثال، کشاورز رقم جایگزین بهتری یافته باشد) دشوار است. احتمال از دست دادن واریانت‌های آللی و تنزل اصلاحی در جمعیت‌های کوچکی از ارقام نادر گیاهان نسبتا یا کاملا اصلاح شده، وجود دارد.

حداقل جمعیت‌های مناسب یا زنده

اندازه، سیر زندگی، ارتباط خویشاوندی و نظام خویش‌آمیزیِ یک جمعیت چارچوبی را برای مفهوم حداقل جمعیتِ زیست‌پذیر[1] تشکیل می‌دهند. این اندازه یک جمعیت است که باید سطحی از تنوع ژنتیکی داشته باشد تا تداوم جمعیت را برای یک دوره زمانی خاص و معمولا با یک سطح احتمال مشخص تضمین کند (برای بحث بیشتر به پژوهش فرانکل و همکاران (۱۹۹۵) بنگرید). در گیاهان زراعی این مفهوم ممکن است در رابطه با حفظ جمعیت‌های کوچک گونه‌های بزرگ چندساله - مانند درختان میوه یا گیاهان باغی خانگی مانند ادویه‌جات، فلفل قرمز، یا سبزیجات- بیشترین اهمیت را داشته باشد. با این حال، اگرچه مفهوم حداقل جمعیتِ زیست‌پذیر در ارزیابی اندازه‌های مشاهده شده جمعیت مفید است، با توجه به ماهیت اساسا مدیریت‌شده واریته‌ها و ارقام گیاهان زراعی و اهمیت تصمیم‌های کشاورزان در تعیین تداوم وجود یک رقم، استفاده از این مفهوم برای حفظ گیاه دشوار است.

ساختار ژنتیکی جمعیت

تاکنون، ما به بحث در مورد جمعیت‌ها از نظر تعداد افراد پرداخته‌ایم بدون اینکه اشاره خاصی به ترکیب ژنتیکی آن‌ها داشته باشیم. تجزیه و تحلیل ساختار ژنتیکی جمعیت توجه‌ها را به ویژگی‌های ژنتیکی جمعیت‌ها -ژن‌ها و واریانت‌ها آللی و فراوانی‌های آن‌ها در یک جمعیت- و چگونگی تغییر این‌ها درون و در بین جمعیت‌ها در مکان و زمان معطوف می‌کند. همانطور که در بالا ذکر شد طیف قابل توجهی از روش‌های مختلف برای تعیین میزان گسترش و پراکنش تنوع در داخل و بین جمعیت‌ها ابداع شده است. این روش‌ها شامل تجزیه و تحلیل تغییراتی است که از طریق استفاده از ویژگی‌های مورفولوژیکی، متغیرهای

1. Minimum viable population

کمی مربوط به عملکرد، صفات بیوشیمیایی و نشانگرهای DNA انجام می‌شود. اکنون بسیاری از کشورها و آزمایشگاه‌های سراسر جهان قادرند از چندشکلی طول قطعه تقویت شده[1] (AFLP)، ریزماهواره‌ها[2]، چندشکلی نوکلئوتیدی منفرد[3] (SNP) و برچسب‌های توالی بیان شده[4] (EST) داده‌های مولکولی تولید کنند. قابلیت‌های تعیین توالی یا توالی‌یابی طی دهه گذشته به سرعت پیشرفت کرده است و اکنون واقع‌بینانه است که در مورد تولید توالی‌های DNA جایگاه‌های ژنی خاص تعداد زیادی از گیاهان یا حتی تولید داده‌های توالی کامل برای تعداد قابل توجهی از گیاهان یک گونه صحبت کنیم (به فصل ۵ بنگرید). با این حال، مدیریت و تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از چنین روش‌هایی هنوز با مشکلات قابل توجهی روبرو است.

با وجود توسعه فوق‌العاده قابلیت‌های تجزیه و تحلیل DNA، لازم به یادآوری است که هنوز می‌توان از داده‌های کمّی و یا حتی به سادگی از داده‌های مربوط به پراکنش ارقام مختلف اطلاعات مفیدی به دست آورد، به شرطی که داده‌ها از روش‌هایی جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل شوند که پاسخی برای پرسش‌های خاص به‌دست دهد. حتی جامع‌ترین مجموعه داده‌های DNA در نهایت باید به‌نوعی به صفات مورفولوژیکی، زراعی و یا سایر صفات مفیدِ مورد علاقه کشاورزان و تولیدکنندگان پیوند داده شود.

غنا ژنتیکی[5] و یکنواختی[6]

غنا ژنتیکی و یکنواختی دو مفهوم یا فاکتور کلیدیِ تنوع ژنتیکی محسوب می‌شوند که برای مطالعه و حفظ تنوع زراعی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند. غنا ژنتیکی به تعداد آلل‌ها یا ژنوتیپ‌های مختلف یا انواع متمایز موجود در یک نمونه مشخص گفته می‌شود. یکنواختی به شباهت فراوانی انواع مختلف (آلل‌ها یا ژنوتیپ‌ها) و فقدان یک یا چند نوع اشاره دارد (فرانکل و همکاران، ۱۹۹۵). مفاهیم غنا ژنتیکی و یکنواختی را می‌توان در داده‌های مولکولی مانند تعداد آلل‌های ریزماهواره، هاپلوتیپ‌ها، حالت‌های آللی قابل شناسایی (به عنوان مثال، رنگ دانه‌ها یا نشانگرهای بیوشیمیایی) به‌کار برد. از آن‌ها همچنین برای بررسی فراوانی ارقام مختلف گیاه زراعی یا تعداد گیاهان یا گونه‌های موجود در یک نظام تولید استفاده می‌شود. معمولا از داده‌های کیفی برای تخمین غنا ژنتیکی و یکنواختی استفاده می‌شود، اما داده‌های کمّی نیز می‌توانند برآوردهایی را در این زمینه ارائه دهد (جدول ۴-۲).

1. Amplified Fragment Length Polymorphism
2. Microsatellite
3. Single Nucleotide Polymorphism
4. Expressed Sequence Tags
5. Richness
6. Evenness

جدول ۴-۲. اندازه‌گیری غنا ژنتیکی و یکنواختی.

	غنا ژنتیکی	یکنواختی
داده‌های کمّی یا متریک	دامنه (به اندازه نمونه بستگی دارد) پس از طبقه‌بندی، تعداد طبقات	ضریب تغییرات، چولگی[1]، کشیدگی[2] اجزای واریانس
داده‌های کیفی یا شمارشی	تعداد انواع تعداد آلل‌ها در هر لوکوس تعداد ژنوتیپ‌ها، کلون‌ها، هاپلوتیپ‌های چند لوکوسی	شباهت فراوانی انواع شاخص تنوع ژنی (Nei) توجه: شاخص تنوع ژنتیکی Nei و شاخص شانون-ویور هم یکنواختی و هم غنا ژنتیکی را ترکیب می‌کنند.

جدول ۴-۳ نمونه‌ای از غنا ژنتیکی و یکنواختی انواع سورگوم در یامباس[3] در بورکینافاسو را نشان می‌دهد. نتایج حاصل از نظرسنجی از هشت کشاورز مختلف نشان می‌دهد که آن‌ها در مجموع شش رقم مختلف را در ناحیه‌ای به وسعت ۵۰۰۰ متر مربع تا ۱۷،۵۰۰ متر مربع کشت کرده‌اند. رایج‌ترین رقم (بلکو۴) در ۳۸ درصد از زمین‌های مورد استفاده کشت شده، در حالی که مهجورترین رقم (بوراپلگا۵) فقط در ۳ درصد از زمین‌ها کاشته شده است. کشاورزان از یک تا سه رقم را در مناطقی که وسعت آن‌ها از حدود ۲۵۰۰ مترمربع تا حدود ۱۰ هزار مترمربع (۱ هکتار) متغیر بوده است کشت نموده‌اند.

با استفاده از داده‌ها محاسبه غنا ژنتیکی و یکنواختی برای هر کشاورز و برای جامعه نمونه‌گیری شده امکان‌پذیر شده بود (غنا ژنتیکی = ۶؛ یکنواختی به عنوان شاخص Nei تنوع ژنتیکی [یا هتروزیگوسیتی شدید H_e] = ۰/۷۲). همچنین این داده‌ها تخمین واگرایی[6] - نسبت تنوع اضافی موجود در مناطق مختلف ارقام، که توسط کشاورزان مختلف در نمونه حفظ می‌شوند، را نیز امکان‌پذیر کرده بود (۰/۳۶= جامعه H_e / میانگین کشاورز H_e / جامعه H_e).

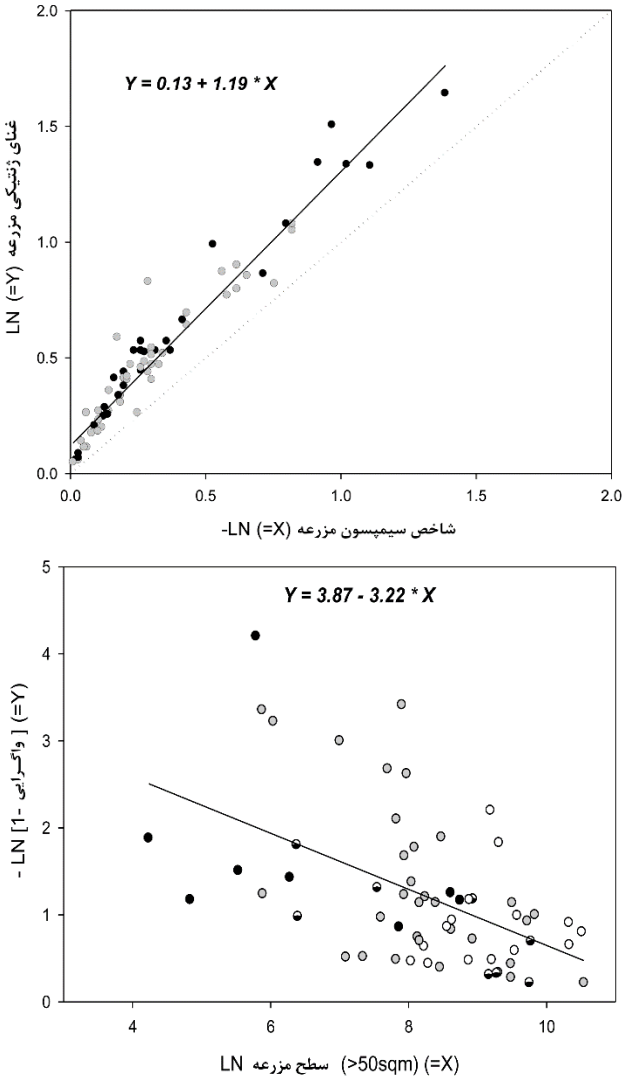
جارویس[7] و همکاران (۲۰۰۸) تنوع ارقام سنتی ۲۷ گیاه از هشت کشور را مورد بررسی قرار داده‌اند (شکل ۴-۱). آن‌ها در گفتگو با کشاورزانِ بیش از ۲۰۰۰ خانوار در ۲۶ جامعه در کشورهای مختلف، نام‌های ارقام و مناطق مختلفی را که در سه جامعه در هر کشور مورد استفاده قرار می‌گیرد، ثبت کردند.

1. Skewness
2. Kurtosis
3. Yambasse
4. Belko
5. Bura pelga
6. Divergence
7. Jarvis

جدول ۴-۳. غنا ژنتیکی و یکنواختی ارقام سورگوم برای یک سایت واحد در یامباس، بورکینافاسو. منبع: ساوادوگو و همکاران (b۲۰۰۵)

نام کشاورز	مساحت کل (m^2)	ارقام سورگوم						غنا ژنتیکی خانوار	سیمپسون خانوار (1-sumsq)
		رقم ۱	رقم ۲	رقم ۳	رقم ۴	رقم ۵	رقم ۶		
کشاورز ۱	۱۷۵۰۰	۰/۲۹		۰/۱۴		۰/۵۷		۳	۰/۵۷
کشاورز ۲	۵۰۰۰		۰/۵۰	۰/۵۰				۲	۰/۵۰
کشاورز ۳	۵۰۰۰	۱/۰۰						۱	۰/۰۰
کشاورز ۴	۱۷۵۰۰	۰/۲۹			۰/۱۴	۰/۵۷		۳	۰/۵۷
کشاورز ۵	۵۰۰۰		۰/۵۰				۰/۵۰	۲	۰/۵۰
کشاورز ۶	۷۵۰۰	۰/۶۷				۰/۳۳		۲	۰/۴۴
کشاورز ۷	۱۷۵۰۰	۰/۵۷				۰/۲۹		۳	۰/۵۷
کشاورز ۸	۵۰۰۰		۰/۵۰	۰/۵۰				۲	۰/۵۰
مساحت زیرکشت سورگوم در خانوارهای نمونه	۸۰۰۰۰								
میانگین غنا ژنتیکی و سیمپسون خانوار								۲/۲۵	۰/۴۶
غنا ژنتیکی جامعه (تعداد کل ارقام در جامعه)								۶	
منطقه زیرپوشش هر رقم در جامعه (٪)		۰/۳۸	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۶	۰/۳۴	۰/۰۳		
سیمپسون جامعه (بر اساس درصد سطح زیرپوشش هر رقم در سطح جامعه)									۰/۷۲
واگرایی (=سیمپسون جامعه – میانگین سیمپسون خانوار/ سیمپسون جامعه)									۰/۳۶

این محققان دریافتند که غنا ژنتیکی و یکنواختی، هم در سطح مزرعه و هم در سطح جامعه، با هم ارتباط نزدیکی دارند. در برخی موارد، غالبیت زیادی رخ داده بود، در حالی که غنا ژنتیکی رقم، فراوانی پایینی داشت. این امر نشان می‌دهد که تنوع ژنتیکی را باید به عنوان تضمینی برای مقابله با تغییرات آتی محیط‌زیستی و یا پاسخگویی به نیازهای اجتماعی و اقتصادی آینده حفاظت کرد. در موارد دیگر پراکنش یکنواخت‌تری از ارقام مشاهده شد که احتمالا دلالت بر این دارد که کشاورزان در حال گزینش ارقامی هستند که تنوع نیازها و اهداف فعلی را برآورده سازند. برآوردهای واگرایی که به‌عنوان بخشی از یکنواختی جامعه در بین کشاورزان اندازه‌گیری می‌شود بر اهمیت تعداد زیادی از مزارع کوچک تاکید دارد که از راهبردهای عمودی تنوع ژنتیکی به عنوان نیروی اصلی در حفاظت از تنوع ژنتیکی گیاه زراعی در مزرعه استفاده می‌کنند.



(a) رابطه میان یکنواختی مزرعه و غنا ژنتیکی مزرعه، هر دو در مقیاس لگاریتم. دایره سیاه = گیاه زارعی عمده؛ دایره خاکستری = گیاه زراعی جزیی؛ ۲ ۳ ۲ احتمال x (p = ۰/۰۳).

(b) رابطه میان مساحت مزرعه و واگرایی، هر دو در مقیاس لگاریتم. دایره سفید = دگرتلاقی؛ دایره نیمه‌پر = دگرتلاقی جزیی؛ دایره خاکستری = خویش‌زادآوری؛ دایره سیاه = کلونال. نمودار مزارع با مساحت کمتر از ۵۰ مترمربع برای هر خانوار (به عنوان مثال، باغچه‌های خانگی) را شامل نمی‌شود.

شکل ۴-۱. غنا ژنتیکی، یکنواختی و واگرایی در سطح مزرعه برای ۲۷ گیاه از ۲۶ جامعه در هشت کشور مختلف (از جارویس و همکاران، ۲۰۰۸؛ حق نشر ۲۰۰۸ آکادمی ملی علوم، ایالات متحد آمریکا).

تنوع، هتروزیگوسیتی، خویش‌آمیزی و ساختار

در سطح آللی از فاکتورهای ژنتیکی جمعیت و نمونه‌های آماری که در ادامه بحث می‌شود معمولا برای توصیف جنبه‌های مختلف تنوع ژنتیکی در جمعیت‌ها استفاده می‌شود.

درصد جایگاه‌های ژنی چندشکلی[1]. نسبت جایگاه‌های ژنی یا لوکوس‌های نمونه‌برداری شده است که چندشکلی محسوب می‌شوند. این برآورد به فراوانی آلل اکثریت دارد که بالاتر از آن لوکوس به صورت تک‌شکلی مشخص می‌شود (به عنوان مثال، ۹۵ درصد یا ۹۹ درصد) و از این روش برای تشخیص دگرگونی استفاده می‌شود. معیار قابل مقایسه در مطالعات مولکولی، نسبت مکان‌های ایجاد کننده نوکلئوتید در هر مکان نوکلئوتید است.

غنای آللی. معمولا به عنوان میانگین تعداد آلل‌ها در هر لوکوس برای تعدادی از لوکوس‌های جمعیت (های) مورد مطالعه تخمین زده می‌شود. غنای آللی مقدار تنوع در رقم، جمعیت یا منطقه مورد بررسی را توصیف می‌کند. اندازه نمونه به شدت بر مقدار واقعی برآورد تاثیر می‌گذارد. هنگامیکه مقایسه‌های میان جمعیت‌ها بر اساس نمونه‌هایی با اندازه متفاوت انجام می‌شود، می‌توان برآورد را با استفاده از روش‌های نمونه‌برداری فرعی یا تنوع گروهی[2] تنظیم کرد.

هتروزیگوسیتی، یعنی نسبت ژنوتیپ‌های هتروزیگوت، یکی دیگر از معیارهای مفید برای اندازه‌گیری تنوع ژنتیکی در یک جمعیت است. سطح هتروزیگوسیتیِ مشاهده شده (H_o) نسبت لوکوس‌هایی است که از نظر ژنتیکی هتروزیگوت هستند و با این سطح ترکیب آلل‌ها در ژنوتیپ‌های دیپلوئید را اندازه‌گیری می‌کند. سطح مورد انتظار هتروزیگوسیتی ($H_e = I - \sum p^2_i$) سطح هتروزیگوسیتی است که با توجه به مجموعه‌ای از فراوانی‌های آلل (*pi*)، از آمیزش تصادفی (panmixis) انتظار می‌رود. این هتروزیگوسیتی شدیدِ مورد انتظار، معیار تنوع ژنتیکی است که به عنوان شاخص تنوع ژنتیکی Nei شناخته می‌شود که به وضوح با شاخص غالبیت اکولوژیکی سیمپسون ($\sum p^2_i$) مرتبط است. تفاوت میان میزان هتروزیگوسیتی مشاهده شده (H_o) در مقایسه با آنچه انتظار می‌رود (H_e) می‌تواند اطلاعاتی را در مورد میزان خویش‌آمیزی در یک جمعیت یا رقم ارائه دهد.

خویش‌آمیزی، آمیزش یا تلاقی افراد خویشاوند در یک جمعیت است. در موجوداتی که به برون‌آمیزی یا دگرآمیزی عادت دارند (به عنوان مثال، ذرت)، ادامه خویش‌آمیزی می‌تواند باعث از بین رفتن تناسب اندام یا پس‌روی خویش‌آمیزی شود.

1. Polymorphic loci
2. Rarefaction method

تنوع ژنی. تنوع Nei میزان احتمال متفاوت بودن دو عنصری است که به طور تصادفی از یک جمعیت یا نمونه‌انتخاب می‌شوند - اینکه دو نسخه تصادفی از یک ژن دارای آلل‌های ناهمسان باشد، یا اینکه دو رقم تصادفی از یک گیاه که از یک منطقه گرفته می‌شود، متفاوت باشد. در مطالعات مولکولی، تنوع نوکلئوتیدی میانگین تعداد اختلافات نوکلئوتیدی در هر مکان بین هر دو توالی است که به طور تصادفی از یک جمعیت نمونه انتخاب شده باشد. در جمعیت‌هایی که به طور تصادفی آمیزش می‌کنند این امر به هتروزیگوسیتی در سطح نوکلئوتید می‌انجامد.

واگرایی ژنتیکی. واگرایی را می‌توان به روش‌های مختلفی تعریف و اندازه‌گیری کرد. یک روش این است که کل تنوع ژنی در کل نظام در نظر گرفته شود (به عنوان مثال، یک کشور یا مجموعه‌ای از جمعیت‌های یک منطقه)، و آن را با میانگین ناهمانی[1] (تنوع ژنی Nei) درون جمعیت‌ها مقایسه کنیم، و به‌عنوان مجموعه‌ای از صفات یا نشانگرها[2] آن را اندازه‌گیری کنیم. سپس واگرایی به عنوان نسبت کل ناهمانیِ موجود در بین جمعیت‌ها اندازه‌گیری می‌شود. بنابراین تمایز جمعیت را می‌توان به عنوان نسبت (H_T) اندازه‌گیری کرد که بیش از میانگین تنوع ژنی (هتروزیگوسیتی حاصل از آمیزش تصادفی[3]) است که درون جمعیت‌ها یافت می‌شود: $G_{ST}=I-(H_S/H_T)$:(H_S).

این معیار برای مقایسه در نظام‌های مختلف مناسب است، اما این معیار نسبت به واگرایی انباشته بین جمعیت‌ها یا در شرایطی که ناهمانی محلی (H_S) زیاد باشد، حساس نیست. این معیار میزان تفاوت افراد را در نظر نمی‌گیرد: دو توالی، دو رقم، دو مزرعه، دو منطقه و غیره. در غیاب گزینش میزان واگرایی برابر با میزان جهش[4] و مستقل از اندازه جمعیت است که نشان‌دهنده رانش ژنتیکی[5] است. با این حال در بیشتر شرایطِ گیاه زراعی احتمالا گزینش توسط کشاورزان میزان واگرایی را افزایش می‌دهد و اثر رانش را دوچندان می‌کند.

فراوانی و پراکنش آلل‌ها. آلل‌ها ممکن است گسترده باشند و در بسیاری از جمعیت‌ها رخ دهند، یا ممکن است به صورت محلی محدود شده باشند و فقط در یک یا دو جمعیت در سراسر دامنه گیاهان زراعی یا گونه‌های گیاهی رخ داده باشند. ممکن است به تعداد معقول (معمولاً بیشتر از ۰/۰۵) در کل دامنه گیاهان زراعی و گونه‌های گیاهی رخ دهند یا کم و بیش نادر باشند (فراوانی کمتر از ۰/۰۵).

1. Non-identity
2. Marker
3. Panmictic heterozygosity
4. Mutation rate
5. Genetic drift

مارشال و براون[1] (۱۹۷۵) از فراوانی و پراکنش آلل‌ها برای تشخیص چهار نوع آلل استفاده کرده‌اند (جدول ۴-۴). به عقیده آن‌هادر سایر موارد مشابه راهبردهای حفاظتی باید به نحوی تنظیم شود که شانس حفظ آلل‌های رایج محلی را به حداکثر برساند، زیرا احتمالاً این قبیل آلل‌ها به محل‌های خاص و تنش‌های آن سازگارند (تنش‌هایی مثل خشکسالی، سرما یا بیماری). آلل‌های گسترده و رایج به‌طور خودکار در راهبردهای نمونه‌گیری منطقی جای می‌گیرند.

جدول ۴-۴. رده‌های مختلف فراوانی و پراکنش آلل‌ها.

	پراکنش آلل‌ها	
	گسترده	محلی
فراوانی آلل‌ها رایج		
فراوانی آلل‌ها نادر		

تکامل در ارقام و جمعیت‌های گیاهان

گیاهان زراعی از طریق اهلی‌سازی در طی هزاره‌های گذشته دستخوش تغییرات عمده‌ای شده‌اند و تحت تأثیر انتخاب طبیعی و انسانی به تغییر و تکامل خود ادامه می‌دهند. در اکثر اوقات کشاورزان تنوع گیاهان زراعی خود را گزینش کرده‌اند و به طور آگاهانه و ناآگاهانه برای تامین نیازهای خود به گیاهان زراعی شکل داده‌اند. حدود ۱۵۰ سال گذشته اصلاح گیاهان تجاری گزینش در سطح مزرعه را تحت‌الشعاع خود قرار داده و تغییرات سریع‌تری را در برخی از گیاهان زراعی مهم مانند برنج، گندم، ذرت، میوه‌ها، سبزیجات و دانه‌های روغنی ایجاد کرده است.

تغییر تکاملی فرآیندی اجتناب‌ناپذیر است که با مدیریت گیاهان زراعی همراه می‌شود و تاثیراتی را ایجاد می‌کند که معمولا در چشم ناظرین از آنچه در جمعیت‌های وحشی مشاهده می‌شوند، مشهودتر است (به عنوان مثال، شکل، رنگ و اندازه بخش برداشت شده گیاه). تکامل تفاوت‌هایی را میان ارقام مختلف ایجاد کرده است، که منعکس‌کننده تفاوت در میزان و پراکنش تنوع ژنتیکی موجود در جمعیت‌های گیاه زراعی است. این تنوع به طور تصادفی در مکان و زمان توزیع نمی‌شود. فراوانی آلل‌های مختلف و ماهیت آن‌ها و نیز ویژگی‌های مختلف جمعیتی نظیر هتروزیگوسیتی، تنوع ژنی، یکنواختی و غنا ژنتیکی در نتیجه نیروهای مختلف تکاملی (نظیر گزینش، جهش، نوترکیب، مهاجرت و رانش ژنتیکی)، و زیست‌شناسی

1. Marshall and Brown

تولیدمثل (مانند نظام‌های تولیدمثل، گرده‌افشانی و سازوکارهای پراکنش بذر) و روش‌هایی به وجود می‌آیند که این گیاهان در شرایط مختلف با یکدیگر ارتباط برقرار می‌کنند، که این امر فرصت‌هایی را برای جداسازی ژنتیکی، جریان ژنی، انقراض جمعیت محلی و سایر عوامل ایجاد می‌کند.

تجزیه و تحلیل بارنود و همکاران (۲۰۰۷) از ساختار ژنتیکی و دینامیک ارقام سنتی سورگوم در یک روستا واقع در شمال کامرون نمونه‌ای از این برهمکنش‌ها را نشان می‌دهد. کشاورزان در این روستا ۵۹ تاکسون سورگوم را که معرف ۴۶ رقم سنتی هستند را شناسایی کردند. در هر مزرعه بذرها به صورت مخلوط کاشته می‌شوند (به‌طور میانگین ۱۲ رقم سنتی در هر مزرعه) که به‌صورت بالقوه امکان گسترش جریان ژن فراهم می‌آورد. بارنود و همکاران (۲۰۰۷) الگوهای مکانی کاشت و نیز درک و دریافت کشاورزان از ارقام سنتی را ثبت کردند و ۲۱ رقم را با استفاده از نشانگرهای تکرار توالی ساده (SSR) مشخص کردند. در این تجزیه و تحلیل با استفاده از روش‌های فاصله‌ای و خوشه‌بندی، ۲۱ رقم مورد مطالعه در چهار خوشه گروه‌بندی شدند. هریک از این خوشه‌ها مربوط به گروه‌های متمایز کارکردی و اکولوژیکی ارقام سنتی بودند. تنوع ژنتیکی در ارقام مختلف ۳۰ درصد از تغییرات کلی را به خود اختصاص داده است. میانگین GST نسبت به ارقام سنتی ۰/۶۸ بود که نشان‌دهنده میزان بالای خویش‌آمیزی در ارقام است. تمایز میان ارقام قابل توجه و معنی‌دار بود (GST = ۰/۳۶). عوامل تاریخی، تنوع در نظام‌های به‌نژادی و اقدامات کشاورزان، الگوی تنوع ژنتیکی را تحت تاثیر قرار داده‌اند. علاوه بر گردش ژن، اقدامات کشاورزان نیز در امر نگهداری ارقام سنتیِ که دارای صفات مختلف زراعی و محیط زیستی هستند، کلیدی و مهم است.

گزینش[1]

افراد درون جمعیت‌ها و به طور حتم در جمعیت‌های مختلف درون یک گونه از لحاظ احتمال بقا و میزان باروری متفاوت هستند. بااین‌حال چنین تغییراتی در میزان باروری لزوما دربردارنده پیامدهای تکاملی نخواهد بود. برای ایجاد تغییر در ترکیب ژنتیکی گونه‌ها، افرادی که حامل یک ژن یا ترکیبی از ژن‌های خاص هستند، در مقایسه با بقیه جمعیت باید همواره در میان منتخبین جای گیرند.

گزینش عمده‌ترین نیروی تکاملی است که باعث شکل‌گیری سطوح و الگوهای تنوع در گیاهان زراعی می‌شود. این حالت زمانی اتفاق می‌افتد که برخی افراد در یک جمعیت به دلیل ساختار ژنتیکی خود بیشتر بقا یافته و به بلوغ و مرحله رسیدگی می‌رسند و بذر بیشتری تولید می‌کنند. معمولا گزینش فراوانی‌های

1. Selection

آلل را تغییر می‌دهد، بعضی از آلل‌ها را به نفع دیگر آلل‌ها کنار می‌گذارند و باعث ایجاد تغییر در فراوانی‌های ژنوتیپ در نسل‌های بعدی می‌شود. این کار ممکن است در هر مرحله یا مراحل مختلف زندگی گیاه یا گیاه زراعی مانند جوانه‌زنی، سبز شدن، رشد، گلدهی، تولید بذر یا برداشت رخ دهد.

همه فرآیندهای انتخابی منجر به تغییرات تکاملی نمی‌شوند. به‌عنوان مثال، یک جمعیت می‌تواند در حالت تعادل فراوانی آلل تحت تأثیر گزینش باشد، مانند وجود آلل‌های ناسازگار در برخی کلم‌ها[1]، یا در گزینش چند جایگاه، جایی که واریانت‌های مختلف به شرایط محیطی مختلف سازگار است. چنین گزینش متعادلی یک نیروی حفاظتی مهم است که تنوع را در فراوانی‌های تعادل حفظ می‌کند. به‌این‌ترتیب، همه تغییرات تکاملی نتیجه گزینش نیستند (به عنوان مثال تغییر در فراوانی آلل که از فرآیندهای نمونه‌گیری تصادفی مانند رانش ژنتیکی در جمعیت‌های کوچک و گلوگاه‌های اندازه جمعیت ناشی می‌شود). با این حال به طور کلی رابطه نزدیکی بین گزینش و تغییر ژنتیکی تکاملی وجود دارد. فرآیند گزینش فوق‌العاده غنی و متنوع است. در تئوری انتخاب یا گزینش ابزارهای زیادی مورد تایید است که در جدول ۴-۵ به‌صورت اصطلاحاتی که برای تعیین انواع مختلف گزینش استفاده می‌شود، ذکر شد. به این ابزار به‌عنوان انواع انحصاری گزینش نباید توجه کرد. برعکس اکثر شرایط در مزرعه یا طبیعت مستلزم اقدام مشترک قابل توجهی از ابزارهای مختلف گزینش است. خواننده‌ای که تمایل به بررسی دقیق هر ابزار دارد، می‌تواند به کتاب‌های درسی ژنتیک جمعیت، که در بخش مطالعه بیشترِ همین فصل ذکر شده، رجوع نماید.

جدول ۴-۵. ابزارهای متمایز گزینش که بر اساس ویژگی‌های عمده‌ای که معرف تفاوت‌های فردی در سازگاری تولیدمثل[2] است، گروه‌بندی شده است.

خصوصیات	هدف یا زمینه	حالت‌های گزینش
فنوتیپی	ارزش‌های طبیعی	مستقیم، جهت‌دار، کوتاه کننده، تثبیت‌کننده، مزاحم
	آگاهی کشاورز	عمدی، سهوی، ناخودآگاه، مرتبط
نوسان	تغییرپذیری	نوسان زمانی و مکانی، مرحله زندگی یا بلوغ
ژنتیکی	تنوع آللی	خالص‌سازی، ایجاد تعادل، مزایای هتروزیگوت، متنوع‌سازی
	سیستم ژنتیکی	هاپلوئید، جنسی، خویشاوندی
جمعیت	متغیرهای اکولوژیکی	طبیعی، وابسته به فراوانی یا تراکم، انتخاب r در برابر k

1. *Brassica*
2. Reproductive fitness

در گیاهان زراعی گزینش به صورت آگاهانه و توسط کشاورزان انجام می‌شود تا ویژگی‌های خاصی را حفظ کند یا نیازهای خاصی را برآورده سازد. علاوه بر این فعالیت‌های کشاورزی، فشارهای ناخواسته گزینش و نتایج برنامه‌ریزی نشده را در پی خواهد داشت. در جمعیت‌هایی که از تنوع ژنتیکی برخوردار هستند گزینشِ به‌منظور سازگاری از تاثیر عوامل محیطی حاصل می‌شود. توسعه و نگهداری ارقام دارای رنگ بذر خاص یا ترکیب نشاسته در ذرت (رنگ آبی یا قرمز، سخت یا دندانه‌ای)، اشکال برگ در کاسنی (برگ‌های کامل در گونه‌های اسکارولا[1] یا بسیار بریده بریده مانند انواع ایندیویا[2])، خصوصیات بلوغ خاص (بلوغ زودرس و دیررس در بسیاری از گیاهان زراعی) و یا پخت و پز و خصوصیات مربوط به استفاده (مانند شیرینی در سورگوم) را می‌توان در زمره نمونه‌هایی از گزینش عمدی و آگاهانه به شمار آورد.

نمونه‌هایی از تغییرات گزینشی ناشی از انتخاب‌های همبسته یا با آگاهی کمتر توسط کشاورزان عبارتند از: ۱) برداشت زودرس در شرایط خشکسالی که منجر به تغییر در تاریخ بلوغ می‌شود (همانند ارقام سورگوم و ارزن در غرب آفریقا طی ۲۰ سال گذشته، بزانچون و همکاران، ۲۰۰۹)، ۲) گزینش انواع گیاهان خاص مانند به حداقل رسیدن گلدهی در سیب‌زمینی در نتیجه گزینش و به منظور افزایش تولید غده و ۳) گزینش در برابر ریزش[3] غلات دانه‌ریز در خلال روند اهلی‌سازی. موارد گزینش محیطی شامل مواردی است که در اثر فشارهای بیولوژیکی مانند تحمل یا مقاومت مزارع در برابر بسیاری از آفات و بیماری‌ها حاصل شده است (که در فصل ۷ مورد بحث قرار گرفته است). در فصل یازدهم به این نکته اساسی باز خواهیم گشت که در نظام کشاورزی حالات مختلف گزینش با یکدیگر در تعامل هستند.

چنانکه که در این معادله آمده، اثربخشی گزینش جهت‌دار به وراثت‌پذیری ویژگی‌ها و شدت گزینش بستگی دارد: $R=h^2S$، که R پاسخ به گزینش، h^2 وراثت‌پذیری و S شدت انتخاب است. صفاتی مانند عملکرد و اجزای عملکرد به طور کمّی متفاوت هستند و توسط ژن‌های زیادی کنترل می‌شوند که بیان آن‌ها به شدت تحت تاثیر محیط قرار دارد. چنین صفاتی معمولا دارای توارث کم و پاسخ انتخابی آهسته در هر نسل هستند. در مقابل، صفاتی که به سادگی به ارث می‌رسند به سرعت پاسخ می‌دهند به طوریکه به سادگی مورد پذیرش یا عدم پذیرش کشاورز قرار می‌گیرد.

1. Scarola
2. Indivia
3. Shattering

کشاورزان (و متخصصان به‌نژادی گیاهان) معمولا بسیاری از صفات مختلف پیچیده ژنتیکی را بررسی می‌کنند. همچنین ممکن است تیپ‌های ترجیحی در نتیجه ارتباط یا اثرات پلیوتروپیک از نظر عملکرد و بقا، تطابق یا برازش[1] کمی را نشان می‌دهد، به‌طوریکه تلاش‌های کشاورزان برای گزینش توسط سایر نیروهای گزینشی خنثی شود (برای مثال تلاش‌های آن‌ها در گزینش صفات ارثی حیات مانند ویژگی‌های رکود بذر، ویژگی‌های رشد، یا پاسخ به دوره نوری). این بدان‌معنی‌است که حتی هنگامی که کشاورزان گزینش دقیقی انجام می‌دهند ممکن است پاسخ کمی دریافت کنند و مقدار قابل توجهی از تغییرات در ارقام سنتی باقی بماند. در گونه‌های خویش‌زادآور مانند ذرت، گزینش گیاهان در بین جمعیت‌ها اساسا به جنس ماده محدود می‌شود. بذر انتخاب شده عمدتا در نتیجه گرده‌افشانی آزاد و کاملا تصادفیِ گیاه نر به دست آمده است. با توجه به اثرات گزینش این نظام به‌نژادی محافظه‌کارانه است و تنوع ژنتیکی را در جمعیت‌ها حفظ می‌کند.

جهش[2]

جهش تغییری وراثتی در توالی نوکلئوتید یک کروموزوم است و بنابراین منبعِ تغییرات ژنتیکی جدید محسوب می‌شود. سرعت طبیعی جهش کم است (حدود 10^{-5} در هر ژن یا 10^{-9} در هر مکان نوکلئوتیدی) و در رابطه با تطابق موجودات زنده، بیشتر جهش‌ها خنثی است یا عموما فقط دارای اثرات جزئی مضر است. اما اهلی‌سازی گیاهان زراعی، نتیجه گزینش جهش‌های خاصی توسط انسان بوده است که سبب سازگاری کشت و بهره‌برداری انسانی شده است مانند ژن‌های عدم ریزش دانه در بیشتر غلات و غول‌پیکری (ژیگانتیسم[3]) در میوه‌ها و سبزیجات (که در فصل ۲ مورد بحث قرارگرفته) از نمونه‌های این امر محسوب می‌شود. در بعضی موارد مانند رنگ دانه در ذرت، به نظر می‌رسد انسان آن را برای نظام‌های قابل تغییری انتخاب کرده است که با افزایش سرعت جهش همراه هستند. این نظام‌ها با استفاده از الگوهایی متنوع بر روی دانه (ذرت)، ساقه (نیشکر) یا برگ کدگذاری می‌کنند و به کشاورزان کمک می‌کنند تا ارقام مختلف را تشخیص دهند. شناسایی «تیپ‌های مختلف» یا شکل‌های جدید توسط کشاورزان که احتمالا در نتیجه جهش به وجود آمده‌اند در بسیاری از گیاهان فرآیندی مداوم محسوب می‌شود. ممکن است که این

1. Fitness
2. Mutation
3. Gigantism

تیپ‌ها و اشکال جدید برای تولید یا استفاده و یا صرفا به دلیل علاقه انسان به تنوع و تمایل به حفظ آن‌ها مورد حفاظت قرار گیرد.

نوترکیبی[1]

نوترکیبی فرآیندی است که ترکیبات جدیدی از آلل‌ها را در ژن‌های مرتبط ایجاد می‌کند. ژن‌هایی که روی کروموزوم‌های مختلف حمل می‌شوند در میوز دوباره آزادانه ترکیب می‌شوند، در حالیکه آلل‌های آن ژن‌ها که در همان کروموزوم قرار دارند، بسته به اینکه چقدر بر روی کروموزوم به یکدیگر نزدیک باشند (چقدر اتصال نزدیکی دارند) و اینکه میزان نوترکیبی چقدر باشد، با هم به ارث می‌رسند. همانند جهش، نوترکیبی می‌تواند سبب ایجاد تیپ‌های جدید و مشخصی از گیاهان شود (ترکیبات جدیدی از ویژگی‌ها یا بیان آلل‌های مغلوب) و ممکن است کشاورزان این تیپ‌ها را انتخاب کنند.

شانس نوترکیبی و اثرات آن بسیار تحت تاثیر نظام به‌نژادی است. برون‌آمیزی یا آمیزش تصادفی، هتروزیگوسیتی متعدد و شانس نوترکیبی را افزایش می‌دهد، در حالیکه خویش‌آمیزی باعث کاهش هتروزیگوسیتی می‌شود و در نتیجه نوترکیبی را نیز کاهش می‌دهد. در گونه‌های برون‌زادآور تمام ترکیبات ژنی (مطلوب یا نامطلوب) از طریق نوترکیبی تجزیه می‌شوند، مگر اینکه به واسطه اتصال کروموزومی محکم به یکدیگر پیوسته باشند. در گونه‌های دیپلوئید خودبارور، درون‌آمیزی باعث کاهش سرعت نوترکیبی بین ژن‌ها می‌شود و ترکیبات آللی گزینش شده را برای مدت طولانی‌تری متصل به یکدیگر نگه می‌دارد. به‌علاوه در هر نسل، درون‌آمیزی هر گونه هتروزیگوسیتیِ موجود در ژنوتیپ‌های مطلوب را کاهش می‌دهد. هنگامیکه گیاهان به صورت غیرجنسی تکثیر می‌شوند، (مانند غده‌ها یا تکه‌های ساقه یا دانه‌های ایجاد شده در اثر آپومیکسی) کل ژنوتیپ حفظ می‌گردد و در این حالت هیچ نوترکیبی وجود ندارد. بنابراین گزینش می‌تواند در آن سطح در میان کلون‌های مختلف وارد عمل شود.

مهاجرت

جابجایی گیاهان و ارقام زراعی از مکانی به مکان دیگر، از کشوری به کشور دیگر، و از قاره‌ای به قاره دیگر از ویژگی‌های بارز کشاورزی است. مهاجرت گیاهان اهلی که به واسطه مهاجرت انسان‌ها (موفق‌ترین گونه‌های مهاجر) به ایجاد گیاهان زراعی جدید در مناطق مختلف جهان شده است؛ گیاهانی مانند ذرت،

1. Recombination

سیب‌زمینی و لوبیا در اروپا و آفریقا یا گندم و سویا در قاره آمریکا. این فرآیند به پراکندگی جمعیت‌های طبیعی و ایجاد جمعیت‌های جدید مشابهت دارد. در علم ژنتیک جمعیت به فرآیند جابجایی گیاهان، تکثیرهای رویشی، بذرها یا گرده‌ها بین جمعیت‌ها، مهاجرت گفته می‌شود. در مواردی که جابجایی از این نوع با تلاقی بین مهاجران و جمعیت همراه شود، به ادغام ژنتیکی در یک جمعیت جدیدِ حاصل از تداخل ژنی[1] منجر می‌شود. هنگامیکه بذر یا نمونه گامت‌های مهاجر از نظر ژنتیکی با جمعیت دریافت کننده متفاوت باشد،در اصطلاح جریان ژنی رخ داده است.

مهاجرت و جریان ژنی مرتبط که هم به‌طور آگاهانه و هم به طور تصادفی مدیریت می‌شود، از ویژگی‌های مهم ارقام سنتی بخصوص در گیاهان دگرتلاقی یا تا حدی دگرگرده‌افشانی شده مانند ذرت، ارزن مرواریدی یا سورگوم است. ممکن است برای اطمینان از حفظ ویژگی‌های اصلی ارقام خاص در این گیاهان دگرگرده‌افشانی شده به اقدامات مدیریتیِ عامدانه وآگاهانه نیاز باشد. در برخی از گیاهان زراعی جریان ژنی از خویشاوندان وحشی در فرایند تکامل آن‌ها حائز اهمیت بوده است و به تدریج پایه ژنتیکی[2] آن‌ها را گسترش داده و سبب شده تنوع موجود برای گزینش نیز افزایش یابد (جارویس و هوچکین، ۱۹۹۹).

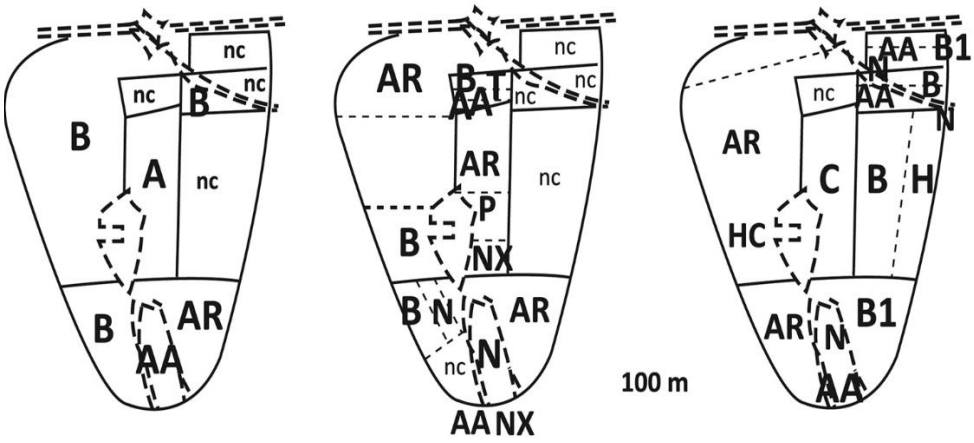
مهاجرت نیز مانند جهش یا نوترکیبی می‌تواند منبعی مفید از تنوع ژنتیکی جدید برای کشاورز به شمار آید. مهاجرت و به دنبال آن تلاقی و نوترکیبی واریانت‌های جدیدی ایجاد می‌کند که ممکن است به بخشی از ارقام سنتی موجود تبدیل شده یا موجب تولید ارقامی جدید شوند. لوته در خصوص ارقام ذرت (سنتی و مدرن) مطالعه‌ای در هفت مزرعه در کوزالاپای مکزیک طی سه فصل زراعی با الگوهای کشت که بصورت مداوم در حال تغییر است انجام داد. اندازه جمعیت موثر در بخشی از بذر ذرت در این منطقه به طور منظم کاهش می‌یافت آلل‌های نادر از بین می‌رفت. بنابر استدلال لوته اگر کشاورزان ذخیره بذر خود را در انزوا و جدای از یکدیگر مدیریت می‌کردند تنوع برخی از بذرها کاهش می‌یافت و در نتیجه باعث افزایش خویشاوندی[3] و کاهش پتانسیل تولید می‌شد. اما نتایج مطالعه لوته نشان داد مهاجرت (معرفی ارقام جدید) و شیوه‌های مدیریت کشاورزان به معرفی تنوع جدید و جریان ژنی قابل توجهی میان ارقام ذرت منجر می‌شود (شکل ۴-۲).

---

1. Introgressed population

۲. به میزان و مقدار تنوع موجود در یک جمعیت، پایه ژنتیکی (Genetic base) گفته می‌شود (مترجم).

3. Consanguinity



جاده‌ها، منازل یا زمین بایر			
حدود مزارع	—	B	ذخیره بذری خودش
حدود ارقام	- -	B1	ذخیره بذری معرفی شده
مزرعه کشت نشده	nc		

چرخه کوتاه محلی: B= بلانکو، N= نگرو، AA= آماریلو آنکو، Ta= تابلونسیلو، P= پرلا.
چرخه بلند محلی: C= چاینکوئیتل.
چرخه بلند خارجی: A= آماریلو، AR= آرژنیتو، NX= اگزوتیک نگرو، H = هیبرید.

شکل ۴-۲. محل ارقام ذرت در هفت مزرعه طی سه فصل زراعی (طراحی مجدد از لوته (۱۹۹۹)، چاپ مجدد با کسب اجازه از انتشارات لوئیس)

رانش ژنتیکی

نوسان‌های تصادفی فراوانی ژن در یک جمعیت از یک نسل به نسل دیگر باعث رانش ژنتیکی می‌شود. میزان رانش ژنتیکی به اندازه جمعیت بستگی دارد. با کوچک‌تر شدن جمعیت تاثیر رانش بیشتر می‌شود. در نهایت رانش ژنتیکی به تثبیت آلل‌ها در هر لوکوس یا جایگاه ژنی منجر می‌شود، فرآیندی که به‌طور تصادفی اتفاق می‌افتد به‌طوری که در هر دو یا چند جمعیت یا زیرجمعیت آلل‌های مختلف ممکن است در هر مکان خاصی تثبیت شوند. رانش ژنتیکی در زیرجمعیت‌های تقسیم‌بندی شده می‌تواند باعث ایجاد تغییرات جزئی بین جمعیت‌ها شود که در طی نسل‌ها انباشته شده و باعث ایجاد تمایز ژنتیکی می‌شوند.

در زیست‌شناسی حفاظتی تاثیر بالقوه رانش ژنتیکی بیشتر در جمعیت‌های بسیار کوچک، یعنی در نمونه‌های بسیار کوچک یا در گلوگاه‌ها مشهود است. از بین رفتن واریانت‌های آللی، به‌ویژه موارد نادر و افزایش سطح خویش‌آمیزی (یا کاهش هتروزیگوسیتی) دو اثر عمده رانش ژنتیکی محسوب می‌شوند. کاهش جمعیت یا اندازه نمونه، نخست سبب کاهش غنای آللی یا فرسایش ژنتیکی می‌شود و اثرات خویش‌آمیزی در جمعیت‌های کوچک غالب می‌گردد. این نظریه در قاعده به‌اصطلاح ۵۰۰–۵۰ نهفته است که به موجب آن حداقل اندازه قابل قبول جمعیت برای جلوگیری از خویش‌آمیزی ۵۰ و برای فرسایش ژنتیکی ۵۰۰ است. از فواید اجتناب از خویش‌آمیزی در کوتاه مدت می‌توان به سازگاری، تطابق و بقا و در بلندمدت به افزایش غنای آللی اشاره نمود و به منظورسازگاری یا بقا امری ضروری محسوب می‌شود. برای بررسی بیشتر این موضوعات خواننده می‌تواند کتاب‌های ژنتیک جمعیت مانند کتاب فرانکهام و همکاران (۲۰۱۰) را مطالعه کند.

بیولوژی باروری یا تولیدمثلی

بیولوژی تولیدمثلی یا باروری گیاه به مکانیسم‌های مختلفی گفته می‌شود که به گیاه اجازه می‌دهد تا زادآوری داشته باشد. این امر بر چگونگی تقسیم و گسترش تنوع ژنتیکی در داخل و بین جمعیت‌ها تاثیر می‌گذارد و بنابراین فرآیندی اساسی در پویایی تنوع در مزرعه محسوب می‌شود.

نظام‌های به‌نژادی (آمیزش)

نظام‌های اصلی آمیزش در گیاهان عبارتند از: دگرتلاقی (دگرباروری)، اتوگامی (خودباروری) و تکثیر غیرجنسی یا رویشی (از جمله ناآمیختگی[1] که تولیدمثل غیرجنسی بدون باروری است و با تغییر عملکرد جنسی ایجاد می‌شود). در بسیاری از گیاهان زراعی و با وجود اینکه گزینش انسانی معمولا رقمی را به رقم دیگر ترجیح می‌دهد، نظام آمیزش ترکیبی رخ می‌دهد (به عنوان مثال، تولید بذر در غلات یا تکثیر کلونی در سیب‌زمینی). نظام به‌نژادی تحت تاثیر مدت زمان برای رسیدن به رسیدگی، تعیین میزان گلدهی، نحوه گرده‌افشانی و میزان ارتباط بین والدین و همچنین ویژگی‌های خاص مورفولوژیکی یا بیوشیمیایی (مانند تک‌جنسیتی[2]= گل‌های نر و ماده بر روی یک گیاه مانند ذرت، دوجنسیتی[3]= جمعیت گیاهانی که

1. Apomixis
2. Monoecy
3. Dioecy

دارای گیاهان نر و ماده جداگانه‌ای هستند مانند پسته، یا نظام‌های خودناسازگاری مانند برخی کلم‌ها) قرار دارند. نظام‌های به‌نژادی گیاهان زراعی به تعیین چگونگی الگوی تنوع ژنتیکی درون و بین جمعیت آن‌ها کمک می‌کند و بر چگونگی ایجاد تنوع ژنوتیپی جدید در گونه‌های جداگانه تاثیر می‌گذارد.

به گیاهانی که دارای درجه بالایی از خودباروری هستند، درون‌نژادگر[1] یا خودگشن گفته می‌شود. گیاهان خودناسازگار عمدتا برون‌نژادگر یا دگرگشن[2] هستند. گیاهانی که از طریق رویشی یا غیرجنسی تکثیر می‌یابند گاهی اوقات به‌عنوان گونه‌های کلونال یاد می‌شود. در واقع جوامع گیاهی طیف گسترده‌ای از نظام‌های تولیدمثلی را به نمایش می‌گذارند. این نظام‌ها انعطاف‌پذیر در بین جمعیت‌ها و در طول زمان متفاوت هستند. مجموعه ژن/خزانه ژنیِ گوجه‌فرنگی (گونه‌های *Lycopersicon*) مثالی از این نظام‌ها است. گوجه‌فرنگی زراعی (*L. esculentum*) و گونه‌های دیگر خودگشن هستند، درحالیکه گونه‌های دیگر کاملا خودسازگار و بنابراین دگرگشن هستند (به عنوان مثال، *L. chilense*). بااین‌حال وضعیت برخی گونه‌ها پویاتر است. بنابراین *L. pinpinellifolium* احتمالاً از اجداد کولتی‌ژن یا ژن‌های گیاهان اهلی خودسازگار است، اما در امتداد مرکز پراکنش ۴۰ درصد دگرتلاقی می‌کند، که در انتهای آن به صفر درصد کاهش می‌یابد. گونه‌های دیگر *Lycopersicon* (مانند *L. hirsutum*) در جمعیت‌های مرکزی خودناسازگار و از نظر ژنتیکی متغیر هستند، اما در جمعیت‌های حاشیه‌ای خودسازگار و تقریبا یک‌شکل هستند.

در افراد برون‌نژادگر تولیدمثل جنسی منجر به تولید افراد با ترکیبات جدیدی از ژن‌ها می‌شود و از نظر ژنتیکی هر فرد منحصربه‌فرد خواهد بود. در حالی که افراد با ترکیبات جدید آلل‌ها در لوکوس‌های مختلف تولید می‌شوند، میانگین هتروزیگوسیتی جمعیت حفظ می‌شود. در مقابل، گونه‌های خودبارور نتایجی تولید می‌کنند که در آن‌ها هر گیاه منفرد بخشی از آلل‌های واریانت را در لوکوس‌هایی که گیاه والدین آن‌ها هتروزیگوت بوده است حمل می‌کند. بنابراین به طور متوسط نیمی از هتروزیگوسیتی والدین از بین می‌رود. به مرور زمان این فرآیند تنوع را به تبارهایی منزوی تبدیل نموده و میزان تولید ژنوتیپ‌های جدید چندلوکوسی را بسیار محدود می‌کند. در مقابل، گیاهان بارور غیرجنسی کل ژنوتیپ چندلوکوسی خود را بازسازی می‌کنند و از جهش‌های نادر جلوگیری می‌کنند. جمعیت گیاهان از نظر اندازه محدود است و تعداد کمی از والدین (همچون بنیانگذاران یا گلوگاه‌های پس از گزینش) می‌توانند با یک نظام آمیزش خودگشنی یا کلونال ترکیب شوند تا به سرعت تنوع تک‌لوکوسی و چندلوکوسی را از بین ببرند.

1. Inbreeders
2. Allogamous

با توجه به اینکه تولیدمثل جنسی شامل تبادل ماده ژنتیکی است، شناخت نحوه تولیدمثل یک گونه از فاکتورهای مهم در درک مشخصات تنوع ژنتیکی در یک جمعیت به شمار می‌آید. به عنوان مثال جمعیت‌های گونه‌های دگرگشن در مقایسه با جمعیت‌های عمدتا خودگشن، که به احتمال زیاد تنوع ژنتیکی بیشتری بین جمعیت‌ها دارند از تنوع بالاتری برخوردارند. هامریک و گوت (۱۹۹۷) بر اساس تجزیه و تحلیل مطالعات ایزوآنزیمی به جمع‌بندی تاثیرات نظام به‌نژادی بر تغییرات در درون و در میان جمعیت‌های زراعی پرداخته‌اند. مقایسه ویژگی‌های سه حالت اصلی نظام‌های به‌نژادی در جدول ۴-۶ آمده است.

جدول ۴-۶. تاثیرات عمده نظام‌های به‌نژادیِ خصوصیات ژنتیکی جمعیت‌های گیاهی

خصوصیات ژنتیکی	خویش‌آمیز	برون‌آمیز	گونه‌های کلونال
سطح چندریختی[1] در جمعیت‌ها	زیاد	کم	محدود
غنای آللی	زیاد	متوسط	محدود
هتروزیگوسیتی	زیاد	کم تا صفر	زیاد
ژنوتیپ‌های متمایز	افراد از نظر ژنتیکی منحصر به فرد هستند	تعدادی محدود از ژنوتیپ‌های چندلوکوسی	تعدادی کم یا یک ژنوتیپ
نوترکیبی	زیاد	محدود	هیچ
تفاوت‌های جمعیت در سطوح چندریختی	محدود	زیاد	کم تا شدید
تنوع جمعیتی	محدود	مشخص	کم تا شدید
پاسخ به گزینش والد مادری	محافظتی، آهسته	خالص‌سازی، سریع	سخت، سریع
مهاجرت	بذر و گرده	ساختار چندژنی	ساختار چندژنی

تولیدمثل غیرجنسی یکی از ویژگی‌های اساسی بسیاری از گیاهان زراعی است که از طریق ریشه، غده‌ها یا قلمه‌ها تکثیر می‌شوند. سیب‌زمینی، یام، سیب‌زمینی شیرین، موز، تارو و نیشکر همگی از گونه‌های تکثیر شده غیرجنسی هستند که از اهمیتی جهانی برخوردار هستند. بسیاری از گیاهان باغی، از جمله توت‌فرنگی، سیب، زردآلو، لیچی و رامبوتان از طریق قلمه یا شاخه‌های گیاهان «مادری» منفرد تکثیر می‌شوند. در بسیاری از این گیاهان تولیدمثل جنسی همچنان انجام می‌شود و امکان ایجاد تیپ‌های جدید در نتیجه نوترکیبی و تولید بذر وجود دارد. در برخی از مناطق آند کلون‌های سیب‌زمینی و بذرهای حقیقی سیب‌زمینی توسط کشاورزان و پرورش‌دهندگان مورد بهره‌برداری و استفاده قرار می‌گیرند. در حالیکه کشاورزان اهل

1. Polymorphism

بنین از طریق بازکشت بخش‌های ریشه به حفظ کلون‌های دلخواه یام می‌پردازند، همزمان مواد جدیدِ حاصل از تولیدمثل جنسی را از جنگل‌های اطراف تهیه می‌کنند. در نخل خرما باروری از طریق پاجوش، کشاورزان را قادر می‌سازد ژنوتیپ‌های خاص قابل قبول را حفظ کنند، درحالیکه جوانه‌زنیِ خودبه‌خودی دانه‌های جنسیِ دور ریخته شده منبع ژنوتیپ‌های جدیدی را فراهم آورند و کشاورزان فنوتیپ‌های جدید را از میان آن‌ها انتخاب می‌کنند.

گرده‌افشانی

به انتقال دانه‌های گرده از بساک به خامه گرده‌افشانی گفته می‌شود. در حالی که گرده‌ها برای انتشار فقط به نیروی جاذبه متکی هستند و نمی‌توانند بیش از چند متر را طی کنند، گرده‌های حمل شده توسط باد قادرند فواصل بسیار طولانی‌تری را بپیمایند. در برخی موارد گزارش شده است که گرده‌های حمل شده توسط باد، صدها کیلومتر مسافت را طی می‌کنند. برای بسیاری از گیاهان زراعی حشرات ناقل مهمی در پراکندگی گرده گل به حساب می‌آیند (کلاین و همکاران، ۲۰۰۷) و بنابر گزارش‌ها گرده‌های زنده را تا فاصله یک کیلومتر از نقطه مبدا حمل می‌کنند.

گرچه ممکن است گاهی گرده‌ها مسافت زیادی را طی کنند، بیشتر گرده‌افشانی به صورت محلی اتفاق می‌افتد و لقاح معمولا از گرده‌های تولیدشده در همان حوالی حاصل می‌شود. مسافت تا حدودی به نظام به‌نژادی گیاه مورد نظر بستگی خواهد داشت. تحقیقات در مورد فواصل ایزوله‌سازی لازم جهت تولید لاین‌های خالص بذر، نتایجی را درباره محدوده خارجی گرده‌افشانیِ موفقیت‌آمیزِ گیاهان زراعی در نظام‌های مختلف به‌نژادی را در اختیار محققان و کشاورزان قرار داده است. انتقال گرده در گونه‌های دگرگشن بسیار بیشتر از گونه‌های خودگشن است. در گیاهان دگرگشن، فاصله ایزوله‌سازی ایمن هزار متر در نظر گرفته می‌شود. در مقابل فاصله ایزوله‌سازی ایمن برای اکثر گونه‌های خودبارور معمولا حدود ۲۰۰ متر است و برای غلات فاصله ۲۰ متری می‌تواند کافی باشد.

مکانیسم‌های مختلفِ انتشار گرده گیاه (نیروی جاذبه زمین، حشرات، پرندگان، باد) می‌تواند تاثیر مهمی در پراکنش بالقوه تنوع ژنتیکی درون و بین جمعیت‌های گیاهان داشته باشد (لاولس و هامریک، ۱۹۸۴). بر خلاف گونه‌های وحشی، اگرچه از نظر محلی پراکندگی ژن توسط گرده در گونه‌های دگربارور مانند ذرت قابل توجه است، اما هنوز هم نسبت به انتشار توسط بذر نیروی بسیار ضعیف‌تری محسوب می‌شود. نظام‌های پیچیده بذر شامل نیروهای اجتماعی و اقتصادی در مقیاس محلی و مهاجرت انسان در ابعاد جغرافیایی از ویژگی‌های گیاهان زراعی است.

انتشار بذر[1]

در گیاهانی که از طریق جنسی تکثیر می‌شوند، مکانیسم‌های مختلف انتشار بذر نیز می‌تواند بر پراکنش بذر تاثیر بگذارد. جاذبه، باد، سیلاب‌ها و حیوانات مختلف از جمله انسان از عوامل احتمالی انتشار بذر به حساب می‌آیند. برخی از اشکال انتشار بذر می‌تواند بذرها را از منشا اصلی خود منتقل کند و تاثیر مهمی در مهاجرت و جریان ژن بین جمعیت‌ها داشته باشد.

در بیشتر گیاهان زراعی اهلی، به ویژه گیاهانی که بذر قسمت اصلی مفید گیاه است اشکال طبیعی انتشار بذر در مقایسه با اشکال انسانی آن ناچیز است. در حقیقت توانایی طبیعی بذرها برای جدا شدن از دُم‌گل یا خوشه که در اصطلاح به آن «ریزش» گفته می‌شود، در بسیاری از موارد با انتخاب کشاورز از میان رفته است. جابجایی گیاهان، گونه‌ها و جمعیت‌ها تحت مدیریت انسانی نیز ممکن است از طریق انتقال مواد به موقعیت‌ها یا مقاصد جدیدِ ناخواسته، عوارض جانبی غیرمنتظره‌ای به بار آورد. اگرچه این شکل از انتشار غالبا مفید و بخش مهمی از تاریخ بشر بوده است، اما گاهی اوقات و در پی حمل آفات، بیماری یا علف هرز جدید عواقب فاجعه‌باری به همراه داشته است که برای مثال می‌توان به ورود شپشک آردیِ کاساوا[2] به آفریقا اشاره کرد (ناسار و اوریتز، ۲۰۰۷).

در گونه‌های وحشی از جمله خویشاوندان گیاهان زراعی، مکانیسم‌های طبیعیِ انتشار بذر می‌تواند تاثیر عمده‌ای بر مهاجرت فردی و ژنتیک جمعیت داشته باشند. مانند نظام گرده، نظام‌های انتشار بذر که فقط به نیروی جاذبه متکی هستند، معمولا به مناطق حول گیاه مادر محدود می‌شوند. از طرف دیگر گونه‌هایی که دارای نظام انتشار ریزشی یا بذرهای بالدار هستند برای تحرک بیشتر به باد متکی‌اند. به‌طور بالقوه مهمترین تحرک بذر به اشکال مختلفِ انتشار توسط حیوانات بستگی دارد، زیرا بذرهایی که به پرندگان یا پستانداران می‌چسبند یا توسط آن‌ها بلعیده می‌شوند قادر هستند صدها کیلومتر را طی کنند.

نتیجه‌گیری

تنوع ژنتیکی موجود در زمین‌های کشاورزی، تنوعی که اساس تامین معاش کشاورزان و نیز موضوع فعالیت‌های حفاظتی آن‌هاست، از برهمکنش نیروهای گزینشی با جهش، نوترکیبی، جریان ژنی و رانش ژنتیکی ناشی می‌شود. روش کار آن در هر گیاه به بیولوژی آن، محیط اطراف و نحوه استفاده و رشد آن

1. Seed dispersal
2. *Cassava mealybug*

بستگی دارد. روش‌های ژنتیکی جمعیت اطلاعات لازم را برای توصیف الگوهای مشاهده شده تنوع زیستی فراهم می‌آورد و می‌توان از این اطلاعات در جهت توسعه و آزمایش فرضیه‌ها درباره مهمترین عوامل ایجاد، حفظ یا تاثیرگذاری بر الگوهای مشاهده شده، بهره برد. در فصل بعد به بررسی برخی از رویکردهایی خواهیم پرداخت که در درک تنوع ژنتیکی گیاه زراعی و حمایت از حفاظت یا استفاده از تنوع ژنتیکیِ موجود بسیار مفید خواهند بود.

برای مطالعه بیشتر

Frankel, O. H., A. H. D. Brown, and J. J. Burdon. 1995. *The Conservation of Plant Biodiversity.* Cambridge University Press, Cambridge.

Gillespie, J. H. 2004. *Population Genetics: A Concise Guide.* Johns Hopkins University Press.

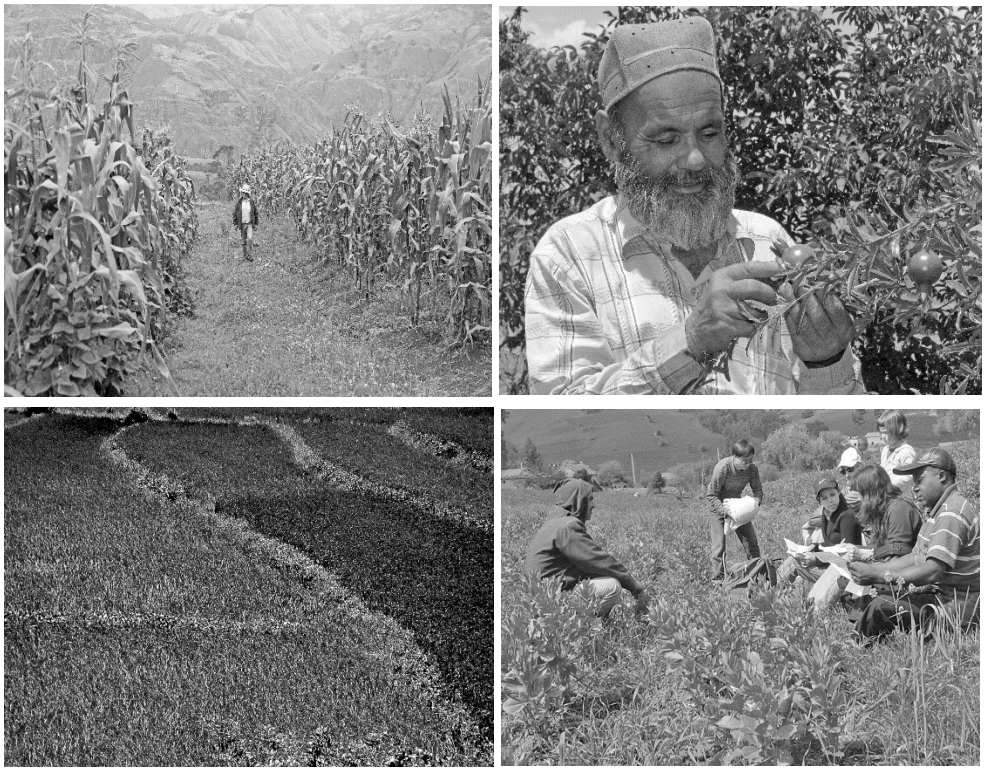
Hamilton, M. B. 2009. *Population Genetics.* Wiley Blackwell.

Hartl, D. L., and A. G. Clark. 2007. *Principles of Population Genetics,* 4th ed. Sinauer Associates.

Hedrick, P. W. 2004. *Genetics of Populations,* 3rd ed. Jones and Bartlett.

Laurentin, H. 2009. "Data analysis for molecular characterization of plant genetic resources." *Genetic Resources and Crop Evolution* 56:277–92.

Mohammadi, S. A., and B. M. Prasanna. 2003. "Analysis of Genetic Diversity in Crop Plants—Salient Statistical Tools and Considerations." *Crop Science* 43 No.4:1235–48.



قاب ۴. گزینش، اندازه جمعیت و بیولوژی باروری از عوامل عمده شکل‌دهنده سطح و الگوهای تنوع در گیاهان زراعی هستند. بعضی از گیاهان، مانند انار دارای گل‌های هرمافرودیت (دوجنسی) و گل‌های نر بر روی یک گیاه هستند، شرایطی که به آن نر-تک پایه[1] گفته می‌شود. جریان ژنی مهاجرت، که خواه به‌صورت عمدی و چه به‌طور و تصادفی مدیریت شده باشد، تاثیر مهمی در ارقام سنتی گیاهان زراعی به ویژه در دگرگشنی گیاهانی مانند ذرت دارد. سمت چپ بالا: ارقام ذرت در اکوادور با زمان گلدهی متفاوت که به کشاورز کمک می‌کند تا با کاهش فرصت تلاقی آن‌ها را متمایز نگه دارد. بالا سمت راست: کشاورز ازبکستانی در حال بررسی میوه انار برای گزینش. پایین سمت چپ: اندازه‌های مختلف کرت برای ارقام سنتی برنج - یک گیاه خویش‌آمیز - که روی اندازه جمعیت ارقام در جوملا در نپال تاثیر می‌گذارد. پایین سمت راست: محققان به همراهی کشاورز مراکشی از مزرعه باقلا بازدید می‌کنند؛ یک گیاه تا حدی دگرگشن کـه سـطح دگرگشنی آن می‌تواند به رقم باقلا و محیط کشت آن بستگی داشته باشد. عکس‌ها از: سی. فادا[2] (بالا سمت چپ)، ام. توردیه‌وا[3] (بالا سمت راست)، دی. جارویس (پایین سمت چپ)، آ. اچ. دی. براون[4] (پایین سمت راست).

1. Andromonoecy
2. C. Fadda
3. M. Turdieva
4. A. H. D. Brown

"Copyright © 2016Bioversity International"
"CROP GENETIC DIVERSITY IN THE FIELD AND ON THE FARM: PRINCIPLES AND APPLICATIONS IN THE RESEARCH PRACTICES was originally published in English by Yale University Press in 2016 (ISBN 978-0-300-16112- 0). This translation is published by arrangement with Bioversity International."

فصل ۵

اندازه‌گیری تنوع در گیاهان زراعی

مترجم: هانیه مغانی
hanieh@cenesta.org

این فصل به بحث درباره انواع مختلفی از اطلاعات می‌پردازد که میزان و توزیع تنوع ژنتیکی در گیاهان زراعی را توصیف می‌کند. همچنین روش‌هایی که داده‌ها از طریق آن‌ها به دست آمده و تجزیه و تحلیل می‌شوند نیز توصیف شـده و برخی از مشکلات رایج که احتمالا در مسیرِ کسب، تـجزیه و تحلیل و تفسیر داده‌ها ممکن است با آن‌ها روبرو شد، شناسایی می‌شود. در پایان این فصل خواننده به درکی از موضوعات زیر دست پیدا می‌کند:

- روش‌های توصیفِ میزان و توزیع تنوع در گیاهان زراعی در مزرعه با استفاده از نام ارقام، صفات اگرومورفولوژیکی و نشانگرهای بیوشیمیایی و مولکولی؛
- روش‌های کار با کشاورزان برای کسب اطلاعات و داده‌ها در مورد میزان و توزیع تنوع؛
- روش‌های مختلف تجزیه و تحلیل داده‌های تنوع ژنتیکی و جمع‌آوری اطلاعات در مورد مجموعه داده‌ها؛ رابطه میان نام ارقام و صفات محصولاتی که کشاورز پرورش می‌دهد؛ توصیف کشاورز از صفات، کاربردها و ساختار ژنتیکی.

گیاهان زراعی و ارقام زراعی در نظام‌های تولید

هر گیاهی که توسط یک کشاورز کشت و در یک منظر خاص کشاورزی مشاهده می‌شـود، در زمینه وسیع‌تری از نظام تولید وجود دارد. این محصول در کنار سایر گیاهان و ارقام زراعی و غالبا به همراه دام و

سایر گونه‌های گیاهی پرورش می‌یابد، محصولاتی که حصار زنده، هیزم، مصالح ساختمانی، دارو و سایر گیـاهان مفید را فراهم می‌کنند. چنین زمینه گسترده‌ای، در کنار ماهیت محیط تولید، بر میزان و نوع زمین موجود بـرای یک محصول زراعی، شیوه‌های برداشت محصول و زمان تولید و همچـنین ارقام آن محصول تأثیر می‌گذارد.

بسته به عواملی مانند کیفیت زمین و در دسترس بودن نیروی کار، محصولات و ارقام مختلف در شرایط متفاوتی در مزرعه مورد استفاده قرار می‌گیرند. تفاوت موجود در انواع ارقام زراعی که در باغچه‌های خانگی یا مزرعه کشت می‌شوند، نمونه متداولی از این امر بـه شمار می‌آید. هرگونه تجزیه و تحلیل تنوع زراعی نـیازمند در نظر گـرفـتن چنین نگاه گسترده‌ای است. با توجه به اهمیت انواع گیاهان زراعی، دامی و سایر گونه‌هایی که مـورد استفاده قرار می‌گـیرد و حفظ می‌شود، باید به درستی به دیـدگاه‌های اقشار مختلف کشاورزان (زن و مرد، ثروتمند و فقیر، جوان و پیر) توجه کرد.

ویژگی‌های نظام‌های کشت نیز به نوبه خود بر روی ارقامی که کشاورزان برای کشت انتخاب می‌کنند تأثیر عمده‌ای می‌گذارد. بنابراین، در انواع مختلف کشت تناوبی[1] از گـیاهـان زراعی و ارقامی متناسب با مراحل مخـتلفِ چرخه پاکسازی[2]، کشت محصـول و زادآوری طبیعی استفاده می‌شود. در بسیاری از نقاط جهان، تمایل به انتخاب ارقام متفاوت برای فصول کشت مختلف وجود دارد (به فصل ۶ مراجعه کنید). برای مثال ممکن است کشاورزانِ اهل تیگرایِ اتیوپی در فصل مِهیر[3] (باران‌های طولانی) و بِلْگ[4] (باران‌های کوتاه) ارقام مختلفی از جو را کشت کنند (هادادو و همکاران، ۲۰۰۹). در بیشتر بخش‌های هندوستان و نپال، در فصل خریف[5] و رَبی[6] محصولات و ارقام مختلفی کشـت می‌شوند و این امر حاکی از تمایز در دسترسی به آب و سایر ویژگی‌های متمایز این دو فصل در این دو کشور است.

در هر تحقیق یا برنامه کاری که در جهت حمایت از کاربرد ارقام سنتیِ در مزرعه[7] انجام می‌شود، لحاظ کردن شماری از محصولات مختلف برای ارائه تصویری از نظام تولید به عنوان یک کل، سودمند خواهد بـود. انـتـخاب گـیـاهان زراعی از دسـته‌های مختـلف (به عـنوان مثال، غلات، حبوبات، دانه‌های روغنی،

1. Shifting cultivation
2. Clearance
3. Mehir
4. Belg
5. Kharif

گیاهان زراعی خریف یا گیاهان‌زراعی مانسون و پاییزه که درکشورهای هند، پاکستان و بندگلادش در فصل مانسون کشت و برداشت می‌شوند.

6. Rabi

محصولات ربی که به عنوان محصولات زمستانه نیز شناخته می‌شوند در فصل زمستان کشت می‌شوند و در فصل بهار در کشورهای هند، پاکستان و بنگلادش برداشت می‌شوند (مترجم).

7. On-farm

سبزیجات و میوه‌ها) که منعکس‌کننده شیوه‌های زراعی، نیازهای کاربران، چشم‌اندازهای اقتصادی، و ویژگی‌های بیولوژیکی است، در تعیین علت وجود الگوهای خاصِ تنوع یا اخذ تصمیمات خاص اهمیت دارد.

کاوش در وسعت و توزیع تنوع

اطلاعات در مورد میزان و توزیع تنوع ژنتیکی یک محصول در هر منطقه می‌تواند از طیف وسیعی از منابع مختلفی به دست آید که اطلاعات تکمیلی در خصوص چگونگی سازماندهی تنوع را در اختیار افراد قرار می‌دهند. هویت ارقام زراعی (که با نام یا عددی متمایز از محصول دیگر نشان داده می‌شود و کشاورز در نظام مدیریت خود آن‌ها را به رسمیت می‌شناسد)، شیوه‌های توزیع صفات اگرومورفولوژیکی یا مشخصه‌های قابل مشاهده، و دامنه و الگوهای ایجاد دگرگونی در ویژگی‌های بیوشیمیایی یا مولکولی یا «نشانگرها»، در زمره چنین منابعی قرار می‌گیرند. هیچیک از این منابع به خودی خود کامل نیستند و هریک اطلاعات ارزشمند مفیدی را برای درک چگونگی مدیریت تنوع ژنتیکی گیاهان زراعی، ارائه می‌دهند.

ساختار و نام‌های ارقام

شناخت میزان و توزیع تنوع ژنتیکی یک محصول در هر منطقه با بررسی مواد کشت (بذر، پیاز یا سایر مواد تکثیر) یک محصول که مورد انتخاب کشاورزان قرار گرفته آغاز می‌شود. نخستین قدم در این فرایند، درک ساختار ارقام است. کشاورزان محلی چه درکی از رقم یا تمایز میان ارقام دارند؟ خصوصیات زراعی مهم در مدیریت ارقام گوناگون کدامند؟ کدام ویژگی‌ها در تمایز میان ارقام در نظر گرفته می‌شوند؟ چه روشی در نگهداری و تبادل مواد موثر است؟

پاسخ به این پرسش‌ها نیازمند کاوش در جنبه‌های فیزیکی نظام تولید (آب، خاک و غیره)، جنبه‌های اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی (قومیت، جنسیت، درآمد، کاست و طبقه) و جنبه‌های جغرافیایی (راه‌هایی که کشاورزان، جامعه و منظر به هم وابسته می‌شوند) و همچنین تحقیق مستقیم‌تر در مورد نحوه کاشت مواد و نحوه مدیریت گیاهان زراعی توسط کشاورزان است. این تحقیقات با هدف فهم شیوه‌هایی صورت می‌گیرد که کشاورزان جوامع مختلف از طریق آن‌ها ارقام متفاوت را شناسایی کرده و مورد استفاده قرار می‌دهند. همه این اطلاعات به بهترین وجه و با استفاده از طیف وسیعی از رویکردهای مشارکتی مختلفی که کشاورزان و جامعه را به عنوان منبع نهایی اطلاعات مورد نیاز، کاملا درگیر روند جمع‌آوری اطلاعات می‌کند، بدست می‌آید (برای ارزیابی انتقادی برخی از موضوعات کلی مرتبط با رویکردهای مشارکتی

همچنین نگاه کنید به ساسکیند و همکاران، ۲۰۱۲).

اسامی می‌توانند طیف وسیعی از خصوصیات مختلف را در خصوص ارقام دربرگیرند، مانند:

- منبع اصلی مواد (به عنوان مثال نام کشاورز، منطقه یا ایستگاه آزمایشی که بذر از آن به دست آمده).
- مورفولوژی گیاه (مثلا رنگ، شکل، عادت رشد، ارتفاع).
- عملکرد زراعی ارقام (مثل زمان گل‌دهی، زودرسی، توانایی‌های بازدهی).
- سازگاری رقم با عوامل محیطی خاص (مانند نوع خاک، مقاومت در برابر بیماری‌های خاص).
- استفاده از مواد (برای مثال زمان سریع پخت و پز، طعم، مناسب بودن به عنوان کاه یا علوفه، نقش مذهبی یا تشریفاتی).

کشاورزان همچنین از خصوصیات توصیفی در مراحل مختلف رشد گیاه از بذر گرفته تا نهال، گل‌دهی و میوه‌دهی، برای شناسایی و نام‌گذاری ارقام مختلف استفاده می‌کنند. بنابراین، ویژگی‌هایی که کشاورزان برای شناسایی و نگهداری ارقام سنتی استفاده می‌کنند، اغلب پیچیده و به هم پیوسته هستند؛ چرا که معمولا ارقام مختلفی با ترکیبی از معیارهای اگرومورفولوژیکی تعریف می‌شوند. نام‌هایی که کشاورزان به ارقام مختلف می‌دهند، بازتاب مستقیم خصوصیات خاص است، مانند ارقام ارزن انگشتی[1] در استان تیگرایِ اتیوپی که بر اساس رنگ بذرها نامگذاری شده است: قرمز (keyih)، سفید (tsa'ada)، یا سیاه (tselim) (تِشایه و همکاران، ۲۰۰۵). با این حال نام گیاهان زراعی ممکن است استعاری نیز باشد، مانند ذرت رقم nal-t'eel که نام آن در زبان کشاورزان مایان که در جنوب مکزیک آن را می‌کارند به معنی «ذرت خروس» است و بر وضعیت این رقم به عنوان نخستین رقمی که در منطقه کشت شده است اشاره‌ای استعاری دارد.

خصوصیاتی که کشاورزان نسبت به ارقام خاصی ترجیح می‌دهند و یا از نظر آن‌ها بیشترین ارزش را دارد، لزوما با ویژگی‌هایی که برای نامگذاری مورد استفاده قرار می‌گیرد یکسان نیست. به عنوان مثال، خصوصیاتی در ارقام مختلف که کشاورزان برای آن‌ها ارزش قائل هستند، ممکن است بیشتر مربوط به زراعت آن‌ها (به عنوان مثال عملکرد یا مقاومت در برابر خشکسالی) یا استفاده از آن‌ها (مثلا پخت و پز یا کیفیت علوفه) باشد؛ در حالی که نام واقعی این رقم از روی خصوصیات بصری آن (مثلا رنگ یا شکل) انتخاب شده باشد. ممکن است با گذشت زمان نام رقم تغییر کند. رقم جدیدی که تازه معرفی شده، نام خود را از منبع آن یا شخصی که آن را معرفی کرده است وام می‌گیرد، اما به مرور پس از این که جای پای خود را محکم کرد، نامی از خصوصیات آن رقم بر آن می‌گذارند (نوییتخن و آلمِکیندرز، ۲۰۰۸). در اوگاندا

1. *Eleusine corocana*

ممکن است کلون‌های جدید موز بدون نام اصلی خود وارد روستایی شوند و پس از مدتی نام تازه‌ای به آن‌ها داده می‌شود. گروه‌های قومی مختلف ممکن است پس از شروع کشت آن، نام ارقام را تغییر دهند. تلاش برای درک اینکه چگونه ارقام نامگذاری می‌شوند و اینکه آیا همه گروه‌های درون یک جامعه، هر نامی را به همان روش درک و استفاده می‌کنند، بخش مهمی از شناسایی ساختار ارقام است. کشاورزان متمایز در سن، جنسیت یا طبقه اقتصادی ممکن است به روش‌های متفاوتی برای صفات یک رقم خاص ارزش قائل باشند و این امر ممکن است در نامگذاری ارقام نیز انعکاس یابد.

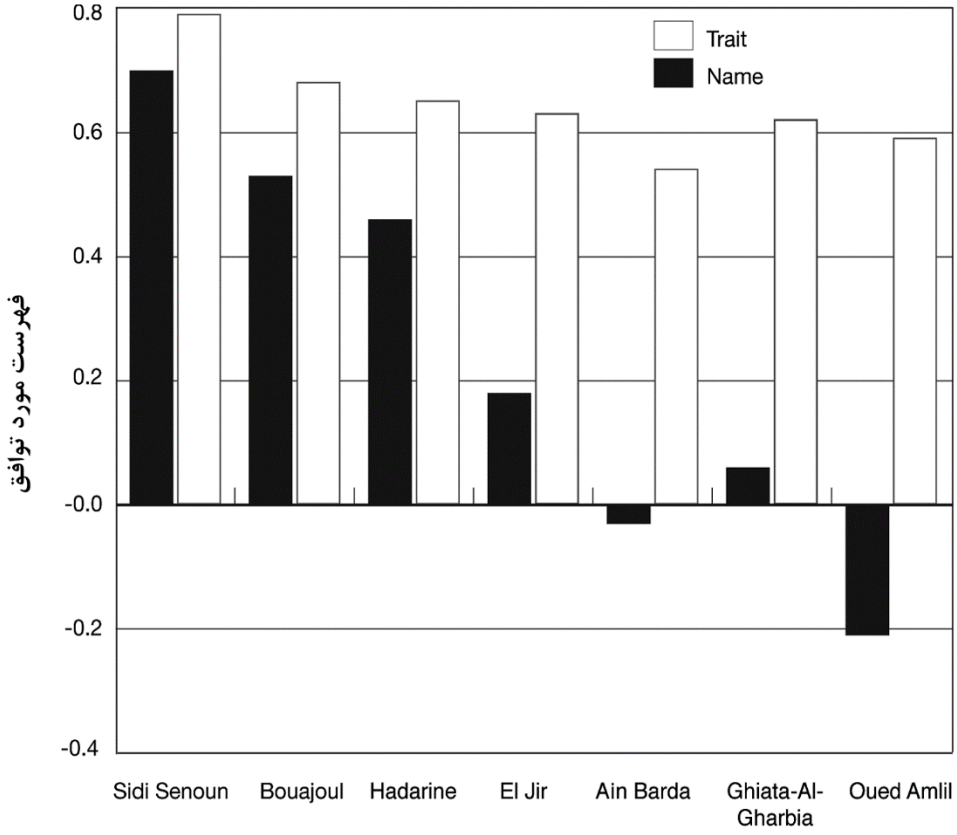
یکنواختی نام ارقام

یک چالش رایج که در مطالعه ساختار و تطابق ارقام مختلف وجود دارد، مشخص کردن نحوه استفاده از نام‌های مختلف برای ارقام زراعی توسط کشاورزان است (نگاه کنید به سادیکی و همکاران، ۲۰۰۷). از خانواری به خانواری دیگر، از روستایی به روستایی دیگر و از هر منطقه به منطقه‌ای دیگر، ممکن است کشاورزان برای چگونه نامیدن و توصیف کردن یک رقم به توافق نرسند؛ همچنین ممکن است نام ارقام در طول زمان تغییر یابد. ممکن است یک رقم به نامی خاص در یک روستا خوانده شود، اما در سطح منطقه نامی دیگر داشته باشد. به عنوان مثال نام ارقام باقلا که در روستاهای همجوار در مراکش بر اساس صفات اگرومورفولوژیک آن‌ها و برای تمایز گذاردن میان آن‌ها نهاده شده، مورد مقایسه قرارگرفته است. نام صفت مورد استفاده در روستای عین‌کچیر[1] به عنوان داده مرجع لحاظ شده است. دریافته شد که در یک مسافت مشخص، نام‌ها با سرعت بیشتری نسبت به صفات اگرومورفولوژیکی ارقام باقلا تغییر کرده‌اند (شکل ۵-۱).

از سوی دیگر، ممکن است یک رقم دارای چندین نام در یک روستای واحد باشد و اساسا این نام‌ها به طور ثابت در سطح یک منطقه، از جامعه‌ای به جامعه دیگر تکرار می‌شود. حتی ممکن است یک کشاورز به تنهایی، بسته به زمینه گفتگو و اطلاعاتی که به او منتقل شده، از اسامی مختلفی برای همان رقم استفاده کند. همانطور که گفته شد، در یک جامعه، استفاده از نام‌های خاص ممکن است بسته به متغیرهای خاص اجتماعی از جمله جنسیت، سن و قومیت کشاورزان، متفاوت باشد. رمزگشایی از عوامل موثر بر نامگذاری ارقام می‌تواند در مدیریت تنوع زیستی، آگاهی‌بخش باشد. ساوادوگو و همکاران (۲۰۰۵b)، دریافتند که نام‌های مختلف سورگوم با مورفولوژی گیاه (برای مثال قد، شکل، رنگ، اندازه دانه و خصوصیات غلاف)، زراعت (مثلا چرخه رشد، تاریخ گل‌دهی)، سازگاری با محیط (برای مثال تحمل نسبت به خشکی، مقاومت

1. Ain Kchir

در برابر آفات و بیماری‌ها) و موارد استفاده (مانند کیفیت پخت، طعم و مزه) در ارتباط است. تفاوت در نام‌های مورد استفاده در دو روستای مختلف مورد بررسی قرار گرفت و برای برخی از ارقام حداکثر چهار نام مورد استفاده قرار می‌گرفت. در حالی که برخی از ارقامی کـه تنها در یک مکان کشت می‌شدند، در مکان‌های دیگر با نام‌های مختلف دیگری شناخته می‌شدند. تفاوت زبان نیز در توضیح تفاوت نام‌های مورد استفاده اهمیت داشته است.



روستاها (رتبه‌بندی شده بر اساس فاصله‌ی کیلومتر از عین کچیر)

ضریب همبستگی r میـان (فهرست یکنواختی) و d (فاصله بـه کیلوتر مـیـان عین کچیر بـا ۷ روستای دیگر) بـرای نام‌ها و صفات= ۰/۵۳۷ و ۰/۱۷۳- به ترتیب؛ درجه اهمیت همبستگی برای نام‌ها و صفات = ۰/۰۰۲ و ۰/۲۸۰، به ترتیب.

شکل ۵-۱. فهرست نام‌های باقلا (Vicia faba) در مراکش و سورگوم (Sorghum bicolor) در بورکینافاسو (سادیکی و همکاران، ۲۰۰۷)

برخی از محققان توجه خود را به اختلاف‌ها در نامگذاری ارقام سنتی گیاهان زراعی در یک منطقه معطوف کرده‌اند و بر «عدم یکنواختی» نام‌ها در بین کشاورزان و جوامع و همبستگی ضعیف با سایر نشانگرهای ژنتیکی به عنوان دلیل عدم اعتماد به تجزیه و تحلیل بر اساس استفاده از نام‌ها، تاکید دارند. با این حال نام ارقام، به واحدی از مدیریت تنوع زراعیِ دارای محتوای ژنتیکی و فرهنگی، پیامد گزینشی و تکاملی شکل می‌دهد. نام‌ها روشی آموزنده را برای درک کاربرد تنوع ژنتیکی توسط کشاورزان در اختیار محققان قرار می‌دهد (براون، ۱۹۹۹؛ جارویس و همکاران، ۲۰۰۷b). پژوهش درباره شیوه‌های به کار بردن نام‌ها توسط کشاورزان، بخشی از هرتحقیق محسوب می‌شود. جنبه دیگر گستره‌ای را در برمی‌گیرد که طی آن نامیدن یک رقم، ورای تمایزگذاری میان ارقام مختلف، خصوصیات اگرومورفولوژیکی آن ارقام را به اشتراک می‌گذارد. بُعد نهایی کشف این امر است که نتایج حاصل از نشانگرهای پروتئین یا DNA چقدر با ویژگی‌های اگرومورفولوژیکی یا جنبه‌های تعریف شده از سوی کشاورزان در خصوص ارقام زراعی یکنواختی دارد.

اگرومورفولوژی- مشخصه‌یابی[1] و ارزیابی

صفات قابل مشاهده در یک محصول (مثلا شش پر بودن در مقابل دو پر بودن در جو؛ قرمز، سیاه یا سفید بودن رنگ در ارزن انگشتی؛ کوتاه یا بلند قد بودن) و همچنین تمام مشخصه‌های کمّی که مربوط به تولید است و به طور مستقیم به عملکرد (اندازه بذر و تعداد آن در محصولات بذری، اندازه و تعداد پیازهای قابل برداشت در سیب‌زمینی و تارو غیره) کمک می‌کند، در زمره مشخصه‌های اگرومورفولوژیک قرار می‌گیرد. صفات اگرومورفولوژیکی همچنین شامل طیف گسترده‌ای از متغیرهای مرتبط با تولید، مانند دوره بلوغ، مقاومت در برابر آفات و بیماری‌ها و تحمل تنش‌های غیرزنده[2] مانند یخ‌زدگی، خشکسالی یا غرقاب[3] است. همه این صفات کم و بیش موروثی هستند و ممکن است مشخصه چند رقم خاص بوده یا مستقل از رقم تغییر یابد.

مشخصه‌یابی و ارزیابی

فعالان حوزه منابع ژنتیکی، اغلب میان مشخصه‌یابی و ارزیابی تمایز قایل می‌شوند. از نظر آن‌ها، مشخصه‌یابی

1. Characterization
2. Abiotic
3. Waterlogging

به صفاتی ارجاع دارد کـه کم و بیش به ارث می‌رسنـد و کـمتر تحت تأثیر محیط تغییر می‌کنند؛ بنابراین می‌توان آن‌ها را به طور مستقیم روی گیاهانی که در هر محیطی رشد می‌کنند، دید یا اندازه‌گیری کرد (مانند رنگ گل، رنگ بذر یا تعیین‌پذیری رشد[1]). در حالت ایده‌آل این صفات قابل تشخیص بوده و اساسا تحت تأثیر محیط قرار نمی‌گیرند.

ارزیابی مربوط به صفاتی است که معمولاً از نظر کمّی به ارث می‌رسند و اغلب بسته به محیط متفاوت هستند. این صفات معمولاً با عملکرد، کیفیت محصول، کارایی و تحمل تنش‌های زنده[2] و غیرزنده، تحت کنترل ژنتیکِ کم و بیش پیچیده، پیوند دارند.

اندازه‌گیری و تجزیه و تحلیل تجربی مشخصه‌های اگرومورفولوژیک، همراه با جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل دیگر داده‌های ژنتیکی، برای درک چگونگی کاربرد صفات فردی گیاهان و صفاتی که برای شناسایی ارقام سنتی توسط کشاورزان انتخاب و مدیریت می‌شوند، اهمیت دارد. مشخصه‌یابی اگرومورفولوژیک و ارزیابی ارقام به طور مستقیم به به‌نژادگران و کشاورزان مربوط می‌شود. اگر چه جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل صفات اگرومورفولوژیکی می‌تواند زمان‌بر باشد اما در مقایسه با سـایر راه‌های سنجش تنوع ژنتیکی معمولا به نسبت ارزان‌تر و ساده‌تر است.

آزمایش‌های درون مزرعه و ایستگاه‌های آزمایشی

مطلوب آن است که برخی از اندازه‌گیری‌ها و تجزیه و تحلیل‌های تغییرات اگرومورفولوژیک به طور مشترک توسط محققان و کشاورزان انجام شود. چنین همکاری‌هایی علاوه بر ارائه بینش در مورد چگونگی توصیف و ارزش‌گذاری ارقام توسط کشاورزان، تضمین می‌کند که محققان نگرش کشاورزان در زمینه ویژگی‌های مختلف و اهمیت نسبی آن‌ها را و همچنین آنچه را که به عنوان خصوصیت در نظر می‌گیرند و مناسب می‌دانند، درک می‌کنند. در جاییکه که کشاورزان مالک زمین هستند و قادرند چنین تحقیقاتی را با روش‌های معمول کشـت خود سازگار کنند، آزمایـش‌های محلی نمونه‌ها یا ارقام مختلف را می‌توان با مشخصه‌یابی اولیه ارقام در مزارع برنامه‌ریزی و ترکیب کرد - یعنی طی آزمایش‌های در مزرعه[3] که توسط کشاورزان اداره می‌شود. اصول راهنما برای انجام آزمایش در مزرعه باید این موارد را در بر گیرد: ۱) از مزرعه‌ای استفاده شود که توسط کشاورز انتخاب می‌شود، ۲) کشت در زمانی انجام شود که کشاورز به طور

1. Determinacy of growth
2. Biotic
3. On-farm

معمول آن محصول خاص را کشت می‌کند، و ۳) آزمایش به شیوه‌ای مدیریت شود که کشاورز به طور معمول در مورد محصول خود عمل می‌کند (موتسائرز و همکاران، ۱۹۹۷).

روش‌های مدیریت آزمایش‌های در مزرعه به وضوح به در دسترس بودن زمین و نیروی کار، و عملکرد و علاقه خود کشاورز بستگی دارد. با این حال کشت آزمایشی در مزارع مختلف و استفاده از تکرار یا نوعی طراحی همانندسازی شده، بر ارزش نتایج بدست آمده می‌افزاید. معمولا وجود سه یا چهار مزرعه جداگانه واقع در نقاط مختلف جامعه اهمیت دارد؛ چرا که تفاوت ارقام را در ریز اقلیم‌های متفاوت نشان می‌دهد. به این ترتیب می‌توان آزمایش را از گزند حوادث غیرمترقبه مانند سیل، زمین‌لرزه یا سایر بحران‌هایی که می‌تواند به نابودی آزمایش بیانجامد، محافظت کرد.

باید شماری از نمونه‌ها یا جمعیت‌های مختلف از ارقام متفاوت که توسط کشاورزان متفاوتی کشت می‌شوند، در آزمایش گنجاند شود (برای پوشش دامنه تنوع این ارقام). حتی در صورت وجود ارقام نادر، باید دست‌کم دو جمعیت که در اختیار کشاورزان مختلف است نیز در آزمایش مورد استفاده قرار گیرد. مهم‌ترین نکته در تمام آزمایش‌های در مزرعه وجود «ارقام شاهد[1]» است - یعنی ارقام بهبود یافته با مشخصه‌هایی که برای محققان شناخته شده است و بر اساس اهداف مورد نظر آزمایش انتخاب می‌شوند. برای مثال اگر ایده، بررسی میزان مقاومت نسبت به بیماری یا آفت باشد، باید هم رقم شاهدی که نسبت به بیماری و آفات حساس است و هم رقم شاهدِ مقاوم، تحت تنش بیماری یا آفات قرار گیرد. معمولا بذر کافی از ارقام نادر موجود نیست، بنابراین در وهله اول باید در یک فصل زراعی این ارقام را تکثیر کرد. آزمایش‌های در مزرعه همچنین اطلاعاتی را در مورد مقایسه عملکرد ارقام تحت شرایط خاص خود در همان محیط تولید، در اختیار کشاورز قرار می‌دهد (اسنپ، ۲۰۰۲؛ ویرک و ویتکام، ۲۰۰۸؛ لامرتز وان بویرن و مایرز، ۲۰۱۱).

انجام آزمایش‌های میدانی در یک مزرعه یا ایستگاه تحقیقاتی در نزدیکی محل آزمایش، مجموعه‌ای از آزمایش‌های در مزرعه را تکمیل خواهد کرد. آزمایش در ایستگاه‌های تحقیقاتی را می‌توان تحت شرایط کنترل‌شده‌تری نسبت به آزمایش در مزرعه اجرا کرد. امکان وجود آزمایش تصادفی، تکرار بیشتر، کرت‌های بزگ‌تر، کرت‌های مجزا با تیمارهای[2] متفاوت، یا طرح‌های جایگزین متناسب با اهداف آزمایش و همچنین اندازه‌گیری متغیرهای اضافی و برنامه کاری ساختاریافته برای اندازه‌گیری صفات، از جمله مزایای احتمالی انجام آزمایش در ایستگاه تحقیقاتی است. هر زمانی که امکان داشته باشد باید از کشاورزان دعوت شود که

1. Check
2. Treatment

آزمایش‌ها را مشاهده کنند و خودشان مواد را ارزیابی نمایند. از هر روشی که استفاده شود، تمام آزمایش‌ها بایـد به گونه‌ای انجام شود که تجزیه و تحلیل آماری داده‌های کمّی با اسـتفاده از همانندسازی و کنترل مناسب امکان‌پذیر باشد. روش‌های انجام این آزمایش‌ها در هـر دو سطح مزرعه و ایستگاه‌های تحقیقاتی توسط ماتسائرز و همکاران شرح داده شده است (۱۹۹۷) و همچنین می‌توان برای دسترسی به اطلاعات لازم به بولتن فنی شماره چهارِ موسسه بین‌المللی منابع ژنتیکی گیاهی[1] مراجعه کرد (موسسه بین‌المللی منابع ژنتیکی گیاهی، ۲۰۰۱).

آزمایش در مزرعه و در ایستگاه تحقیقاتی روشی مهم برای اعتبارسنجی اطلاعات به دست آمده از مصاحبه‌ها و بحث‌های گروهی[2] در مورد هویت و خصوصیات ارقام مختلف محسوب می‌شود. با کشت چند ردیف از ارقام هر محصول در یک کرت آزمایشی، بدون اینکه کشاورزان بدانند کدام رقم مورد استفاده قرار گرفته یا در کجا کشـت شده است، می‌توان سنجش‌های تشخیصی طراحی کرد تا معیارهای توصیف ارقام محلی توسط کشاورزان را مستند نمود. بعد می‌توان از یک جامعه نمونه از کشاورزان خواست تا در مراحل مختلف رشد گیاه به شناسایی ارقام بپردازند: گیاهان جوان و نابالغ؛ گیاهانی که گل داده‌اند؛ گیاهانی که میوه داده‌اند، گیاهانی که میوه، ساقه و خوشه داده‌اند؛ میوه، بذر یا مواد رویشی تولید مثلی گیاه پس از برداشت.

ممکن است کشاورزان صفات اگرومورفولوژیکی با اهمیت برای بهره‌وری و استفاده، و همچنین صفات مرتبط با هویـت ارقام را به صورت آگاهانه یا ناخودآگاه انتخاب کننـد. طی فرایند انتخاب، غالبا صفات تازه‌ای شناسایی می‌شوند (در نتیجه جهش، جریان ژن یا نوترکیبی) و بسته به ارتباط یا ارزش بالقوه درک شده آن‌ها ممکن است حفظ شده یا کنار گذاشته شوند. در ادبیات کشاورزان نمونه‌های بسیاری وجود دارد که آن‌ها انواع جدیدی را کشف و نگهداری می‌کنند که به نظر می‌رسد نیازهای آن‌ها را برآورده می‌سازد (ریچاردز و رویونکامپ، ۱۹۹۷).

مراحل جمع‌آوری داده‌ها در مورد صفات مورفولوژیکی استاندارد است و می‌تواند برای هر دو آزمایش در مزرعه و آزمایش میدانی در ایستگاه‌های تحقیقاتی دنبال شود (هرچند که در آزمایش نوع دوم معمولا داده‌های بیشتری جمع‌آوری می‌شود). این مراحل مستلزم اندازه‌گیری فیزیکی ویژگی‌های گیاهی (معمولا شامل مورفولوژی، فنولوژی، عملـکرد و مقاومت در برابر آفات و بیماری‌ها) است. صفات مورفولوژیکی مانند اندازه دانه، رنگ میوه یا طول برگ را می‌توان به طور مستقیم اندازه‌گیری کرد. پیشرفت فنولوژیکی

1. International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI)
2. Group discussions

رشد برگ، گل و میوه را می‌توان طی یک فصل رشد برای تعیین کمیت متغیرهایی مانند زمان گل‌دهی اولیه یا بلوغ میوه ترسیم کرد. صفات مرتبط با عملکرد، تعداد و اندازه بذر یا سایر قسمت‌های تولیدی گیاه را در برمی‌گیرد.

مشاهده مستقیم میدانی در مزارع کشاورزان

غالبا اندازه‌گیری مستقیم صفات خاص در مزارع کشاورزان بسیار مفید است. این امر به فرد اجازه می‌دهد ویژگی‌هایی از قبیل شدت آفات و بیماری‌ها، زمان گل‌دهی و بلوغ یا تعداد پنجه را ارزیابی کند. برای مثال، زمان گل‌دهی را می‌توان با مشاهده تعداد گیاهان گل‌دار در یک مزرعه، هر روز از تاریخی که اولین گل‌دهی مشاهده شد تا زمانی که ۵۰ درصد مزرعه گل‌داد، ثبت کرد. روش ارزیابی حملات آفات و بیماری‌ها در فصل هفتم توضیح داده شده است. توجه به این نکته ضروری است که این مشاهدات غیرقابل تکرار هستند و مقادیر بدست آمده ممکن است تحت تأثیر عوامل محیطی باشد. انجام این مشاهدات در چندین مزرعه متفاوت، برآورد برخی از تغییرات محیطی مهم را در هر منطقه ممکن می‌سازد.

سنجش‌های گلخانه‌ای و آزمایشگاهی

در حالی که اکثر صفات اگرومورفولوژیکی از طریق آزمایش‌های میدانی ارزیابی می‌شوند، برخی از آن‌ها ممکن است در گلخانه یا آزمایشگاه بهتر بررسی شوند. محفظه‌های محیطی[1] برای توصیف و ارزیابی جمعیت گیاهان در شرایط فیزیکی کنترل شده (برای مثال، میزان متفاوت شوری، دما، رطوبت و دی‌اکسید کربن) مورد استفاده قرار می‌گیرند. آزمایش‌های خاص عوامل بیماری‌زا، اغلب مستلزم آزمایش‌های تکرارشونده گلخانه‌ای با استفـاده از نژادهای بیماری‌زای معین است (به فصل ۷ مراجعه کنید). یـک مطالعه آزمایشگاهی درباره مقاومت متغیر[2] در برابر آفت شپش، در میان ارقام سنتی سورگوم در اتیوپی نشان داد که الگوهای حساسیت ابتلا به شپش، تحت شرایط آزمایشگاهی با طبقه‌بندی‌های خاصـی که خود کشاورزان از حساسیت ارائه می‌دهند، مرتبط است (تشومه و همکاران، ۱۹۹۹). در شماری از مؤسسات پیشرفته، امکانات فنوتیپی خاصی ایجاد شده که امکان تعیین دقیق‌تر صفات خاص در شرایط بسیار کنترل‌شده را فراهم می‌کند. تجزیه و تحلیل جمعیت‌های مجزا، همراه با مطالعات ژنتیک مولکولی در زمره این امکانات است.

1. Environmental chambers
2. Differential resistance

تجزیه و تحلیل مواد مغذی یا غذاشناختی[1]، روشی است که برای تشخیص ارقام بر اساس محتوای آن‌ها از عناصر مغذی خاص (کربوهیدارت‌ها، پروتئین‌ها و چربی‌ها) و ریزمغذی‌ها (ویتامین‌ها و مواد معدنی کمیاب) انجام می‌شود. سویه‌های قابل توجهی در ترکیب بتا-کاروتن[2] موجود در سیب‌زمینی شیرین، کاروتنوئیدها در ذرت، فیتاز و مهارکننده جذب آهن و روی در جو توصیف شده است (فریزون و همکاران، ۲۰۰۶؛ بون و همکاران، ۲۰۰۸). در برنج، تنوع زیادی در ترکیبات مغذی برای پروتئین، آهن، روی، کلسیم، تیامین، ریبوفلاوین، نیاسین و آمیلاز در میان ارقام سنتی و اصلاح شده که از سراسر آسیا جمع‌آوری شده، نشان داده شده است. این مطالعات نشان داده است که برخی از ارقام برنج حاوی ۲/۵ برابر آهن بیشتر و ۱/۵ برابر روی بیشتر نسبت به اکثر ارقام هستند؛ اغلب، ارقام سنتی در انتهای بالای طیف و ارقام مدرنی که عملکرد بالاتری دارند در انتهای پایین طیف قرار می‌گیرند (کندی و برلینگیم، ۲۰۰۳). تجزیه و تحلیل مواد مغذی می‌تواند دانش کشاورزان را در مورد خواص مفید غذایی ارقام مختلف تأیید کند، همچنین می‌تواند مزایای مغذی‌ای را که برای کشاورزان و مصرف‌کنندگان کمتر مشهود است، شناسایی کند.

انتخاب و تحلیل داده‌ها

با وجود اینکه به نظر می‌رسد تعداد زیادی متغیر یا صفات بالقوه قابل تجزیه و تحلیل وجود دارد، انتخاب بر اساس دیدگاه کشاورز، مبنی بر اینکه کدام متغیرها مهم هستند، به همراه فهرست ضروری محققان، به دستیابی به تعداد قابل کنترلی از تجزیه و تحلیل‌ها منجر خواهد شد. فهرست‌های توصیف‌گر[3] که توسط بایوورسیتی[4] و شرکایش برای تعداد زیادی از محصولات تولید شده، سیاهه‌های مفید و شناخته‌شده‌ای هستند که برای یک محصول خاص ارائه می‌شوند و برای انتخاب موارد مرتبط با هر تحقیق خاص راهنمایی مفید محسوب می‌شوند. استفاده از این فهرست‌ها باید با بصیرت صورت گیرد اما از این جهت مفید هستند که یک روش استاندارد برای توصیف و اندازه‌گیری صفات انتخاب شده برای هر مطالعه فراهم می‌کنند.

هنگامی که مقادیر زیادی متغیر جمع‌آوری شود، ممکن است از روش‌های آماری متنوعی مانند دسته‌بندی تحلیل‌ها و نتایج استفاده شود. می‌توان از طریق روش‌های آماری مانند رج‌بندی[5]، تعداد مشخصه‌های اگرومورفولوژیکیِ قابل جمع‌آوری را کاهش داد (به فصل ۶ مراجعه کنید). در مکزیک، با

1. Bromatological
2. ß-carotene
3. The descriptor lists
4. Bioversity International
5. Ordination

استفاده از تحلیل مؤلفه‌های اصلی[1] دریافته شد که هفت خصوصیت اگرومورفولوژیک مسبب ۸۵ درصد از تنوع موجود در ۱۵ رقم ذرت است (آریاس و همکاران، ۲۰۰۰).

بسیاری از متون می‌توانند در جهت هدایت طراحی تحقیقات اگرومورفولوژیک و تجزیه و تحلیل داده‌های به دست آمده از آن‌ها مورد استفاده قرار گیرند. تحقیقات مید و همکاران[2] (۲۰۰۳) درباره روش‌های عمومی آماری در کشاورزی و زیست‌شناسی تجربی، کارِ ویلدی[3] (۲۰۱۰) در تجزیه و تحلیل داده‌ها در اکولوژی پوشش گیاهی، و متون دان و اوریت[4] (۲۰۰۴) در کاربرد رج‌بندی برای مشخصه‌یابی ارقام زراعی درشمول این متون قرار می‌گیرند. همچنین کار ماتسائرز و همکاران[5] (۱۹۹۷) به ویژه برای تحلیل آزمایش‌های در مزرعه مفید خواهد بود.

تنوع بیوشیمیایی

ارقام بسیاری از گیاهان اغلب از نظر صفات بیوشیمیایی نیز با هم تفاوت دارند. گوناگونی در متابولیت‌های ثانویه مانند سطوح مختلف گلوکوزینولات‌ها در برنج، ترکیبات مختلف قند و نشاسته در ارقام مختلف ذرت یا سورگوم و مقادیر مختلف عوامل ضدتغذیه‌ای در کاساوا از جمله این تفاوت‌ها محسوب می‌شود. معمولا تحلیل این ارقام از توان آن‌هایی که در حفاظت در مزرعه دخیل هستند فراتر می‌رود، اما زمانی که آزمایش برخی گونه‌ها برای سلامتی جامعه محلی یا مقاومت در برابر بیماری اهمیت دارد، ارزش بررسی دارند (مانند عوامل ضدتغذیه‌ای در دال عدس یا خلر[6]).

شماری از روش‌ها برای تشخیص تغییرات ژنتیکی در ارقام و تعیین پروتئین‌های مختلف گیاهی وجود دارد. برای مثال، تغییر توالی اسید آمینه در اشکال مختلف آنزیم‌های گیاهی (ایزوآنزیم) که در گیاهان مختلف وجود دارد و به عنوان آلل‌های جایگزین (آلوزیم‌ها) به ارث می‌رسد، با استفاده از الکتروفورز قابل دیدن است. برای سال‌های متمادی، در طول دهه ۱۹۸۰ تا ۱۹۹۰، تغییر در ایزوآنزیم‌ها یک روش کلیدی برای تحلیل تغییرات در جمعیت گیاهان ارائه داد. همریک و گات[7] (۱۹۹۷) از داده‌های ایزوآنزیمی گردآوری شده در متون علمی برای مقایسه ارقام خودگشن و دگرگشن و در گیاهان زراعی وحشی

1. Principal Component Analysis (PCA)
2. Mead et al.
3. Wildi
4. Dunn and Everitt
5. Mutsaers et al.
6. *Lathyrus sativus*
7. Hamrick and Godt

استفاده کردند و یک نمای کلی از کاربرد این روش ارائه دادند. استـفاده از تنوع ژنتیکی[1] در پروتئین‌ها و ایزوآنزیم‌های بذر تا حد زیادی راهی برای روش‌های مولکولی بر مبنـای توالی تنوع DNA ایجاد کرده اسـت. بـا این وجود ممـکن است روش‌های قدیمی مثلا در شـناسـایی ارقام، تحلیل نظام جفتگیری[2] یـا موقعیت‌هایی که امکانات مولکولی محدود یا ناموجود هستند، نقش داشته باشد.

تنوع ژنتیکی مولکولی

به طور روزافزونی از روش‌های مولکولی برای مطالعه تنوع ژنتیکی استفاده می‌شود. این روش‌ها تغییر در توالی DNA را تشخیص می‌دهند. طی ۲۰ سال گذشته روش‌های زیادی در دسترس بوده و استفاده از آن‌ها در تحلیل ژنتیک گیاهی و تنوع ژنتیکی، موضوع بسیاری از بررسی‌ها و کتب درسی مختلف بوده است. در حال حاضر کارهای سمایین و همکاران[3] (۲۰۰۶) و آگاروال و همکاران[4] (۲۰۰۸) از جمله بررسی‌های جامع در این حوزه به شمار می‌آید. پایگاه اینترنتی بایوورسیتی اینترنشنال هم دسترسی به یک ماژول آموزنده را طی دو جلد فراهم آورده است:

- http://www.bioversityinternational.org/training/training_materials/using_molecular_marker_technology_in_studies_on_plant_genetic_diversity_vol_1.htm;
- http://www.bioversityinternational.org/training/training_materials/genetic_diversity_analysis_with_molecular_marker_data_learning_module_volume_t.html

اغلب روش‌های متداول در ژنتیک جمعیت‌ها و تحلیل تنوع ژنتیکی از «رقم ناشناس» استفاده می‌کنند که گونه‌ای در جایگاه کروموزومی است که عملکرد بیولوژیک آن، در صورت وجود، ناشناخته است. با این حال، در دسترس بودن روزافزون اطلاعات در مورد جایگاه و توالی ژن‌های خاص، اکنون بینش‌هایی را در مورد رقم ایجاد می‌کند که می‌تواند با مناطق خاص ژنوم یا با آنزیم‌ها، پروتئین‌ها، مسیرهای متابولیکی و حتی صفات خاص، مرتبط باشد. همانطور که برای شماری از گیاهان زراعی[5]، توالی کامل با ظهور و استفاده بیشتر از روش‌های تعیین توالی نسل بعدی (برای مثال به اِگان و همکاران، ۲۰۱۲ مراجعه کنید) و روش‌هایی که اطلاعات مربوط به برچسب‌های توالی بیان شده[6] را ارائه می‌دهد، در دسـترس است، روش‌هایی که

1. Genetic variants
2. Mating system analysis
3. Semagn et al.
4. Agarwal et al.

۵. برای کسب اطلاعات بیشتر در مورد توالی ژنوم گیاهی مراجعه کنید به:
http://ncbi.nlm.nih.gov/genomes/PLANTS/PlantList.html

6. ESTs (Expressed Sequence Tags)

می‌توان از فناوری‌های مولکولی برای بـررسی تغییرات در گیاهان زراعی استفاده کرد احتمالا به سرعت در حال تکامل و گسترش هستند.

انتخاب مناسب‌ترین نشانگر مولکولی به شماری از عوامل مخـتلف از جمله گونه‌های مورد مطالعه و هدف از تحقیقات بستگی دارد. بنابراین، مطالعه مربوط به شناسایی نسب به یک نمونه از میان جمعیت یا تعیین مشخصات ژنتیکی یک محصول که با دیگری تفاوت دارد، با بازسازی روابط تکاملی میان گونه‌ها و ارقام زراعی مرتبط است. در سطوح خاص و درون‌جمعیتی، که متداول‌ترین مقیاس تحقیق برای مطالعات حفاظت در مزرعه به حساب می‌آیند، بهترین نشانگرها آن‌هایی هستنـد که با ویژگی ژنتیکیِ جایگاه کروموزومی خاص، همبستگی، بالا بودن چندریختی[1]، توزیع تصادفی و مکرر در کـل ژنوم و سطح بالای تکرارپذیری، مشخص می‌شوند. آشنایی با ویژگی‌های نظام‌های مختلفِ نشانگر و روش‌های رفتار ژنتیکی به تفسیر هر نتیجه‌ای که از مطالعات مولکولی حاصل می‌شود، کمک می‌کند.

چندریختی طولی قطعات بریده شده[2] که در دهه ۱۹۶۰ توسعه یافت، اولین تکنیک نشانگر مولکولی بود که چندریختی DNA را تشخیص داد. DNA گیاهان مختلفی که توسط اندونوکلئازهای هضم می‌شد، بسته به چندریختی موجود در محل توالی DNA برش خورده توسط اندونوکلئازها، پروفایل‌های مختلفی از DNA بـرش خـورده، بـدسـت داد. ایـن روش بسیار قدرتمند بود اما به مقادیر نسبتا زیادی از DNA با کیفیت نـیـاز داشت. اختراع فناوری واکنش زنجیره‌ای پلیمراز (PCR)[3] به ایجاد تعداد زیادی از رویکردهای مختلـف برای تولید نشانگرهای مولکولی منجر شد که به دو دسته تقسـیم می‌شوند: ۱) روش‌های مبتنی بر واکنـش زنجیره‌ای پلیمرازِ دلخواه یا توالی بدون روش‌های خاص و ۲) روش‌های مبتنی بر توالی هدف‌گیری واکنـش زنجیـره‌ای پلیمراز (آگـاروال و همکاران، ۲۰۰۸). در جدول ۵-۱ برخـی از متـداول‌ترین روش‌هایی کـه در تحلیل تنوع ژنتیکی گیاهان زراعی بـه کـار رفته، ذکر شده و نمونه‌هایی از کاربرد آن‌ها نشان داده شده است.

در بین روش‌های مبتنی بر واکنش زنجیره‌ای پلیمراز، SSR، چندریختی فضایی تک‌رشته‌ای (SSCP)[4]، چندریختی مکان‌های برش در قطعات تکثیر شده (CAPS)[5] و استفاده از توالی مستقیم DNA محبوبیت دارند. تحت‌الشعاع قرار دادن تکنیک انبساط چندریختی تصادفیِ DNA (RAPD)[6] کمتر قابل اعتماد است.

1. High polymorphism
2. Restriction fragment length polymorphism
3. Polymerase Chain Reaction (PCR)
4. Single Strand Conformational Polymorphism (SSCP)
5. Cleavage Amplified Polymorphic Sites (CAPS)
6. Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD)

جدول ۵-۱. مقایسه روش‌های مختلف مولکولی برای تجزیه و تحلیل تنوع ژنتیکی

روش	فراوانی	مزایا	ایرادها	چندریختی	جایگاه کروموزومی خاص[1]	میزان DNA مورد نیاز	برنامه اصلی
RFLP	زیاد	نیازی به دانش اولیه نسبت به DNA هدف نیست؛ هزینه پرورش اندک	تکرارپذیری؛ از لحاظ فنی سخت و وقت‌گیر؛ به نمونه زیادی از DNA نیاز دارد و تحقیقات رادیواکتیوی خاصی نیاز دارد	هم غالبیت	بله	زیاد	ژنوتیپ؛ نقشه برداری ژنتیک
RAPD	زیاد	نیازی به دانش اولیه نسبت به DNA هـدف نیست؛ هزینه پرورش اندک	تکرارپذیری؛ از لحاظ فنی سخت؛ کیفیت و غلظت DNA الگو ممکن است تا حد زیادی در نتیجه تأثیر بگذارد	غالبیت	خیر	کم	ژنتیک
SSR	متوسط	قابل تکرار؛ بسیار چندشکل	دانش پیشین از تحقیق؛ هزینه زیاد پرورش	هم غالبیت	بله	کم	ژنوتیپ، ژنتیک جمعیت، ژنتیک فیلوگرافی
CAPS (همچنین با نام PCR- RFLP شناخته می‌شود.)	پایین	قابل تکرار و سریع، تفسیر آسان، هزینه پرورش پایین	دانش قبلی از تحقیقات ژن هدف؛ قدرت تفکیک بستگی به ژن هدف دارد	هم غالبیت	بله	پایین	غربالگری ژنتیکی برای جهش
SCAR	پایین	قابلیت تکرار بالا	دانش پیشین از تحقیقات ژن هدف	هم غالبیت	بله	پایین	ژنتیک
AFLP	بالا	نیازی به اطلاعات پیشین توالی ندارد؛ قابل اعتماد و تکرارپذیر	از نظر تکنیکی سخت، هزینه پرورش متوسط	غالبیت	خیر	پایین	ژنوتیپ؛ ژنتیک جمعیت‌ها
توالی ژنتیک	پایین	تکرارپذیری بالا؛ هزینه پرورش کم؛ قابلیت تشکیل بانک اطلاعات	دانش پیشین تحقیقات؛ ژن هدف باید مطابق هدف انتخاب شود	قابل استفاده نیست	بله	پایین	فیلوژنتیک؛ فیلوگرافی
SNP	بالا	تکرارپذیری بالا؛ بسیار چندریختی	هزینه بالای پرورش	هم غالبیت	بله	پایین	ژنتیک؛ ژنوتیپ جمعیت؛ فیلوژنتیک

1. Locus specificity

اشکال اصلی برخی از روش‌های مبتنی بر PCR این است که در مرحله نخست به تقویت ژن‌های هدف توسط PCR و بنابراین بخشی از دانش پیشین ما درباره مناسب‌ترین توالی‌های آغازگر برای تقویت DNA منتخب نیاز دارند. این امر یک عامل محدود کننده است، به خصوص در مورد کار بر روی موجودات زنده غیر مدل مانند ارقام و گونه‌های نادر که اطلاعات کمی در مورد آن‌ها وجود دارد. با این حال، اطلاعات مربوط به تحقیقات SSR یا آغازگرهای تقویت ژن‌های منتخب، به طور روزافزونی برای تعداد زیادی از گیاهان زراعی و گونه‌های وحشی مرتبط با آن در دسترس است و هر دو تحقیقات بطور مشترک در آزمایشگاه‌ها صورت می‌گیرند.

ویگورو و همکاران[1] (۲۰۱۱a) برای آزمایش تغییرات الگو در ارزن مرواریدی طی یک دوره ۲۷ ساله و تحت مدیریت کشاورزان در نیجر از تکنیک SSR استفاده کردند. در آنجا، ارزن مرواریدی و سورگوم محصول عمده غلات است و بسیاری از ارقام سنتی همچنان کشت می‌شود. کشاورزان به طور عمده از بذر خودمصرفی یا در صورت کمبود از بذر اعضای خانواده استفاده می‌کنند و در غیر اینصورت، آن‌ها بذرهایی را از بازارهای محلی خریداری می‌کنند. بین سال‌های ۱۹۷۶ تا ۲۰۰۳، منطقه چند خشکسالی را تجربه کرد. تغییرات در طول سال بسیار شدید است، میزان بارندگی در نیامی[2] در نیجر به میزان ۴ میلی‌متر در سال کاهش یافت؛ این در حالی بود که این میزان طی ۵۰ سال از ۱۹۵۰ تا ۲۰۰۳، ۲۰۰ میلی‌متر در سال بوده است. نمونه‌های ارزن مرواریدی در سال ۱۹۷۶ از مناطق مختلف کشور جمع‌آوری شد. تحلیل تنوع ژنتیکی در سورگوم و ارزن با استفاده از ۲۸ و ۲۵ SSR به ترتیب در چند صد نمایه جمع‌آوری شده در سال ۱۹۷۶ و ۲۰۰۳ تخمین تعداد آلل‌ها، تنوع ژن Nei و هتروزیگوزیت مشاهده شده برای هر جایگاه کروموزومی و هر مجموعه را در اختیار محققان قرار داد. به طور کلی هیچ مدرکی دال بر از بین رفتن تنوع ژنتیکی از نظر غنای آللی برای هریک از گیاهان زراعی و تمایز کمّی بین مجموعه‌های ۱۹۷۶ و ۲۰۰۳ وجود ندارد (برای سورگوم G_{ST} = ۰/۰۰۲۵)

یک آزمایش باغی رایج از نمایه‌های ارزن مرواریدی که در سال‌های ۱۹۷۶ و ۲۰۰۳ جمع‌آوری شده و طی سه فصل مورد ارزیابی قرار گرفت، تغییرات چشم‌گیری در صفات سازگاری را نشان داد. ارقام جمع‌آوری شده در سال ۲۰۰۳ کمی زودتر گل دادند و خوشه‌های کوتاه‌تری داشتند که نشان‌دهنده تغییر تکاملی در دوره رشد این گونه است. ژن‌های چندریختی موثر بر تغییر در زمان گلدهی (PHYC و PgMADS11) در ارزن مرواریدی شناسایی گردید و اثر انتخاب را نشان داد که حاکی از آن بود که در

1. Vigouroux et al.
2. Niamey

سازگاری ارقام ارزن مرواریدی نقش ایفا می‌کنند (ویگورو و همکاران، ۲۰۱۱a).

از بین روش‌های مبتنی بر SSR، PCR و توالی مستقیم DNA، احتمالا متداول‌ترین روش‌ها به دلیل قیمت نسبتا مناسب و تکرارپذیری بالا انتخاب می‌شوند. محبوبیت SSR به دلیل تعدد زیاد چندریختی و امکان تحلیل جایگاه‌های متعدد است و این امر باعث می‌شود پروفیل جامع DNA از هر رقم و جمعیت فراهم شود. با این وجود اگر تحقیقات در دسترس نباشند، نیاز به هزینه اولیه افزایش می‌یابد، البته لازم به ذکر است که بسیاری از مراحل می‌توانند به صورت خودکار انجام شوند تا تعداد زیادی از نمونه‌ها مورد آزمایش قرار گیرند. این تکنیک بدون اشکال نیست، از جمله اشکالات می‌توان به هم‌غالبیت ناقص، تقویت سوگیرانه، نوترکیب PCR و پارالوژی پنهان اشاره کرد (دو آلل با منشاء ژنتیکی مختلف، درازای از هم‌گسسته یکسانی دارند و بنابراین به عنوان آلل‌های غیر تفکیک پذیر شناخته نمی‌شوند).

توالی مستقیم DNA، کامل‌ترین توصیف تنوع را ارائه می‌دهد. این امر به برجسته‌کردن ماهیت واقعی تغییرپذیری، ارائه توالی دقیق نوکلئوتیدها در بخش DNA هدفمند و امکان مطالعه بین توالی‌ها و انواع عملکرد ژن‌های مربوطه می‌پردازد. در حال حاضر، توالی مستقیم در یک جایگاه کروموزومی به طور همزمان متمرکز می‌شود و توصیف تنوع ژنتیکی شرح داده شده فقط مربوط به ژن‌های هدفمند است. ژن‌های موجود در اندامک‌ها (DNA میتوکوندریایی[1](mtDNA) و DNA کلروپلاست[2] cpDNA) معمولاً در مطالعات جمعیتی و تبارشناسی جغرافیایی[3] به کار رفته‌اند؛ دلیل این امر نیز کپی‌های متعدد سلولی آن‌ها، وراثت غیر نوترکیب (معمولا مادرانه) و میزان بالای جهش در مقایسه با DNA هسته‌ای است. با این حال مادامی که mtDNA و cpDNA به ارث می‌رسند، فقط سلسله مراتب مادر یا فیلوژنی‌ها آشکار می‌شوند. هر نسل ژنوم هسته‌ای ژن‌های مشتق از پدر را به همراه خواهد داشت که با لقاح، در ژنوتیپ‌های جدید دوباره نوترکیب می‌شوند. چنین ژن‌هایی -اگر از نظر جمعیت جدید باشد- برچسب cpDNA والد اصلی خود را ندارند، اما همیشه cpDNA مادر را که از آن عبور می‌کنند، حمل می‌کنند. توالی مستقیم همچنین از این مزیت برخوردار است که توالی‌های بدست آمده را می‌توان در بانک‌های اطلاعاتی خاص از جمله بانک اطلاعات DNA ژاپن[4]، آزمایشگاه زیست‌شناسی مولکولی اروپا،[5] و بانک ژن مرکز ملی اطلاعات بیوتکنولوژی[6] در ایالات متحد ذخیره کرد. این پایگاه داده‌ها به محققان اجازه می‌دهد تا از توالی‌های

1. Mitochondrial DNA
2. Chloroplast DNA
3. Phylogeographic
4. The DNA DataBank of Japan (DDBJ)
5. The European Molecular Biology Laboratory (EMBL)
6. GenBank at the National Center for Biotechnology Information (NCBI)

انتشاریافته، مجددا استفاده کرده و متغیر بودن جمعیت‌ها را بدون نیاز به تحلیل همزمانِ همه نمونه‌ها، با تکرارپذیری بالا و مقایسه نتایج، مد نظر قرار دهند.

روش‌های مبتنی بر PCR مانند CAPS و SSCP، چندریختی طولی قطعات تکثیریافته (AFLP)[1]، و ناحیه تکثیر شونده با توالی مشخص (SCAR)[2]، از مزیت‌های ذیل برخوردارند: از نظر فنی آسان‌تر، ارزان‌تر در مقایسه با سایر روش‌ها (به استثناء AFLP) و واجد قابلیت تکرارپذیری بالا. این روش‌ها پروفایل ژنتیکی را بر اساس یک جایگاه کروموزومی واحد (SSCP, CAPS) یا چندین جایگاه (RFLP, AFLP و SCAR) امکان‌پذیر می‌سازند. بااین‌حال، توانایی آن‌ها در آشکار ساختن میزان تنوع ژنتیکی تا حد زیادی به توالی‌های هدفمند و تعداد دیگری از عوامل همچون ترکیب آنزیم‌های محدودکننده بستگی دارد. استفاده از روش‌های نوین و نوظهور مانند آنزیم چندریختی تک-نوکلئوتید (SNP)[3]، یا استفاده از توالی‌یابی نسل جدید (NGS)[4]، به محققان این امکان را می‌دهد تا به طور روزافزونی تنوع ژنتیکی موجود در کل ژنوم محصولات و ارقام زراعی را مانند «تعیین ساختار ژنتیکی از طریق توالی‌یابی[5]» کشف کنند (پولند و رایف، ۲۰۱۲).

توسعه روش‌های جدید مولکولی برای غربالگری تنوع ژنتیکی، به توسعه ابزارهای جدید انفورماتیک جهت تحلیل هر نوع داده ژنتیکی انگیزه بخشیده است. اکثر داده‌های چندجایگاهی که توسط RFLP، SSCP، CAPS و SCAR تولید می‌شوند را می‌توان از نظر فراوانی دسته‌ها (گونه‌ها) یا ارقام خاص، با استفاده از ابزارهای آماری سنتی تجزیه و تحلیل نمود. برای تجزیه و تحلیل انواع دیگرِ نشانگرها همچون توالی SNP، SSR و DNA، شماری از بسته‌های نرم‌افزاری خاص تهیه شده که امکان تجزیه و تحلیل جامع‌تر و پیچیده‌تر را در اختیار محققان قرار می‌دهند. انواع بسته‌های موجود در پیوست فهرست شده است. نرم‌افزارها را می‌توان به چهار دسته تقسیم کرد:

- نرم‌افزارهای تجزیه و تحلیل آماری فراوانی‌ها (برای مثال مقیاس‌بندی چندبعدی[6]، تحلیل مختصات اصلی)؛
- نرم‌افزارهای بازسازی درخت‌های تبارزایی[7] (که معمولا با توالی‌های DNA کار می‌کند)؛
- نرم افزارهای تحلیل شبکه و تبارشناسی جغرافیایی که هم از توالی DNA و هم از داده‌های نشانگر استفاده می‌کند؛

1. Amplified Fragment Length Polymorphism (AFLP)
2. Sequence Characterized Amplified Region (SCAR)
3. Single Nucleotide Polymorphism (SNP)
4. Next Generation Sequencing (NGS)
5. Genotyping by sequencing
6. Multidimensional scaling
7. Phylogenetic tree

- نرم‌افزارهای بررسی ساختار جمعیت که معمولا برای داده‌های SSR و SNP استفاده می‌شود، اما بسته‌های تحلیلی را می‌توان برای توالی DNA نیز مورد استفاده قرار داد.

اگزوفییر و هِکل[1] (۲۰۰۶) راهنمایی مفید برای بسته‌های تجزیه و تحلیل و نحوه استفاده از آن‌ها را در اختیار محققان و علاقه‌مندان قرار داده‌اند.

جمع‌آوری داده‌ها با استفاده از رویکردهای مشارکتی

درک میزان، توزیع و ساختار تنوع ژنتیکی ارقام سنتی مستلزم همکاری نزدیک با کشاورزان است. در این خصوص باید اصول کلی تدوین شده بـرای کار مشارکتی اتخاذ گردد (گونسالوز و همکاران، ۲۰۰۵) و بسیاری از رویکردهای توسعه یافته برای کار در زمینه اتنوبیولوژی[2] (زیست قوم‌شناسی) با این موضوع ارتباط مستقیمـی دارند (مراجـعه کنید به امرسون و همکاران، ۲۰۱۱). در وهله نخست ایجاد درک واضح و شفاف از سـاختار رقم و نحوه استفـاده کشاورزان از اسامی، مستلزم یک فرایند مشارکتی تکراری است که در آن کشـاورزان به صـورت جداگانه و گـروهی، درک درستی از چگونگی مشاهده ارقام گیـاهـان زراعی زیر کشـت خود ارائه می‌دهند. این امر گزارشی دست اول از صفات مختلفی را که برای کشاورزان مهم است و نحوه مدیریت تغییر در این صفات در سطح جامعه و مزرعه را نیز ارائه می‌دهد. این امر می‌تواند بعدا از طریق آزمایش‌های در مزرعه کـه برای بررسی تنوع زراعی کـه به طور مشترک با کشاورزان برنامه‌ریزی و انجام می‌شود، گسترش یابد. در هنگام استفاده از نمونه‌ها بـرای کار بر روی تنوع بیوشیمیایی یا مولکولی، ورودی و اطلاعات کشاوزان نیز عنصری اساسی محسوب می‌شود. طیف وسیعی از رویکردهای تشخیصی مشارکتی در دسترس است که می‌تواند برای درک نحوه مدیریت و نامگذاری ارقام توسط کشاورزان مورد استفاده قرار گیرد (جدول ۵-۲).

پیش از آغاز کار، ایجاد یک رابطه همکاری صحیح با جامعه از اهمیـت بسیاری برخوردار است. از اعضای جـامعه سوالات زیادی پرسیده می‌شـود که می‌تواند میزان قابل توجهی از زمان آن‌ها را به خود اختصاص دهد. افراد شرکت‌کننده ممکن است برخی از اطلاعات را در زمره اطلاعات خصوصی یا محرمانه دسته‌بندی کنند. آن‌ها باید با روش‌ها و اطلاعات درخواست شده و روش استفاده از آن‌ها احساس راحتی کنند. از آنجا که حداقل برخی از محصولات و گیاهان نمونه، مورد نیاز خواهد بود، باید درباره نحوه استفاده از اطلاعات و هرگونه مواد جمع‌آوری شده توافق مشترک کاملی حاصل شود.

1. Excoffier and Heckel
2. Ethnobiology

جدول ۵-۲. روش‌های جمع‌آوری اطلاعات که می‌تواند برای جمع‌آوری داده‌های مشارکتی مورد استفاده قرار گیرد.

روش	هدف	انواع و نمونه‌ها
مصاحبه	ارزیابی دانش و ادراکات	ساختار یافته، نیمه ساختاریافته، بی‌ساختار، بحث فردی، گروهی و گروه متمرکز
مشاهده میدانی و ضبط سوابق	مشاهده و بازرسی مستقیم	مشاهده منطقه، ثبت سوابق فصلی
اندازه‌گیری فیزیکی مستقیم	اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی	با استفاده از ابزارهای اندازه‌گیری علمی، تطبیق واحدهای محلی اندازه‌گیری
مجموعه نمونه‌ها	جمع‌آوری و متعاقبا توصیف و تحلیل	نمونه‌برداری، تهیه فهرست موجودی
آزمایش	آزمایش و مشاهده فرایندهای بیوفیزیکی، عملکرد و نتایج	آزمایش، نظارت میدانی
نمودار و تصویرسازی مشارکتی	نشان دادن و توضیح دادن فرایندها، روابط و ساختارها	رسم خط و نمودار
نقشه‌کشی مشارکتی	مکان‌یابی و جهت‌یابی	نقشه‌برداری، علامت‌گذاری مرزها
رتبه‌بندی و امتیازدهی مشارکتی	طبقه‌بندی، اولویت‌بندی و مقایسه	رتبه‌بندی ماتریکس، مرتب‌سازی
مشاهده مشارکتی	مستندسازی فرایندها	روش‌های مختلف قوم‌نگاری
بازی‌ها و نقش‌آفرینی	مستندسازی رفتارها، تصمیم‌گیری و پویایی گروه	بازی‌های عامیانه، داستان‌سرایی
مدل‌سازی و استفاده از ابزارهای تصویری	نشان دادن و مراجعه به مثال‌های ملموس	ساخت مدل‌های کوچک-مقیاس، پوستر
فهرست‌کردن	شناسایی و موجودی	چک لیست، بارش افکار و تکنیک کارت
آزمون	رتبه‌بندی استفاده از طرح‌های استاندارد شده	آزمون دانش، مسابقه مهارت

روش‌های مختلفی در این خصوص وجود دارد که می‌توان آن‌ها را مورد استفاده قرار داد. یک رویکرد، موافقت‌نامه رضایت آزادانه و آگاهانه پیشین[1] است که توسط ستاد تحقیقات تنوع زراعی[2] مورد استفاده قرار

1. Free Prior Informed Consent (FPIC)
2. The Platform for Agrobiodiversity Research (PAR)

گرفته و توسط همه شرکت‌کنندگان در کار با جوامع بومی بولیوی و ساراواک[1] به امضا رسیده است[2]. از دیگر سو، برنامه محیط زیست سازمان ملل[3] متحد مجموعه‌ای از دستورالعمل‌ها و ابزارهای مربوطه را تهیه کرده است[4]. همچنین انجمن اتنوبیولوژی (زیست قوم‌شناسی) دستورالعمل‌هایی دارد که باید مورد مشورت قرار گیرد[5]. اخیرا دستورالعمل‌های دسترسی و اشتراک پروژه‌های تحقیقاتی تدوین شده است (لاپِنیا و همکاران، ۲۰۱۲). اطلاعات بیشتر در مورد دسترسی ملی و تسهیم منافع و سایر موضوعات حقوقی و اقدامات خاصِ صورت گرفته به ترتیب در فصل‌های دهم و دوازدهم آمده است.

جمع‌آوری داده‌ها معمولا با بررسی داده‌های ثانویه و به دنبال بحث در سطح گروه یا گروه‌های متمرکز آغاز می‌شود که با مصاحبه با افراد خبره اصلی تکمیل می‌شود. اینها علاوه بر مصاحبه خانوار با استفاده از برخی از راهبردهای نمونه‌گیری مناسب برای انتخاب موارد مصاحبه شده انجام می‌شود. مرحله پایانی، اعتبارسنجی جامعه است که در آن نتایج تحلیل شده که ترکیبی از اطلاعات جمع‌آوری شده از کشاورز، مزرعه و آزمایشگاه است در جامعه به بحث گذارده می‌شود.

بحث در گروه‌های متمرکز برای شناسایی کشاورزان و مشخصه‌یابی ارقام

جلسات بحث در گروه‌های متمرکز[6] (FGD) معمولا متشکل از ۱۰ تا ۱۲ نفر است که برای حصول اطمینان از حضور نمایندگان جوامع مشارکت‌کننده انتخاب شده و در جلسه شرکت می‌کنند. اعضای این گروه ممکن است مختلط باشند، اما بیشتر اوقات به لحاظ جنسیت، سن و موقعیت اجتماعی در جامعه از هم جدا می‌شوند تا اطمینان حاصل شود که این گروه‌ها به راحتی نظرات خود را ابراز می‌کنند. FGD و پیمایش‌های فردی، تنها نشان‌دهنده رویکرد مشارکتی نیست بلکه حاکی از نحوه جمع‌آوری داده‌ها است (اینکه داده‌ها از فرد یا از یک گروه گرفته شده باشد). پاسخ به سوالات در گروه‌های بحث متمرکز یا مصاحبه خانوار[7]، هر دو ابزاری مشارکتی برای جمع‌آوری داده‌ها هستند. ابزار مشارکتی همچون نقشه‌برداری از منابع بذر را می‌توان در این دو روش مورد استفاده قرار داد.

1. Sarawak
2. http://agrobiodiversityplatform.org/climatechange/the-project/aims-and-objectives/abd_and_cc_project_fpic
3. The United Nations Environment Programme
4. http://www.unep.org/communityprotocols/index.asp
5. http://ethnobiology.net/code-of-ethics
6. Focus Group Discussions (FGD)
7. Household survey

شناسایی ارقام کشاورزی معمولا با یک درخواست از کشاورزان آغاز می‌شود؛ مبنی بر اینکه نمونه‌هایی از ارقام مختلف محصولی که در آن فصل کشت کرده‌اند همراه خود بیاورند. گیاهان در گوشه‌ای از اتاق قرار می‌گیرند تا همگان بتوانند آن‌ها را ببینند. سپس از کشاورزان خواسته می‌شود تا نمونه‌ها را بر اساس ارقام مختلف گروه‌بندی کرده و برچسب نام ارقام را بر روی هر گروه قرار دهند. از کشاورزانی که ارقام مختلفی را شبیه به آنچه خودشان به همراه آورده‌اند می‌بینند، درخواست می‌شود که گیاهان را با هم دسته‌بندی کنند.

در مرحله بعد از همه کشاورزان پرسیده می‌شود که آیا ارقامی را که با برچسب مشخص شده‌اند، به نام دیگری می‌خوانند؟ در این صورت از آن‌ها خواسته می‌شود که نام مورد استفاده خود را بنویسند و در کنار آن نام قرار دهند. کشاورزان به منظور حصول توافق در مورد چگونگی گروه‌بندی نمونه‌ها با توجه به رقم و همچنین در مورد نام‌های احتمالی چندگانه مـربوط به همان رقم، به مشـورت می‌نشینند. به منظور ارائه توضیحات تفصیلی مربوط به هر رقم از کشاورزان داوطلب خواسته می‌شود تا در مورد هریک از ارقام، نقش توصیف‌گر را بر عهده گیرند. در آغاز این مرحله باید کشاورز بیان کند کـه به نظر او رقمی که در حال توصیف آن است در زمره ارقام سنتی، معرفی شده یا مدرن است. از دیگر کشاورزان پرسیده می‌شود که آیا با نظر کشاورزِ توصیف‌گر موافق هستند یا خیر. تا حصول اجماع بر سر چگونگی طبقه‌بندی هر رقم باید زمان در اختیار کشاورزان قرار گیرد.

در مرحله بعد کشاورز ویژگی‌هایی را بیان می‌کند که نشان‌دهنده تمایز رقم با سایر رقم‌ها است و هر توصیفی بر روی کارت نوشته می‌شود. یک تسهیل‌گر می‌تواند ماتریسی ترسیم کـند که خصوصیاتی که کشاورزان برای ارقام مختلف بیان می‌کنند را درون آن بنویسد. شرکت‌کنندگان بار دیگر به ماتریس نگاه می‌کنند تا اطلاعات را تصحیح و یا تدقیق کنـند و چنانچه نیاز بود آن‌ها را تغییر دهند. سپس تسهیل‌گر می‌تواند یادداشت کـند که کدام خصوصیات مورفولوژیک اسـت و کدام‌یـک با عملکرد، سازگاری با محیط‌های خاص یا استفاده و کیفیت محصول مرتبط است. از معیارهای مورفولوژیکی برای شکل‌دادن به «توصیف‌های کشاورز[1]» استفاده می‌شود.

نخستین هدف از بحث گروهی فهمیدن این نکته است که چقدر در توصیف کشاورزان از ارقام مختلفی که توسط شرکت‌کنندگان آورده شده یکنواختی وجود دارد. باید دریافت که آیا رقم X که توسط کشاورز الف کشت می‌شود با همان رقم X که توسط کشاورز ب کشت می‌شود، یکسان است، یا مشابه رقم Y یا

1. Farmer descriptors

کلا مشابه چیز دیگری است؟ هدف دوم بدست آوردن اطلاعات بیشتر در مورد رابطه بین ارقام و ویژگی‌های آن‌ها است. آیا همه کشاورزان حاضر به موافقت بر سر زودرس بودن و خوش‌طعم بودن رقم A هستند؟ بحث گروهی همچنین اطلاعاتی در مورد نظام بذری ارائه می‌دهد که در سطح جامعه جریان دارد (جنبه‌ای که زمانی اهمیت می‌یابد که محققی در پی یافتن ویژگی‌های فراجمعیتی ارقام یا مجموعه‌ای از ارقام باشد) (مراجعه کنید به جارویس و کامپیلان، ۲۰۰۶؛ و فصل ۸ و ۱۱ همین کتاب).

هنگام جمع‌آوری اطلاعات همراه با کشاورزان، ثبت نام‌های دقیق و اصلاح نشده هر رقم، همانطور که توسط هر فرد مطلع نامیده می‌شود، اهمیت دارد. بدین منظور باید از زبان یا زبان‌های محلی استفاده کرد و پاسخ‌هایی که توسط کشاورزان بیان می‌شود را ضبط کرد و از هرگونه وسوسه برای تصحیح اشتباه پرهیز شود. همچنین بسیار اهمیت دارد که رویکرد انتخابی، اجازه جداسازی داده‌ها بر اساس سن، جنسیت، وضعیت اقتصادی و دسته‌بندی‌های دیگر را بدهد؛ چرا که گروه‌های مختلف اجتماعی به طور معمول در نحوه شناسایی، ارزش‌گذاری و انتخاب ارقام زراعی که با نام کشاورزان خوانده می‌شود، با هم متفاوت هستند (به فصل ۸ و ۹ مراجعه کنید).

مصاحبه‌های فردی و مشاهدات دقیق میدانی با همراهی کشاورزان، اطلاعاتی در مورد تعداد رقم‌هایی که هر کشاورز کشت می‌کند و منطقه‌ای که برای هر رقم اختصاص می‌یابد را نشان می‌دهد. همچنین می‌توان از این طریق اطلاعاتی را در مورد میزان تکیه کشاورزان به بذر خودمصرفی از هر رقم یا تهیه آن از دیگر منابع بدست آورد. در بسیاری از منابع به اندازه‌گیری نمونه‌ها و روش‌هایی که می‌توان از طریق آن‌ها نمونه‌گیری‌ها را به شکلی طبقه‌بندی کرد تا گروه‌های مختلف یک جامعه را در برگیرد اشاره شده است (مراجعه کنید به لژندره و لژندره، ۲۰۱۲؛ سوکال و رولف، ۲۰۱۲؛ دی وائوس، ۲۰۱۳).

غالبا حداکثر ۱۰ درصد از خانوارهایی که به کشاورزی در فصل جاری مشغول هستند برای مصاحبه خانوار انتخاب می‌شوند تا جایی که اطمینان حاصل شود که تعداد کل پاسخ‌دهندگان دست کم به ۶۰ نفر برسد. برای داشتن تصویر کامل‌تر، مهم است که از نیمی از خانوارها از طریق یک عضو بزرگسال به عنوان پاسخ‌دهنده و نیمی دیگر از طریق یک عضو زن بالغ، صرفنظر از جنسیت سرپرستی که به لحاظ اجتماعی برای خانوار تعیین می‌شود، مصاحبه انجام شود. مصاحبه‌ها شامل رویکردهای مشارکتی برای شناسایی تعداد و مناطق تحت پوشش هر رقم است.

همچنین از مصاحبه‌های مستقیم کشاورزان استفاده می‌شود تا در مورد مهمترین صفات یا خصوصیات مرتبط با هر رقم و دلایل اختصاص دادن یک منطقه خاص به کشت آن گونه، اطلاعات بدست آید. مصاحبه‌ها همیشه باید در زمان حال متمرکز باشند (آنچه که اکنون انجام می‌شود یا آنچه در این فصل در

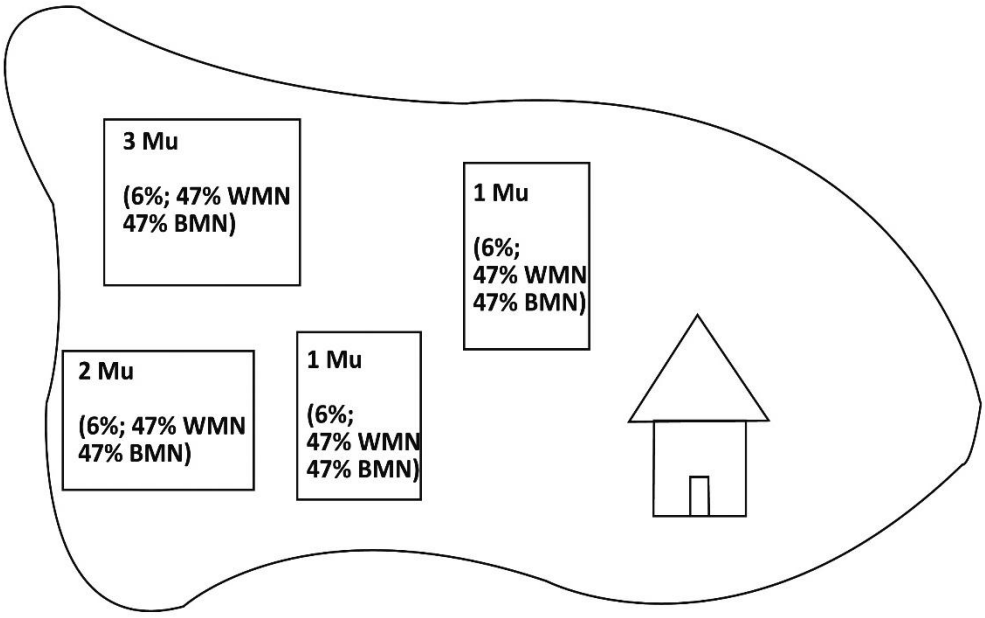
مزرعه کشت شده است). پس از در نظر گرفتن این امر، مصاحبه‌ها می‌توانند به بررسی آنچه در گذشته کشت شده، تغییراتی که ایجاد شده و آنچه برای آینده برنامه‌ریزی شده بپردازند.

نقشه‌کشی از توزیع مکانی ارقام در میان و داخل کرت‌های مزرعه

ابزار مهم دیگری که برای پیمایش مزرعه مورد استفاده قرار می‌گیرد، ترسیم نقشه توسط کشاورزان از کرت‌ها و گیاهانی است که در آن‌ها کشت می‌کنند. از طریق مصاحبه خانوار از کشاورزان خواسته می‌شود که نقشه مزرعه خود را رسم کنند، مرزها و مساحت زمین را مشخص کنند و این امر را با توجه به نحوه تقسیم مزرعه به کرت‌ها نشان دهند. مصاحبه‌گر از کشاورز می‌خواهد مساحت کل مزرعه و مساحت هر کرت را مشخص کند. سپس از کشاورزان خواسته می‌شود که هر کرت/ مزرعه را که در فصل جاری به کشت محصولی خاص اختصاص داده با نام، نماد و یا تقسیم به کرت‌های کوچک‌تر، مشخص کند. سپس برای هر محصولِ هدف، مصاحبه‌گر از کشاورز می‌پرسد که برای هر کرت یا زیرکرت چه رقم‌هایی را کشت می‌کند و بر اساس داده‌هایی که کشاورز در این خصوص می‌دهد، اطلاعات در نقشه یادداشت می‌شود. مصاحبه‌گر از هرگونه اطلاعاتی که در مباحث مربوط به گروه‌های متمرکز جمع‌آوری شده استفاده می‌کند تا با همراهی کشاورز خصوصیات مختلفی را که برای هر رقم در گروه‌های متمرکز ذکر شده بود را دوباره بررسی کند. رقم‌های ذکر شده و مساحت زیر کشت برای هر رقم از طریق این اطلاعات قابل محاسبه است.

اطلاعات اخذ شده در جریان بحث در گروه‌های متمرکز می‌تواند برای روشن شدن یا به دست آوردن تصویری دقیق‌تر از اطلاعات جمع‌آوری شده از مصاحبه‌های خانوار درباره تعداد و توزیع ارقام محلی در سطح مزرعه ضروری باشد. در جریان بحث در گروه‌های متمرکز در شانگریلا[1] واقع در جنوب غربی چین، کشاورزان پنج رقم جو مختلف را با خود به جلسه آوردند و هریک از آن‌ها را توصیف کردند. با این حال طی مصاحبه خانوار، اکثر کشاورزان این روستا اظهار داشتند که تنها یک رقم جو کشت می‌کنند که مانای[2] نام دارد. مصاحبه‌های خانوار به طور مستقیم توسط مشاهدات میدانی از منظر بروز آفات و بیماری‌ها دنبال شد. زمانی که مصاحبه‌گران از میان کرت‌ها گذر می‌کردند، ارتفاع و مورفولوژی مختلفی از گیاهان را مشاهده کردند که نشان می‌داد کشاورزان، بیش از یک رقم را در زمینی که رقم مانای در آن کشت شده بود، پرورش می‌دادند (شکل ۵-۲).

1. Shangrila
2. Ma Nai



شکل ۵-۲. نقشه مزرعه، نشان دهنده توزیع مکانی ارقام در داخل کرت‌ها که در جریان مصاحبه خانوار به دست آمده است (جرویس و همکاران، ۲۰۱۲)

هنگامی که از کشاورز در مورد اینکه آیا بیش از یک رقم در مزرعه‌اش کشت می‌شود یا نه سوال شد، مشخص شد که در هنگام کاشت همواره میزانی از رقم نای‌شو[1] نیز در میان بذرهای مانای هست. در ادامه مصاحبه‌گر پرسید که آیا رقم نای‌شو ۱۰ درصد از مزرعه را دربرمی‌گیرد و کشاورز در پاسخ به طور دقیق بیان داشت که تنها ۶ تا ۷ درصد از رقم نای‌شو در مزرعه وجود دارد. کشاورز در ادامه اظهار داشت که علاوه بر نای‌شو، دو رقم دیگر به نام‌های مانای سفید و مانای سیاه نیز به نسبت مساوی در میان بذرهای مانای وجود دارد که البته تفاوت میان این رقم‌ها را در نزدیکی زمان برداشت می‌توان متوجه شد.

کشاورز به مصاحبه‌گر گفت که بذر سه رقم با هم مخلوط شده و برای هر چهار کرت با مساحتی بالغ بر ۷ Mu (هر Mu برابراست با ۱/۱۲ هکتار) مورد استفاده قرار گرفته بود. مصاحبه‌گر همچنین بررسی کرد که آیا بذرها برای استفاده‌های مختلف از هم جدا می‌شوند یا خیر که دریافت همه با هم برداشت می‌شوند و با هم مصرف می‌شوند. اتخاذ رویکردهای متفاوت به طور همزمان باعث شد تصویر کامل‌تری از تنوع ارقامی

1. Nai Shu

که توسط کشاورز مورد استفاده قرار می‌گرفت، بدست آید و آمار یکنواختی[1] و غنا[2] که بدست آمد به قرار ذیل است:

غنا = ۳

یکنواختی = ۱-{(۰/۰۶)۲+(٪۰/۴۷)۲+(۰/۴۷)۲} = ۰/۵۲۴

اگر مصاحبه‌گر تنها ارقامی را که در ابتدا توسط کشاورز بیان شد را در نظر گرفته بود، به‌طور تخمینی غنا عدد یک و یکنواختی عدد صفر را برای این کشاورز نشان می‌داد.

مصاحبه با مطلعینِ[3] مهم

سطح سوم جمع‌آوری اطلاعات مشارکتی که توضیحات اساسی در مورد ساختار رقم و توزیع هر محصول در یک منطقه را ارائه می‌دهد، بحث و مصاحبه با مطلعین کلیدی است. این امر شامل گرد هم آوردن کارشناسان معتبر محلی و کاوش در خصوص اطلاعات به دست آمده تا آن روز است. این مرحله اجازه می‌دهد تا تضادهای موجود در اطلاعات، مورد بررسی قرار گیرد، شکاف‌ها پر شود و اطلاعات اخذ شده از سایر منابع تایید گردد.

از طریق مباحثه و پیمایش‌های مختلف و به طور خاص نقشه‌برداری محصولات و ارقام، تصویری روشن از ارقام سنتی، میزان کشت ارقام مختلف، عمده نقاط ضعف و قوت ارقام مختلف، نقش و اهمیت هریک از بخش‌های مختلف برای هر جامعه، بدست می‌آید. طبقه‌بندی ارقام با همراهی کشاورزان، از طریق جلسات بحث متمرکز و مصاحبه با افراد کلیدی، با توجه به میزان رایج بودن آن ارقام (اینکه توسط تعداد بیشتری از کشاورزان کشت شوند) یا نادر بودن آن ارقام (فقط تعداد معدودی از کشاورزان آن را کشت کنند) و اینکه آیا آن ارقام در مناطق نسبتا وسیعی کشت می‌شوند یا تنها در زمین‌های کوچک کاشته می‌شوند، یک روش مفید و ثابت شده برای «تحلیل چهارسلولی[4]» برای مطالعه تعدادی از جنبه‌های حفاظت از ارقام زراعی و کاربرد آن‌ها به شمار می‌آید.

ارقام متداولی که در مناطق وسیع‌تری کشت می‌شوند، معمولا اصلی‌ترین مواد خام مورد استفاده در خانوار هستند که روزانه مورد استفاده قرار می‌گیرند و انتظار می‌رود محصول قابل اعتمادتری باشند. آن‌هایی

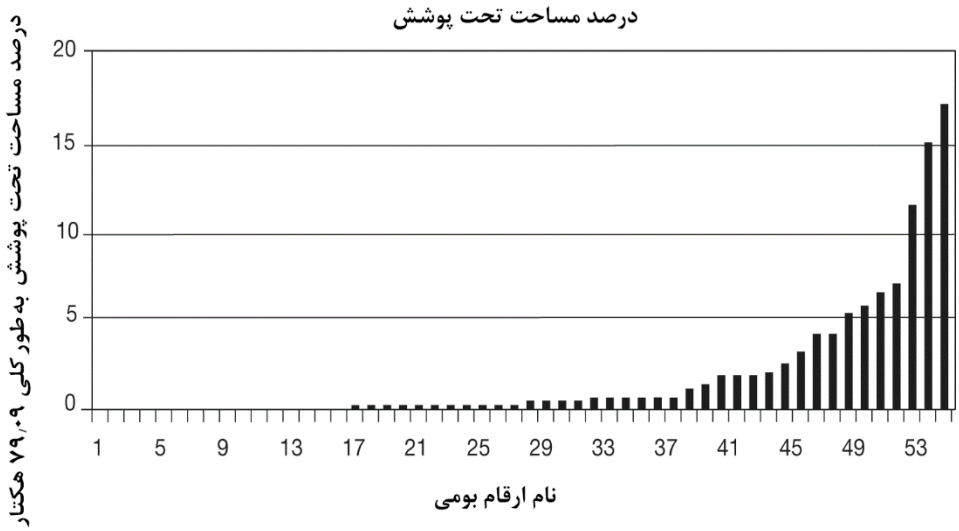
1. Evenness
2. Richness
3. Informant
4. Four cell analysis

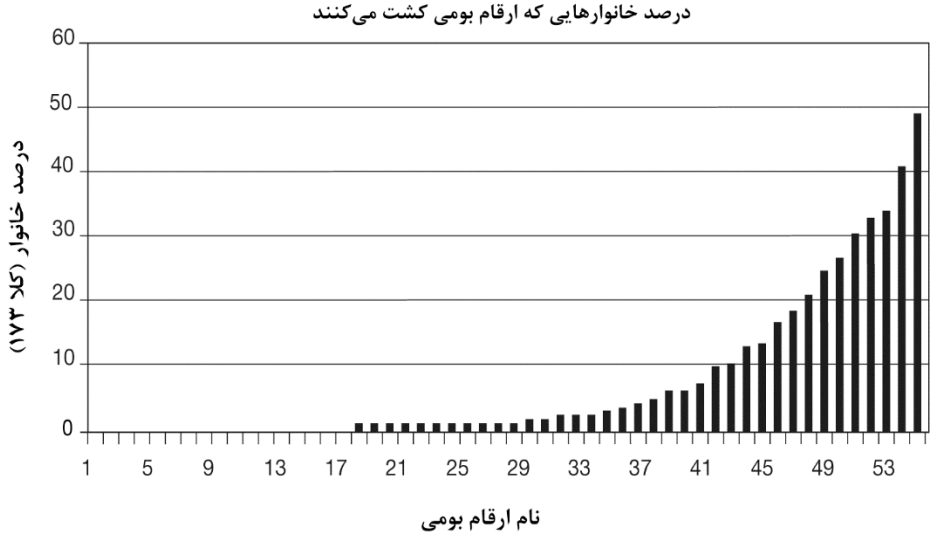
کــه در وسعت کمتری کشــت می‌شوند غالبا ارقامی هستند که برای اهداف فرهنگی مورد استفاده قرار می‌گیرند (برای مثال به عنوان هدیه در روزهای جشن). این ارقام را خانوار نیاز دارد، اما فقط به میزان اندک آن را کشت می‌کند. همچنین ممکن است این ارقام در زمره ارقام با ارزشی باشند که در بازار محلی به فروش می‌رسند (حتی اگر عملکرد آن‌ها نسبتا پایین باشد) و بدین ترتیب وجه نقد را برای هزینه‌های خانه فراهم می‌کنند. ارقام نادر که در وسعت زیاد کشت می‌شوند، می‌توانند ارقام متناسب با شرایط خاص زیست کشاورزی باشــند که فقط در یک یا دو مکان در جامعه یــافت می‌شود. در صورت امکان، این طبقه‌بندیِ تقریبی باید با تحلیل دقیق‌ترِ رابطه میان منطقه و فراوانی رقم مقایسه گردد که ممکن است تصویر اندکی متفاوت‌تر ترسیم کند. در جدول ۵-۳ تعداد ارقام کشت شده برنج توسط یک جامعه در تپه‌های میانی نپال[1] بر اساس طبقه‌بندی ارقام رایج یا نادر و کشت در زمین‌های وسیع یا کوچک، ذکر شده است (جارویس و همکاران، ۲۰۰۷b). همانطور که در شکل ۵-۳ نشان داده شده، هنگامی که تمام داده‌ها در مورد مناطق و درصد خانوارهایی که در حال کشت ارقام سنتی خاص هستند، جمع‌آوری شد و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت، تصویر بسیار مبهم‌تر بود. در بسیاری از جوامع سنتی و برای بسیاری از گیــاهــان زراعی، بیشــتریــن تعداد ارقام، مربوط به ارقامی است که نادرند و در وسعت اندکی کشت می‌شوند. اغلب در یک یا دو مزرعه توسط تنها یک کشاورز و به دلایل منحصر به فرد، پرورش می‌یابند. به نظر می‌رسد این ارقام، ارقامی هستند که بیشتر در معرض خطر نابودی قرار دارند و ممکن است بر اثر یک اتفاق از بین بروند (مرگ یا بیماری کشاورز و یا اینکه کشاورز نظرش در مورد کشت آن‌ها تغییر یابد). بنابراین ممکن است ساختار ژنتیکی و خصوصیات آن‌ها مورد توجه ویژه قرار گیرد و نیاز باشد که در هر برنامه‌های محلی یا حفاظتی در اولویت قرار گیرند.

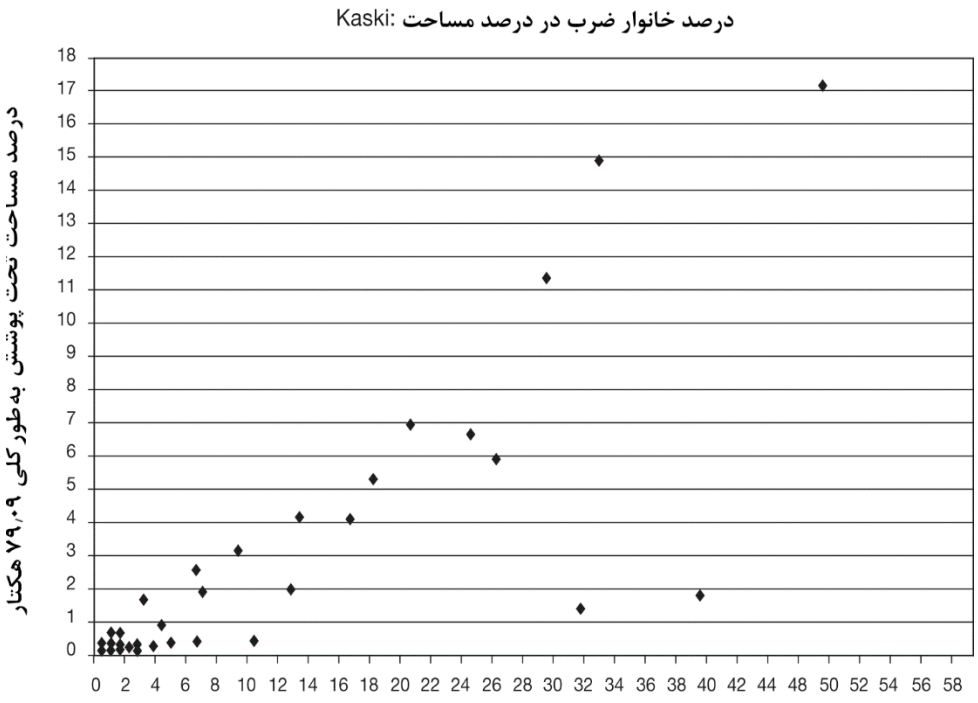
جدول ۵-۳. جدول چهار سلولی از یک تمرین نقشه برداری ارقام برنج در منطقه کاسکی[2] در نپال که نشان‌دهنده تعداد ارقام از هر نوع است که توسط جامعه شناخته می‌شود (منبع: جارویس و همکاران،۲۰۰۷b)

	رایج	نادر
مساحت زیاد	۹	۳
مساحت کم	۳	۳۶

1. Nepal mid-hills
2. Kaski


درصد مساحت تحت پوشش
درصد مساحت تحت پوشش به‌طور کلی ۷۹٫۰۹ هکتار
20
15
10
5
0
1 5 9 13 17 21 25 29 33 37 41 45 49 53
نام ارقام بومی


درصد خانوارهایی که ارقام بومی کشت می‌کنند
درصد خانوار (کل ۱۷۳)
60
50
40
30
20
10
0
1 5 9 13 17 21 25 29 33 37 41 45 49 53
نام ارقام بومی



شکل ۵-۳. الف، درصد مساحت تحت پوشش هر رقم را نشان می‌دهد. شکل ۵-۳ ب، تعداد کشاورزانی که هر رقم را کشت می‌کنند نشان می‌دهد و شکل ۵-۳ ج، مقایسه سطح کل منطقه زیر کشت رقم‌های سنتی برنج و درصد خانوارهایی که در حال کشت این ارقام هستند را در منطقه تپه‌های میانی کاسکی نپال نشان می‌دهد. ارقام مختلفی که در ربع فوقانی سمت راست شکل ۵-۳ ج قرار دارد، توسط تعداد بیشتری از کشاورزان کشت می‌شود و درصد قابل توجهی از سطح زیر کشت را در روستا به خود اختصاص داده است. تعداد قابل توجهی از ارقام نیز توسط تعداد اندکی از کشاورزان کشت می‌شوند که درصد کمی از مساحت زیر کشت برنج را تحت پوشش قرار می‌دهد. با افزایش تعداد کشاورزانی که یک رقم را کشت می‌کنند، مساحت تحت پوشش زیر کشت همان رقم نیز افزایش می‌یابد. نکته قابل توجه، ارقامی هستند که خارج از روند اصلی قرار دارند، مانند دو نقطه‌ای که در زیر خط اصلی دیده می‌شود. اینها ارقامی هستند که توسط تعداد بسیار زیادی از کشاورزان در مساحت اندکی کشت می‌شوند؛ بدین ترتیب درصد زیر پوشش کل این رقم‌ها چندان زیاد نیست. این دو رقم (سِتو آناندی[1] و راتو آناندی[2]) که ارقام برنج چسبناک (گلوتینوس[3]) هستند که اغلب در زمین‌های تحت آبیاری و غرقابی کشت می‌شوند. این دو رقم برای تهیه غذاهای محلی ویژه جشن‌ها کشت می‌شوند و از همین رو از اهمیت ویژه مذهبی و فرهنگی برخوردارند و در مساحت کوچکی توسط کشاورزان زیادی کشت می‌شوند (سادیکی و همکاران، ۲۰۰۷).

1. Seto anandi
2. Rato anandi
3. Glutinous

کدگذاری و تحلیل داده‌های مشارکتی

انواع و اشکال مختلف داده‌ها از روش‌های ذکر شده در بالا استخراج می‌گردد. اطلاعات می‌توانند به صورت دسته‌های از هم گسسته‌ای از پاسخ‌ها، مانند سوالات متشکل از داده‌های کیفی حاصل شوند؛ در حالی که سایر ابزارها خروجی‌های بصری مانند نقشه‌ها را تولید می‌کنند. چنین داده‌هایی پیش از قرار گرفتن در قالب اکسل یا SPSS به جهت تجزیه و تحلیل، نیازمند پردازش پیشینی است. مرحله نخست کدگذاری داده‌های خام در یک پایگاه یکسان‌سازی داده‌ها از طریق تطبیق عددها و ارزش‌گذاری‌ها صورت می‌گیرد. پردازش داده‌ها با توجه به نوع داده‌های میدانیِ جمع‌آوری شده از طریق روش‌های مختلف مشارکتی انجام می‌شود. این داده‌ها را می‌توان به طور گسترده‌ای از طریق ۱) شناسایی و توصیف، ۲) رتبه‌بندی و مقایسه و ۳) تصویرسازی طبقه‌بندی کرد.

نمونه‌هایی از داده‌های توصیف شده و تطبیق‌داده شده، که شامل فهرستی از نام‌ها، معیارها، توصیف‌ها، دلایل و سایر داده‌های اسمی مشابه می‌شود، ارقام خاصی را شناسایی و توصیف می‌کند. رتبه‌بندی و مقایسه اطلاعات شامل رتبه‌ها، امتیازها و داده‌هایی است که از کشاورزان می‌خواهد درجه‌بندی، مقایسه و تمایز صورت دهند. برای تسهیل در کدگذاری این نوع داده‌ها، حالت ایده‌آل این است که هنگام طراحی مراحل جمع‌آوری داده، محدوده مشابهی از امتیازات یا معیارها در نظر گرفته شود.

بیان اعتقادات نوع دیگری از داده‌ها را شامل می‌شود که نیازمند رتبه‌بندی و مقایسه است. امتیازدهی به هر پاسخی ممکن است در مقیاس رتبه‌بندی صورت گیرد. چنین رویکردی میزان انطباق یا توافق بر سر عقاید، نگرش‌ها، هنجارها و انگیزه‌های خاص را نشان می‌دهد.

داده‌های تصویری شامل نقشه‌ها، نمودارها و نمونه‌هاست که به عنوان ابزار بصری برای کشاورزان به منظور بیان دانششان در مورد یک موضوع خاص استفاده می‌شود. غالبا از این داده‌ها برای نشان دادن مکان‌ها، جهت‌ها، روابط، الگوها و روند استفاده می‌شود. داده‌ها توسط نمادها، علایم و برچسب‌هایی که توسط پاسخ‌دهندگان ترسیم یا نوشته می‌شوند، ارائه می‌شود. این داده‌های بصری به وسیله تحلیل محتوا، که روشی است برای استخراج معانی منتقل شده توسط کشاورزان از طریق نمادها، به عنوان داده‌های میدانی پردازش می‌شوند. سپس از طریق کدها و ارزش‌های عددی که به آن‌ها اختصاص می‌یابد، وارد پایگاه کدگذاری داده‌ها می‌شوند. هر نقشه یا نمودار، اعم از اینکه در مصاحبه فردی یا جلسات گروه‌های متمرکز بدست آمده باشد، یک داده تصویری محسوب می‌شود که باید مورد ملاحظه قرار گیرد. مجموعه نمودارها را نیز می‌توان کدگذاری کرد، در نتیجه، پایگاه داده‌هایی شکل می‌گیرد که می‌توان به همان روش داده‌های حاصل از

پیمایش‌های مرسوم، آن را مورد تحلیل قرار داد (فصل ۸ نمونه‌ای از اطلاعات کدگذاری شده از طریق این روش را نشان می‌دهد. همچنین مراجعه کنید به جارویس و کامپیلان، ۲۰۰۶).

پس از کدگذاری داده‌ها، می‌توان با کمک اکسل، SPSS و یا سایر نرم‌افزارهای آماری به تجزیه و تحلیل داده‌ها پرداخت. همواره استفاده از روش‌هایی که می‌تواند لزوم فرایندها یا تفاوت‌ها را مشخص کند، اهمیت دارد و باید این امر به هنگام طراحی برنامه کار مورد توجه قرار گیرد. داشتن یک فرد مسلط به آمار به عنوان عضوی از تیم، یا دست‌کم مشورت با افرادی که به علم آمار تسلط دارند، بخش مهمی از فرایند جمع‌آوری داده‌ها را تشکیل می‌دهد.

طراحی یک تحقیق

خیلی به ندرت (اگر بشود) امکان انجام کلیه مطالعات و تحلیل‌های مختلفی که در بالا مطرح شد، وجود دارد و نمی‌توان باور کرد که همه این روش‌ها برای حمایت از حفاظت در مزرعه و استفاده از تنوع توسط کشاورزان در همه جوامع ضروری باشند. گام مهم در روند حمایت از حفاظت در مزرعه، تعیین مطالعاتی است که در این خصوص مورد نیاز است. این امر بستگی به این دارد که به چه سوالاتی باید در رابطه با هر محصول یا منطقه پاسخ داده شود و اینکه چگونه می‌توان آن‌ها را به روش‌هایی که پاسخ‌های لازم را در بر داشته باشند، مطرح کرد؛ به طوری که بار اضافه بر پژوهش تحمیل نکند.

همانطور که در فصل اول بیان شد، پنج سوال برای تهیه راهبرد حمایت از حفاظت در مزرعه وجود دارد. به نوعی باید به این سوال‌ها پاسخ داد: چه چیزی، کجا، چگونه، توسط چه‌کسی و در چه زمانی. روش‌های شرح داده شده در این فصل و فصل چهارم به ارائه اطلاعات در مورد تنوع ژنتیکی مورد استفاده (به بیان دیگر پاسخ به سوال «چه چیزی») می‌پردازند. نحوه جمع‌آوری داده‌ها (طرح آزمایشی) همچنین می‌تواند زمینه ورود به پاسخ به سوالات دیگر را فراهم آورد -مثلا اینکه آیا جوامع مختلف یا کشاورزان در جوامع، انواع یا ارقام مشابه با خصوصیات یا تنوع ژنتیکی یا توزیع جغرافیایی یکسانی را در منطقه مورد مطالعه حفظ می‌کنند. مطالعه‌ای که به خوبی برنامه‌ریزی شده باشد می‌تواند برخی از فرضیه‌های اولیه را در مورد اهمیت نسبی عوامل فیزیکی، بیولوژیکی یا اقتصادی-اجتماعی در تعیین توزیع تنوع یا میزان آن در مناطق یا در مزارع خاص ایجاد کند. در فصل‌های ششم تا نهم می‌توان در مورد اهمیت نسبی این عوامل کنکاش بیشتری کرد.

به منظور برنامه‌ریزی برای هر تحقیقی باید ابتدا اهداف تحقیق را در نظر داشت؛ چرا که این امر بر سوالاتی که باید پرسیده شود و همچنین داده‌هایی که باید جمع‌آوری شود تأثیر می‌گذارد. برای مثال، چنانچه هدف اصلی از تحقیق، پشتیبانی از مقاومت و تاب‌آوری جامعه در برابر تغییر اقلیم از طریق حفاظت ارقام سنتی باشد، سوالاتی از قبیل چه کسی تنوع را حفظ می‌کند و چگونه می‌توان نظام حفاظتی موجود را پشتیبانی کرد، در کانون توجه قرار می‌گیرد. از سوی دیگر، اگر هدف، حصول اطمینان از حفاظت حداکثری از تنوع باشد، توصیف کامل تنوع با استفاده از ساختار رقم و روش‌های مولکولی احتمالا دارای اولویت بالایی خواهد بود (برای مثال در مورد برنج در ارتفاعات نپال (باجراچاریا و همکاران، ۲۰۰۵)). اگر دغدغه مربوط به فرسایش ژنتیکی باشد، رویکردی زمانی[1] مورد نیاز خواهد بود که توسط مطالعات مولکولی و اگرومورفولوژیکی تکمیل شود؛ مانند کاری که ویگورو و همکاران (a و۲۰۱۱b) در مورد تغییر در تنوع ژنتیکی ارزن مرواریدی و سورگوم در نیجر انجام دادند. همانطور که پیش از این ذکر شد، تصمیم‌گیری در مورد سوالاتی که باید پرسیده شود، بخش مهمی از تعیین روش مولکولی مورد نیاز تحقیق قلمداد می‌شود. در واقع، تعیین سوالات صحیح، طراحی مطالعات مورد نیاز و برنامه‌ریزی کارهایی که می‌توانند پاسخ‌های لازم را به همراه بیاورند، بخش‌هایی اساسی از هر فعالیتی محسوب می‌شود که هدف از اجرای آن حمایت از حفاظت ارقام سنتی در مزرعه است.

ساختار ارقام زراعی در منطقه مورد مطالعه چیست و چگونه حفاظت می‌شوند؟

احتمالا نخستین گام در هر مطالعه مربوط به حفاظت و استفاده از ارقام سنتی این است که ساختار رقم‌های گیاهان زراعی در منطقه مورد مطالعه مشخص شود. الگوی بسیار ساختاریافته‌ای از اسامی و ارقام به وضوح متفاوت برنج در نپال یا ارقام سیب‌زمینی در پرو یافت می‌شود که غالبا در دیگر گیاهان زراعی دیده نمی‌شود. برای مثال، اغلب ارقام سنتی جو در مراکش صرفا با عنوان بلدی[2] (محلی) شناخته می‌شود. این بدان معنا نیست که یک نظام قابل تشخیص طبقه‌بندی شده از ارقام جو در مراکش وجود ندارد. هدف از تحلیل، کوشش برای درک این امر است که چگونه تعداد زیادی از بذرهای کشاورزان در جوامع و یا بین جوامع، متمایز می‌شوند؛ چگونه می‌توان نام‌ها و صفات را با شیوه‌های مدیریتی مرتبط دانست.

1. Temporal approach
2. Baladi

توزیع تنوع ژنتیکی بین و درون ارقام سنتی چگونه است؟

در اینجا در نظر گرفتن تنوع ژنتیکی و ساختار آن در یک منطقه مد نظر قرار می‌گیرد. تعداد ارقام باید با توسط داده‌های مربوط به فراوانی آن‌ها اندازه‌گیری شود تا بتوان دریافت کدام رقم رایج و متداول و کدامیک نادر محسوب می‌شوند. میان و درون رقم، تخمین تنوع ژنتیکی با تخمین گستره ارقام حاوی «آلل‌های خصوصی» که در دیگر رقم‌ها یافت نمی‌شود، همراه خواهد بود. اگر منابع موجود اجازه دهد، تنوع در برچسب‌های توالیِ بیان شده[1] و توالی‌های SSR بیان نشده[2] مثمر ثمر واقع خواهند شد. داده‌های فنوتیپی بدست آمده از آزمایش‌های در مزرعه و یا ایستگاه تحقیقاتی، همراه با دیدگاه‌های کشاورزان در مورد صفات مهم در ارقام مختلف، داده‌های مکمل مورد نیاز را در مورد ارقام مفید ارائه می‌دهند که می‌تواند راهنمایی برای تصمیم‌گیری در خصوص حفاظت تلقی شود.

توزیع جغرافیایی تنوع مورد مشاهده چیست؟

در حالی که ممکن است علاقه (و بیشتر فعالیت‌ها) به یک جامعه یا منطقه خاص متمرکز باشد، احتمالا برای دانستن اینکه آن منطقه از نظر ارقام موجود برای هر محصول، چقدر منحصر به فرد است نیز تمایل وجود دارد. این امر به نمونه‌گیری اضافی در دیگر مناطق نیاز دارد، تا اطلاعات کافی برای ارزیابی اینکه آیا ارقام اضافی در خارج از منطقه مورد نظر وجود دارد، فراهم شود. در یک مورد چالش برانگیز، در شبه جزیره یوکاتان مکزیک، ۱۵ رقم ذرت تنها از یک روستا به نام یاکسکابا[3]، با مجموعه‌ای از ذرت‌های کشت شده در سطح شبه جزیره مقایسه شد. این مجموعه شامل ۴۱۴ جمعیت ذرت بود که از این تعداد ۱۸۲ نمونه در یاکسکابا و مناطق مجاور آن بدست آمد و مابقی از سه ایالت یوکاتان، کوئینتانا رو[4] و کامپچه[5] جمع‌آوری شده بود. ۳۴ صفت مورفولوژیکی و فنولوژیکی جمعیت‌های ذرت مشخصه‌یابی شد و تحت یک مؤلفه اصلی تحلیل رقم، تجزیه و تحلیل گردید. صفات اصلی مورفولوژیکی که رقم را در بین جمعیت‌های ذرت یوکاتان توصیف می‌کرد، مربوط به صفات تولید مثلی مانند ابعاد تاسل، گوش و دانه بود. ارقام بومی ایالت‌های کوئینتانا رو، کامپچه و یوکاتان از طریق محور اولِ تحلیل مولفه اصلی[6] از یکدیگر تفکیک شدند.

1. Expressed Sequence Tags (EST)
2. Non-expressed SSR sequence
3. Yaxcabá
4. Quintana Roo
5. Campeche
6. Principal Component Axis

اجزای رویشی گیاه مهمترین عامل کمک کننده به دومین محور تحلیل مولفه اصلی بودند و ازطریق آن‌ها دریافته شد که جمعیت ذرت یاکسکابا و جوامع همجوار آن، تقریبا کل گستره تنوع مورفولوژیکی را پوشش می‌دهند (آریاس، ۲۰۰۰؛ چاوز-سِرویا و همکاران، ۲۰۰۰؛ سادیکی وهمکاران، ۲۰۰۷).

ابزارهای دیگر تحلیل مکانی از قبیل سامانه اطلاعات جغرافیایی[1] که می‌تواند داده‌های مکانیِ اقتصادی و محیطی را با سایر اطلاعات پیرامون تنوع ژنتیکی گیاهان زراعی ادغام کند، در فصل بعد (فصل ۶) ارائه شده است.

از درون این پرسش‌های کلی می‌توان به پرسش‌های خاص‌تری رسید و پایه و اساس فرضیه‌های قابل آزمایشی را تشکیل داد که به پژوهشگر اجازه می‌دهد بر روی جنبه‌های خاصی مانند روش‌های حفاظت از تنوع؛ اهمیت نسبی جنبه‌های ژنتیکی خاص مانند انتخاب، مهاجرت یا جریان ژن؛ یا توانایی بالقوه اصلاح برخی از مهمترین رقم‌ها، تمرکز کند. در فصل یازدهم بیشتر به چگونگی گردآوری این جنبه‌های مختلف برای ارائه تصویری کامل از مدیریت و استفاده از ارقام سنتی پرداخته شده است.

برای مطالعه بیشتر

Agarwal, M., N. Shrivastava, and H. Padh. 2008. "Advances in molecular marker tech- niques and their applications in plant sciences." *Plant Cell Reporter* 27:617–31.

Bohn, L., A. S. Meyer, and S. K. Rasmussen. 2008. "Phytate: impact on environment and human nutrition. A challenge for molecular breeding." *Journal of Zhejiang University Science B* 9:165–91.

Brown, A. H. D. 1999. "The genetic structure of crop landraces and the challenge to conserve them *in situ* on farms." Pp. 29–48 in *Genes in the Field: On-Farm Conser- vation of Crop Diversity* (S. B. Brush, Ed.). Lewis Publishers, Boca Raton.

Dunn, G., and B. Everitt. 2004 (1982). *An Introduction to Mathematical Taxonomy.* Cambridge University Press, Cambridge.

Emerson, R. M., R. I. Fretz, and L. L. Shaw. 2011. *Writing Ethnographic Field Notes,* 2nd ed. University of Chicago Press, Chicago.

Excoffier, L., and G. Heckel. 2006. "Computer programs for population genetics data analysis: a survival guide." *Nature Reviews Genetics* 7:745–58.

Gonsalves, J., T. Becker, A. Braun, D. Campilan, H. De Chavez, E. Fajber, M. Kapiriri, J. Riveca-Caminade, and R. Vernooy (Eds.). 2005. *Participatory Research and Devel- opment for Sustainable Agriculture and Natural Resource Management: A Sourcebook. Volume 1: Understanding Participatory Research and Development.* CIP-upward, Laguna, Philippines; and IDRC, Ottawa, Canada.

Guillot, G., R. Leblois, A. Coulon, and A. C. Frantz. 2009. "Statistical methods in spatial genetics." *Molecular Ecology* 18:4734–56.

1. Geographic Information System (GIS)

Hoban, S., G. Bertorelle, and O. E. Gaggiotti. 2012. “Computer simulations: tools for population and evolutionary genetics.” *Nature Reviews Genetics* 13:110–22.

Kennedy, G., and B. Burlingame. 2003. “Analytical, nutritional and clinical methods analysis of food composition data on rice from a plant genetic resources perspec- tive.” *Food Chemistry* 80:589–96.

Mead, R., R. N. Curnow, and A. M. Hasted. 2003. *Statistical Methods in Agriculture and Experimental Biology,* 3rd ed. Chapman and Hall/CRC.

Mutsaers, H. J. W., G. K. Weber, P. Walker, and N. M. Fisher. 1997. *A Field Guide forOn-Farm Experimentation.* IITA/CTA/ISNAR, Ibadan.

Sadiki, M., D. I. Jarvis, D. Rijal, J. Bajracharya, N. N. Hue, T. C. Camacho-Villa,L. A. Burgos-May, M. Sawadogo, D. Balma, D. Lope, L. Arias, I. Mar, D. Kara- mura, D. Williams, J. L. Chavez-Servia, B. Sthapit, and V. R. Rao. 2007. “Variety names: an entry point to crop genetic diversity and distribution in agroecosystems?” Pp. 34–76 in *Managing Biodiversity in Agricultural Ecosystems* (D. I. Jarvis, C. Pa- doch, and H. D. Cooper, Eds.). Columbia University Press, New York.

Wildi, Otto. 2010. *Data Analysis in Vegetation Ecology*. John Wiley and Sons, Chiches- ter, UK.

قاب ۵. ایجاد درک روشن از ساختار رقم و روش‌هایی که کشاورزان از طریق آن‌ها نام‌های مختلفی را برای ارقام به کار می‌برند، شامل یک روند مشارکتی تکراری است که در آن کشاورزان، بصورت جداگانه و گروهی، درک درستی از چگونگی مشاهده ارقام گیاهان زراعی خود ارائه می‌دهند. عکس‌های بالا و پایین سمت چپ کشاورزانی را نشان می‌دهد که راه‌های تشخیص رقم‌های زراعی خود را بیان می‌کنند. در عکس بالا سمت چپ، کشاورزان اوگاندا را در حال گفتگو در زمینی نشان می‌دهد که ارقام موز در آن‌ها کشت می‌شود. در عکس سمت چپ پایین، کشاورزان مراکش ارقام مختلف جو محلی را برای بحث و گفتگو، با خود به جلسه آورده‌اند. عکس بالا سمت راست نشان می‌دهد که چگونه ارقام مشخص شده لوبیای معمولی در اوگاندا گروه‌بندی می‌شوند تا این اطلاعات را با نام‌های مختلف در ردیف‌ها نشان دهند و صفاتی را که کشاورزان برای توصیف ارقام خود به کار می برند در ستون‌ها نوشته شود. از این طریق کشاورزان و پژوهشگران می‌توانند با همراهی یکدیگر صفات را با هم مقایسه کنند. عکس سمت راست پایین دو زن در ساراگورو، اکوادور را نشان می‌دهد که در مورد ویژگی‌های مختلف بذر ارقام مختلف لوبیای معمولیِ محلی صحبت می‌کنند. عکس‌ها: پائولا دی‌سانتیس (بالا و پایین سمت چپ) ، جی. کورونل (پایین سمت راست) ، د. جارویس (بالا سمت راست).

قاب ۶. تعیین ساختار فنوتیپی گیاه، ارزیابی جامعی از صفات پیچیده مانند رشد، توسعه، تحمل، مقاومت، ساختار، فیزیولوژی، اکولوژی، عملکرد و اندازه‌گیری اساسی عوامل کمّی فردی است که پایه‌ای برای صفات پیچیده‌تر است. این امر شامل توصیف و ارزیابی است و از مشاهده مستقیم کارآزمایی‌های میدانی منفرد، تا تحلیل دقیق صفات خاص در شرایط کنترل شده متغیر است. بالا سمت چپ: یک آزمایش بلوک تنوع که توسط کشاورزان ودر همراهی با محققان برای ارزیابی صفات آگرومورفولوژیکی ارقام برنج سنتی در بنگاسِ نپال مورد استفاده قرار گرفته است. بالا سمت راست: بخشی از یک نقشه آزمایشی بزرگ از ۴۰۰ رقم گندم دوروم که برای سازگاری با تغییر اقلیم در گرگرا واقع در آماره در اتیوپی ارزیابی شده است. پایین سمت چپ: برای تعیین صفات خاص در شرایط بسیار کنترل شده، یک مرکز تعیین ساختار فنوتیپی ایجاد شده تا امکان تحلیل جمعیت مجزا به همراه مطالعات ژنتیکی مولکولی را فراهم می‌آورد. پایین سمت راست: برخی از ژل‌های چندریختی فضایی چندرشته‌ای (SSCP) برای گندم که نشانگر تعدد مورفیسم بین قطعات PCR است که ازطریق جهش نقطه‌ای با یکدیگر متفاوت می‌شوند. عکس‌ها: ب. استاپیت (بالا سمت چپ)، سی. فادا (بالا سمت راست)، شرکت عکاسی آنتونی پیوو / دانشگاه IBERS Aberystwyth (پایین سمت چپ پایین)، د. ر. (پایین سمت راست).

"Copyright © 2016Bioversity International"
"CROP GENETIC DIVERSITY IN THE FIELD AND ON THE FARM: PRINCIPLES AND APPLICATIONS IN THE RESEARCH PRACTICES was originally published in English by Yale University Press in 2016 (ISBN 978-0-300-16112- 0). This translation is published by arrangement with Bioversity International."

فصل ۶

اجزای زنده و غیرزنده در بوم‌نظام‌های کشاورزی

مترجم: هدا لطیفی
hoda.latifi@mail.um.ac.ir

در پایان این فصل خواننده به درکی از موضوعات زیر دست پیدا می‌کند:

- نحوه شناسایی و توصیف عوامل اصلی محیطی موثر بر تنوع ژنتیکی و بهره‌وری زراعی.
- نحوه جمع‌آوری و تحلیل اطلاعات در خصوص دانش محیط‌زیست (بیو فیزیک) کشاورزان.
- نقش موثر تنوع ژنتیکی زراعی در حمایت از کارکردهای اکوسیستم.

صفت‌یابی بوم‌نظام‌های کشاورزی

بوم‌نظام‌های کشاورزی نظام‌هایی هستند که توسط انسان مدیریت می‌شوند و از اجزای غیرزنده[1] و زنده[2] تشکیل شده‌اند. در بستر این بوم‌نظام‌ها گیاهان زراعی تکامل می‌یابند و گیاهان و کشاورزان به منظور رشد و نمو با تنش‌ها و فرصت‌ها سازگار می‌شوند. مولفه‌های غیرزنده بوم‌نظام‌های کشاورزی دما، آب، خاک، رطوبت نسبی، نور و باد را شامل می‌شوند. آفات، انگل‌ها و گیاه‌خواران، رقابت بین گیاهان زراعی و سایر گیاهان و روابط مناسب و مثبت موجودات زنده (همزیستی) مانند گرده‌افشان‌ها و ریزموجودات خاکزی در زمره مولفه‌های زنده قرار می‌گیرند. کشاورزان به عنوان جزء زنده بوم‌نظام‌های کشاورزی با عملیاتی نظیر آبیاری، تغذیه، کنترل آفات، آماده‌سازی زمین، کشت مخلوط، کشت تاخیری و غیره بوم‌نظام را مدیریت می‌کنند.

1. Non-living (abiotic)
2. Living (biotic)

اجزای زنده و غیرزنده در طول زمان (به‌صورت تغییرات فصلی، سالانه و تصادفی) و در مقیاس‌های خرد محیطی[1] تا بوم‌ناحیه[2]، متفاوت و متنوع هستند. بررسی دقیق هر عامل در سطح گونه در بیشتر کتاب‌های مختلف با موضوع کشاورزی و اکولوژی موجود است (جهت کسب اطلاعات بیشتر گلیسمن[3] (۲۰۱۵) و متون توصیه شده در انتهای همین فصل مطالعه شود). این فصل برای درک روش‌ها و ابزارهای صفت‌یابی بوم‌نظام‌های کشاورزی بر استفاده از اطلاعات تجربی و دانش کشاورزان، شناخت اجزای زنده و غیرزنده بوم‌نظام‌های کشاورزی و تاثیر آن‌ها بر میزان و توزیع تنوع ژنتیکی زراعی در مزارع تمرکز دارد و چارچوبی برای نقش تنوع ژنتیکی زراعی در حمایت از کارکردهای اکوسیستم ارائه می‌دهد.

اجزای غیرزنده بوم‌نظام‌های کشاورزی

بسیاری از عوامل غیرزنده بوم‌نظام‌های کشاورزی بر میزان و توزیع ارقام سنتی در نظام‌های تولید تاثیرگذار هستند. بسیاری از این عوامل مهم در شرایطی از قبیل توپوگرافی، ارتفاع و موقعیت؛ میزان و توزیع بارندگی؛ نوسانات دمایی، شدت نور، سرعت باد و غلظت دی‌اکسید کربن؛ و خصوصیات خاک از جمله بافت، حاصلخیزی و سمیت احتمالی به صورت متفاوت عمل می نمایند.

عوامل اقلیمی

دما: دما تقریبا بر تمام مراحل فیزیولوژیکی و فنولوژی گیاهان از جمله جوانه‌زنی، رشد، فتوسنتز، تنفس، گلدهی، تشکیل میوه و نمو تاثیرگذار است. در بسیاری از گیاهان دامنه محدودی از دما وجود دارد که در آن‌ها عملکرد فرآیندهای فیزیولوژیکی در وضعیت بهینه قرار می‌گیرد. ارقام زراعی معمولا با اقلیم‌های سرد و گرم سازگاری پیدا می‌کنند اما توانایی آن‌ها برای تکمیل رشد فیزیولوژیکی در سرما و گرمای شدید از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است (در فصل ۷ این مورد به صورت کامل مورد بحث قرار گرفته است). اجرای عملیات کشاورزی در ارتفاعات کوهستان‌های استوایی امکان‌پذیر نیست و گیاهان باید از دمای نزدیک به یخبندان در شب‌ها تا تشعشع‌های خورشیدی بالا در روزهای صاف و آفتابی را تحمل کنند. به‌عنوان مثال در مناطق گرمسیری نوسان‌های دمای روزانه می‌تواند بسیار شدید باشد. در عرض‌های جغرافیایی بالاتر دما، طول روز و میزان بارندگی دستخوش تغییرات فصلی می‌شود. معمولا دما به صورت

1. Micro-environment
2. Eco-region
3. Gliessman

فصلی یا ماهانه اندازه‌گیری می‌شود و در هر دو صورت باید اطلاعات حداقل، حداکثر و میانگین دما و همچنین فاصله منطقه تا نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی در اختیار کاربران قرار گیرد. موارد یخبندان به‌صورت تعداد روزهای یخبندان در هر سال یا اولین یخبندان و آخرین یخبندان سال نیز از جمله اطلاعاتی است که باید در دسترس کاربران قرار داده شود.

آب: معمولا کشاورزان در کلیه مناطق خشک، نیمه خشک یا دارای حداقل یک فصل خشک در سراسر دنیا فعالیت‌های کشاورزی خود را با شرایط کم آبی سازگار می‌کنند. توزیع، دوره تناوب و پیش‌بینی زمان و مقدار بارش از مهم‌ترین چالش‌های کشاورزان دیم‌کار است. به‌عبارت دیگر آن‌ها میزان بارش از یک دوره تا دوره بعدی یا نحوه و توزیع بارش سالانه را رصد می‌کنند. مدت و شدت بارندگی بر مواردی چون شیوع آفات و بیماری‌ها یا بروز سیل به ویژه در مناطق پست تاثیر می‌گذارد. اگرچه بارندگی معمولاً به‌صورت میانگین ماهانه یا فصلی گزارش می‌شود، ثبت مقدار بارش‌های مقطعی نیز مهم است.

نور: همه گیاهان زراعی به نور خورشید به عنوان نخستین منبع انرژی وابسته‌اند و آن را از طریق فتوسنتز دریافت می‌کنند و به انرژی شیمیایی تبدیل کرده و به شکل کربوهیدارت‌ها ذخیره می‌کنند. میزان نوری که گیاه در محیط کشت خود دریافت می‌کند از عوامل موثر بر سرعت فتوسنتز محسوب می‌شود و به همین خاطر قویا بر عملکرد کلی گیاه تاثیرگذار است. نوری که گیاه دریافت می‌کند به طول و عرض جغرافیایی محل رشد بستگی داشته و هر دو عامل بر روی شدت و مدت تابش نور خورشیدی تاثیرگذار هستند. نور خورشید در خلال زمستان‌های عرض‌های جغرافیایی بالاتر پیش از رسیدن به گیاه باید از لایه‌های بیشتری از اتمسفر زمین عبور کند که این موضوع سبب می‌شود تا نور دریافتی در این مناطق نسبت به نوری که توسط گیاهان مناطق استوایی دریافت می‌شود از شدت کمتری برخوردار باشد. گیاهانی که در ارتفاعات بالاتر در مناطق استوایی رشد می‌کنند شدت بیشتری از نور را دریافت می‌کنند که به علت نازک‌تر بودن لایه‌های اتمسفری در این مناطق باعث می‌شود که نور بیشتری جذب و مقدار کمتری پراکنده شود.

بر مبنای قرارگیری گیاه در معرض نور خورشید (برای مثال بدون سایه، سایه جزیی و سایه کامل)، و همچنین طی دوره نوری[1] در یک نقطه خاص در طول فصل رشد (میانگین، حداقل و حداکثر) می‌توان نور را به‌صورت کیفی اندازه‌گیری کرد. شدت نور نیز را می‌توان عامل محیطی مهمی در برخی نواحی مانند مناطق مرتفع استوایی دانست که به دلیل وجود اتمسفر نازک اشعه مرئی، فرابنفش و فروسرخ بیشتری از آن عبور می‌کند و گیاهان زراعی برای بقا نیازمند سازگاری با این شرایط هستند.

زیستگاه‌های واقع در ارتفاعات بالاتر معمولا با اجزای غیرزنده ویژه‌ای مانند دسترسی کم به

1. photoperiod

دی‌اکسیدکربن، ناپایداری شدید نور، خاک، بارندگی و درجه حرارت دست به گریبان هستند. علاوه بر این دیگر نیچ‌های اکولوژیکی-جغرافیایی نیز حاوی مجموعه‌ای از اجزای غیرزنده است. مناطق نیمه‌بیابانی دارای خاک‌های شنی کم عمق، بارندگی کم و دماهای حدی هستند. همچنین این مناطق تحت تاثیر وزش بادهای شدید هستند که به وسیله شاخص بادهای شدید طوفانی[1] یا حداکثر سرعت سالانه باد (کیلومتر بر ثانیه) اندازه‌گیری می‌شوند. شیب و موقعیت محل بر میزان رطوبت محیطی مزرعه تاثیرگذار است و مناطقی با شیب رو به شمال رطوبت را برای مدت بیشتری حفظ کرده و مناطق با جهت رو به جنوب به علت تابش بیشتر نور خورشید زودتر رطوبت را از دست می‌دهند؛ متخصصان هواشناسی مقدار انرژی تابشی خورشید که به یک مساحت فرضی تابیده می‌شود را طی یک بازه زمانی مشخص اندازه‌گیری می‌کنند.

جهت مطالعه یک متن جامع هواشناسی شامل مطالعه تغییرات اتمسفر (دما، رطوبت، فشار هوا و باد) و اثرات آن‌ها بر آب و هوا می‌توانید به ارنس[2] (۲۰۱۲) مراجعه کنید. برای کسب اطلاعات بیشتر در خصوص فرایندهای تغییر اقلیم و سنجش آن مطالعه نیلین[3] (۲۰۱۱) و بون[4] (۲۰۰۸) توصیه می‌گردد.

خاک‌ها

خاک‌ها از طریق ترکیب فرآیندهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی تشکیل شده‌اند که این فرآیندها تعیین‌کننده خصوصیات هر نوع خاک هستند. کتاب‌های آموزشی بردی و ویل[5] (۲۰۰۷) و پلاستر[6] (۲۰۰۹) از جمله متونی هستند که در خصوص فرآیند تشکیل خاک، ساختار خاک، شیمی خاک و تغذیه خاک می‌توان مطالعه کرد. متغیرهای فیزیکی دخیل در فرآیندهای تشکیل خاک و تعیین مقدار و اندازه ذرات خاک (کلاس‌های اصلی بافت خاک شامل شن، رس و سیلت است) شامل انواع سنگ بستر یا مواد مادری، انتقال ذرات معدنی (به‌طور مثال توسط حرکت آب، نیروی باد، حرکت یخچال‌ها و نیروی ثقل است) است.

فرآیند شیمیایی، آزادسازی مواد معدنی از مواد مادری (از طریق آب‌گیری، تجزیه، حل شدن و اکسید شدن) و تشکیل مواد معدنی ثانویه (بیشتر رس) در خاک‌های تثبیت‌نشده یا سست[7] را شامل می‌شود. چند ویژگی اصلی خاک ازجمله ظرفیت تبادل کاتیونی، pH و کمبود عناصرغذایی بر روی رشد محصول تاثیرگذار

1. Hurricane-force winds
2. Ahrens
3. Neelin
4. Bonan
5. Brady and Wiel
6. Plaster
7. Unconsolidated soil

است. ظرفیت تبادل کاتیونی میزان توانایی خاک برای نگهداری مواد غذایی معدنی شامل نیترات و فسفر (یون‌های با بار منفی) و پتاسیم و کلسیم (یون‌های با بار مثبت) است. خاک‌هایی با ظرفیت تبادل کاتیونی بالا قادر به نگهداری مواد غذایی، جلوگیری از آبشویی است و آن‌ها را در دسترس گیاهان قرار می‌دهد. یک ویژگی مرتبط، pH خاک است که توسط تعادل اسید و باز اندازه گیری می‌شود. کمبود مواد غذایی یا سمیت خاک بر روی بقا یا بهره‌وری ارقام زراعی در اکوسیستم کشاورزی تاثیرگذار است. ممکن است خاک به کمبود نیتروژن، فسفر و یا پتاسیم و همچنین ریزمغذی‌های ثانویه مانند منیزیم، سولفور، روی و بور دچار باشد. در مقابل وجود مقادیر زیادی از عناصر آهن، منگنز و آلومینیوم در خاک باعث ایجاد سمیت می‌گردد. فراهمی مواد غذایی به pH خاک و رژیم بارندگی مربوط است.

گیاهان (به صورت ریشه و ریزوم)، قارچ‌ها، ریزموجودات، جانوران کوچک و بزرگ در خاک‌ها وجود دارند. انباشت ماده آلی در خاک که از طریق تجزیه و معدنی شدن حاصل می‌گردد، هوموس نام دارد. شیمیِ بستر یا لاشبرگ که از مبنای ژنتیکی قوی برخوردار است و در بین ژنوتیپ‌ها متفاوت است، مسبب تغییرات قابل ملاحظه در تنفس، تجزیه کربن و نیتروژن و فراهمی نیترات و آمونیوم محسوب می‌شود. این‌ها وقایعی از تغییرات غیرزنده یا زنده هستند که نشان‌دهنده انحرافات قابل توجه اما غیرقابل پیش‌بینی از شرایط منظم محیطی هستند. مطالعات انجام شده توسط سیلویا و همکاران[1] (۲۰۰۴) و پل[2] (۲۰۰۷) از جمله متونی هستند که به موضوع ریزموجودات و جانوران خاکزی می‌پردازند. فرآیندهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی که در بالا توضیح داده شد به ایجاد افق یا لایه‌های خاک منجر می‌گردد.

آشفتگی زیستی

در علم اکولوژی به تغییرات تصادفی یا متناوبی که در عوامل زنده و غیرزنده بوم‌نظام‌های کشاورزی رخ می‌دهد آشفتگی زیستی گفته می‌شود. این‌ها وقایعی از تغییرات غیرزنده یا زنده هستند که بیانگر انحرافات قابل توجه اما غیرقابل پیش‌بینی از شرایط منظم محیطی هستند. میزان تاثیر آشفتگی زیستی به شدت، تواتر و مدت آن‌ها وابسته است. وقوع خشکسالی یا باران‌های سیل‌آسا، که نتیجه پدیده ال‌نینو[3] هستند و نیز شیوع بادزدگی یا آفات مثال‌هایی از آشفتگی‌های زیستی می‌باشند. آشفتگی زیستی با فشار زیاد بر روی گیاهان زراعی باعث کاهش اندازه جمعیت در یک جامعه یا منطقه می‌گردد.

1. Sylvia et al.
2. Paul
3. El Niño event

غلظت دی‌اکسیدکربن و پدیده تغییر اقلیم

طی دو سده گذشته مصرف سوخت‌های فسیلی و تغییر کاربری اراضی باعث گردیده که غلظت گاز دی‌اکسید کربنِ اتمسفر از ۲۸۰ بخش در میلیون (ppm) در دوران قبل از انقلاب صنعتی به بیش از ۴۰۰ بخش در میلیون در زمان حال افزایش یابد (استک، ۲۰۱۳). دی اکسید کربن اتمسفر از طریق کسر مولی خشک محاسبه می‌شود و معادله آن به‌صورت تعداد مولکول‌های دی‌اکسید کربن تقسیم بر تعداد مولکول‌های هوای خشک ضربدر یک بخش در میلیون است. در گذشته قبل از اندازه‌گیری و تعیین غلظت دی‌اکسیدکربن به صورت نمونه‌برداری مستقیم، میزان آن از طریق حباب‌های هوایی (مایع یا جامد) درون ورقه‌های یخِ قطب جنوب یا گرینلند محاسبه می‌شد. روش کوواریانس ادی[1] (که همچنین به عنوان همبستگی ادی و شار ادی نیز شناخته می‌شود) یک روش ریاضی است که شار یا جذب دی‌اکسیدکربن با آشفتگی عمودی[2] بین اتمسفر و زیست‌کره را اندازه‌گیری و محاسبه می‌کند. آزمایش‌های غنی‌سازی دی‌اکسیدکربن آزاد هوا[3] نشان‌دهنده میزان فتوسنتز و بهره‌وری بالاتر گونه‌های زراعی در خاک‌های طبیعی و در مکان‌های با غلظت بالاتر دی‌اکسید کربن هستند. بهره‌وری بالقوه از طریق افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن افزایش می‌یابد اما این افزایش، عوامل محیطی همچون دما، رطوبت خاک، فراهمی یا کمبود مواد غذایی و تغییر در جمعیت آفات و عوامل بیماری‌زا را نیز تحت تاثیر قرار می‌دهد (لیکی[4] و همکاران، ۲۰۱۲).

در مدل‌های فعلی تغییر اقلیم، افزایش غلظت دی‌اکسید کربن، فقط یکی از تغییرات قابل انتظار در بوم‌نظام‌های زراعی است. نتایج مدل‌های اقلیمی نشان می‌دهد که کشاورزان به سازگاری گیاهان و فعالیت‌های آن‌ها با افزایش دما (این افزایش در حداکثر دمای روز و حداقل دمای شب خواهد بود)؛ فرا اطلاعاتی نظیر تغییر در زمان، مقدار و پراکنش بارندگی، رطوبت خاک و افزایش در تواتر و شدت بروز پدیده‌های تصادفی نیاز خواهند داشت. در عرصه این تغییرات ممکن است امکان توسعه کشت به مناطق جدید یا کاشت محصولات جدید ایجاد شود (به‌طور مثال امکان کاشت گیاهان زراعی عمده در ارتفاعات کوهستانی آند یا هیمالیا فراهم گردد). وقوع دمای بالا با تغییرات شدید بارندگی باعث افزایش بروز تنش‌های فیزیولوژیکی بر بسیاری از گیاهان زراعی می‌شود؛ برای مثال در صورتی‌که درجه حرارت برای مدتی طولانی‌تر بیش از ۳۲ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد باشد، عملکرد ذرت و برنج ۵ تا ۱۰ درصد کاهش خواهد یافت (گرگوری و همکاران، ۲۰۰۹).

1. Eddy covariance
2. Vertical turbulent CO_2 flux
3. Free air CO_2 enrichment (FACE)
4. Leakey

اجزای زنده بوم‌نظام‌های زراعی

اجزای زنده بوم‌نظام‌های زراعی که شامل بیماری‌ها، آفات، علف‌های هرز، دشمنان طبیعی، گرده‌افشان‌ها و موجودات خاکزی هستند بر حفاظت از تنوع ژنتیکی زراعی موثرند. اثر متقابل (تداخل عمل) بین گیاهان و اجزای زنده ذکر شده می‌تواند مثبت، منفی یا خنثی بوده و مقیاس آن بزرگ باشد. کاهش کل عملکرد گیاهان زراعی به سبب تاثیر آفات و علف‌های هرز به میزان ۴۲ درصد تخمین زده شده است (پیمنتل و سیلوتی[1]، ۲۰۰۷). به صورت مطلوب خدماتی که از طریق گرده‌افشان‌ها به کشاورزی ارائه می‌شود، بسته به نوع محصول ارزشی بین ۱ تا ۱۶ درصد ارزش بازاری تولیدات کشاورزی (خدمات تأمین‌کننده[2]) است که فقط در ایالات متحد آمریکا ارزش آن معادل ۲۹ میلیارد دلار است (هین، ۲۰۰۹؛ کالدرون، ۲۰۱۲). اثرات متقابل به طور بالقوه می‌تواند از طریق اعمال فشارها یا مزایای انتخابی بر تنوع ژنتیکی کشاورزی تاثیر بگذارد (فصل ۷ مطالعه شود).

رقابت یک اثر متقابل زیستی است که در نتیجه محدودیت منابع مشترک در یک بوم‌نظام بین دو موجود زنده رخ می‌دهد که ممکن است بین گونه‌های مشابه یا متفاوت اتفاق افتد (برای مثال بین گونه‌های زراعی و علف‌های هرز (لیبمن و گالانت، ۱۹۹۷). همزیستی دوسویه[3] (همزیستی اجباری) یک اثر متقابل زیستی مثبت بین دو موجود زنده است که موفقیت هر کدام در شرایط عدم حضور گونه دیگر امکان‌پذیر نیست. گرده‌افشانی و مشارکت میکوریزایی[4] مثال‌هایی از انواع همزیستی دوسویه هستند.

در همسفرگی[5] یکی از گونه‌های هم‌زیست (گونه همسفره) در درون یا روی بدن گونه دیگر زندگی می‌کند که این اثر متقابل برای یک گونه مفید و برای گونه دیگر سود و یا زیانی به دنبال ندارد. یکی از مثال‌های همسفرگی مربوط به گیاهانی است که برای رشد به سایه نیاز دارند (سایه‌پسند) مانند قهوه[6] که توسط سایه گیاهان تثبیت‌کننده نیتروژن مثل جنس *Inga* حمایت می‌شوند که این همسفرگی در مزارع قهوه آمریکای مرکزی شایع است (گلیسمن، ۲۰۱۵). در مقابل، بازدارندگی[7] نوعی رابطه متقابل است که یک گونه در درون گونه دیگر زندگی کرده و یک گونه بر گونه دیگر تاثیر منفی می‌گذارد و یا گونه دیگر تاثیر نمی‌پذیرد؛ مانند ترشحات یک گیاه که می‌تواند دارای اثر بازدارنده یا تحریک‌کننده بر موجودات زنده

1. Pimentel and civeti
2. Provisioning Services
3. Mutualism
4. Mycorrhizal association
5. Commensalism
6. *Coffea arabica*
7. Amensalism

دیگر (همراه) داشته باشد که آللوپاتی نام دارد. در رابطه انگلی، یک موجود زنده (انگل) از این رابطه سود می‌برد و ممکن است به آن وابسته باشد در حالیکه موجود زنده دیگر آسیب می‌بیند؛ مانند برخی از بیماری‌های گیاهی. در نهایت رابطه صیادی[1] (شکارگری) رابطه‌ای است که یک موجود زنده از طریق کشتن و خوردن گونه دیگر سود می‌برد؛ مانند شپشک یا سایر آفات که باعث از بین رفتن قوه نامیه بذرها می‌شوند.

عوامل بیماری‌زا

عوامل بیماری‌زای گیاهی از عوامل اصلی کاهش محصول یا آسیب به آن هستند و میانگین جهانی کاهش عملکرد محصول زراعی از طریق عوامل بیماری‌زا ۱۶ درصد گزارش شده است (ارک، ۲۰۰۶). سرعت تکامل عوامل بیماری‌زا از طریق تعداد نسل‌هایی که در هر بازه زمانی تکثیر می‌شوند یا خصوصیات دیگر همچون وراثت‌پذیری تعیین می‌گردد. درجه حرارت بر سرعت تولیدمثل بسیاری از عوامل بیماری‌زا تاثیرگذار است. فصل رشد طولانی‌تر قبل از وقوع سرما زمان بیشتری را جهت تکامل در اختیار عوامل بیماری‌زا قرار می‌دهد. جامعه بزرگتر عوامل زمستان‌گذرانی یا تابستان‌گذرانی عوامل بیماری‌زا را افزایش می‌دهد. توان بیماری‌زایی[2]، ظرفیت یک ریزموجودات برای ایجاد آسیب به میزبان است. قدرت بیماری‌زایی[3] به توانایی یک جامعه پاتوژن یا عامل بیماریزا برای غلبه بر تنوع ژن‌های مقاومتی موجود در جامعه میزبان بستگی دارد که گاهی اوقات به عنوان درجه بیماریزایی یا ظرفیت نسبی ایجاد بیماری تعریف می‌شود. حالت تهاجمی[4] یک شاخصی کمّی است که توانایی یک عامل بیماریزای گیاهی در کلونیزه کردن، انتشار و ایجاد خسارت به میزبان را اندازه می‌گیرد.

روابط و مدل‌سازی‌هایی از انتشار بیماری از طریق آنالیز شبکه صورت گرفته است (برای بررسی ساختارهای متنوع شبکه و کاربردهای آن در انتشار بیماری منبع موسلونکا–لوفور و همکاران [۲۰۱۱] مطالعه شود). مدل‌سازی تحلیل شبکه معمولا بر روی تعیین احتمال وقوع یک همه‌گیری پس از یک عفونت اولیه متمرکز است. خروجی این مدل تحت تاثیر ساختار تماس در مرحله اولیه اپیدمی است. با ظهور توالی‌یابی سریع ژنوم و فناوری‌های مختلف، واکنش زنجیره‌ای پلیمراز (PCR)، شناسایی نژادهای جدید پاتوژن یا عوامل بیماریزای گیاهی در مزرعه قبل از مخرب شدن امکان‌پذیر شده است. آغازگرهای PCR اختصاصی ژنومی متغیر که با قدرت بیماریزایی در عوامل بیماری‌زای خاص در ارتباط هستند، شناسایی سویه‌های دارای

1. Predation
2. Pathogenicity
3. Virulence
4. Aggressiveness

فرم‌های جدید ژن‌های بیماری‌زا را امکان‌پذیر می‌کند و بنابراین یک سیستم هشدار سریع برای نژادهای تازه ظهور یافته را در اختیار کاربران قرار می‌دهد (اسکینر و همکاران، ۲۰۰۰؛ برنامه ژنومیک قارچی[1] [FGP]).

آفات

آفات گیاهان زراعی شامل مجموعه متنوعی از حشرات گیاه‌خوار (به ویژه سوسک‌ها، مگس‌ها، پروانه‌سانان، نیم بالان و راست بالان) و همچنین حیوانات ساده‌تر خاکزی هستند. مهره‌داران مانند پرندگان و جوندگان نیز ممکن است از دیگر آفات مهم محصولات کشاورزی باشند که معمولا از میوه یا بذر تغذیه می‌کنند. اکثر گونه‌های آفات به ساقه، ریشه، برگ، دانه و میوه محصولات در مرحله رشد یا رسیدگی در مزرعه آسیب وارد می‌کنند. در برخی موارد حشرات آفت به‌طور مستقیم باعث ایجاد صدمه جزئی به گیاهان می‌شوند اما به‌عنوان حامل برای عوامل بیماریزا نیز عمل می‌کنند. برخی از آفات سبب خسارت پس از برداشت می‌شوند که موجب نگرانی کشاورزان معیشتی هستند که محصول خود را برای طولانی مدت در انبار نگهداری می‌کنند.

جهت ارزیابی شدت خسارت آفات به گیاهان زراعی و آزمایش میزان اثربخشی گزینه‌های مدیریتی باید از پیمایش میدانی و نمونه‌برداری از تعداد آفت موجود، میزان آلودگی و آسیب وارده به کشاورزان آغاز کرد. پرورش مجموعه‌های ارقام زراعی در مزرعه یا در ایستگاه‌های تحقیقاتی به محققان اجازه می‌دهد تا چرخه حیات آفات و آلودگی و همچنین کارایی نسبی ارقام زراعی مختلف را به صورت دقیق مورد مشاهده قرار دهند. در مطالعات تجربی مربوط به آفات از گلخانه‌هایی با پوشش‌های توری، سازه‌هایی همچون توری‌های پارچه‌ای یا مفتولی که گیاهان زراعی را در برمی‌گیرد استفاده می‌شود که هوا و باران در آن‌ها جریان دارد و بسته به هدف آزمایش مانع ورود حشرات می‌گردد یا به آن‌ها اجازه ورود می‌دهد. مدیریت تلفیقی آفات به مجموعه‌ای از اقدامها اطلاق می‌شود که آسیب جمعیت آفات حشره را به حداقل رسانده و یا از آن جلوگیری می‌کند و استفاده از سموم شیمیایی را به حداقل می‌رساند. این اقدامات یک روش کنترل اکولوژیکی آفات به‌شمار می‌آید که به عنوان روشی جایگزین نیازمند درک اکولوژی و بیولوژی آفات است که با روابط متقابل آن‌ها در سطح جامعه و بوم‌نظام مرتبط است (جهت اطلاعات بیشتر بخش مربوط به عوامل کنترل بیولوژیکی در ادامه همین بخش را مطالعه نمایید). در نیم قرن گذشته متون بسیاری درباره شیوه‌ها و روش‌های کنترل بیولوژیک و مدیریت تلفیقی آفات تولید شده که به‌صورت آنلاین و چاپی در دسترس می‌باشد (به ادامه مطلب مراجعه کنید).

1. http://www.jgi.doe.gov/fungi

عوامل کنترل بیولوژیکی

دشمنان طبیعی آفات به‌عنوان عوامل کنترل بیولوژیکی آفات[1] شناخته می‌شوند که شکارچیان، انگل‌ها و عوامل بیماری‌زا را در بر می‌گیرد. عوامل کنترل بیولوژیکی بیماری‌های گیاهی اغلب به عنوان آنتاگونیست شناخته می‌شود. دشمنان طبیعی آفات به منابعی مانند غذا برای گونه‌های بالغ، طعمه یا میزبان جایگزین، مکان‌هایی برای زمستان‌گذرانی و پناهگاهی برای گذراندن شرایط نامناسب محیطی نیاز دارند (لندیس، ۲۰۱۱). در طول ۳۰ سال گذشته بسیاری از گونه‌های موثر در کنترل بیولوژیکی شناسایی شده‌اند و در حال حاضر حداقل ۲۳۰ گونه به‌صورت تجاری در سطح جهان به عنوان دشمنان طبیعی آفات در دسترس هستند. ون لنترن (۲۰۱۱) اطلاعاتی در خصوص ۲۳ گونه از دشمنان طبیعی آفات که در حال حاضر در کنترل بیولوژیکی به کار می‌روند را جمع‌آوری نموده است. دستورالعمل‌های کنترل کیفیت، روش‌های تولید انبوه و حمل‌ونقل و رهاسازی توسط این صنعت و به عنوان راهنمایی برای کشاورزان توسعه داده شده است. مدیریت زیستگاه‌ها برای پاسخگویی به نیاز دشمنان طبیعی آفات طراحی شده است که این زیستگاه‌ها توانایی جذب گونه‌هایی را دارند که قادرند خدمات کنترل بیولوژیکی طبیعی را ارائه دهند. برای یافتن پیکربندی مکانی مطلوبِ زیستگاه‌های دشمنان طبیعی آفات در منظرهای کشاورزی، کاربرد مدل‌های بهینه‌سازی مکانی[2] مفید خواهد بود (ژانگ و همکاران، ۲۰۱۰).

علف‌های هرز

علف‌های هرز گیاهانی هستند که به صورت ناخوانده در زمین‌های زراعی رشد می‌کنند و البته تعیین اینکه آیا یک گیاه علف هرز است یا خیر بر عهده کشاورز است. علف‌های هرز برای دریافت نور، آب، هوا و مواد غذایی رقبای اصلی گیاهان زراعی محسوب می‌شوند و می‌توانند رشد گیاهان زراعی را کاهش داده یا آن را مهار کنند (لیبمن و گالانت، ۱۹۹۷). کشاورزی تاثیر عمده‌ای بر تکامل گونه‌های علف‌های هرزِ سازگار با شرایط نامساعد داشته و به علف‌های هرز ظرفیت بالایی برای تشکیل کلونی در اراضی تولیدی تازه پاکسازی شده بخشیده است. علف‌های هرز معمولا به توانایی تکثیر بسیار زیاد و حفظ تکثیر در شرایط نامساعد محیطی شناخته می‌شوند. مطالب زیادی درباره اثر منفی علف‌های هرز وجود دارد، اما با مدیریت صحیح، این گونه‌ها می‌توانند اثرات مثبتی در برابر فرسایش خاک داشته و زیستگاه‌هایی را برای حشرات مفید فراهم آورند. بعضی از علف‌های هرز خوراکی هستند و در مراحل اولیه رشد ممکن است کشاورزان

1. Biological control agents (BCA)
2. Spatial optimization models

با آن‌ها به عنوان سبزی‌های خوراکی تازه برخورد و آن‌ها را برداشت کنند (ماداموب-ماندونا و همکاران، ۲۰۰۹). علف‌های هرز که از خویشاوندان وحشی گیاهان زراعی هستند نیز ممکن است به عنوان منابع مهم تنوع ژنتیکی برای اصلاح گیاهان زراعی به کار گرفته شوند (ترنر و همکاران، ۲۰۱۱؛ همچنین فصل دوم را مطالعه نمایید).

موجودات خاکزی

موجودات زنده متعددی که در خاک یافت می‌شوند - از جمله آرکی‌باکتری‌ها[1]، باکتری‌ها، قارچ‌ها، تک سلولی‌ها، جلبک‌ها و جانوران بی‌مهره -با تاثیر بر حاصلخیزی خاک به حفظ و ارتقاء بهره‌وری بوم‌نظام‌های کشاورزی کمک می‌کنند. این موجودات از طریق چهار عمل اصلی در این کار سهیم هستند: تجزیه ماده آلی، چرخه عناصر غذایی، آشفتگی زیستی[2] (انتقال یا مصرف خاک) و سرکوب بیماری‌های خاکزاد و آفات. از آنجایی که تنوع طبقه‌بندی بیوتای خاک[3] بسیار زیاد است، معمولا به منظور درک نقش، بر اساس اهمیت کارکردی متنوع در حاصلخیزی خاک و سهولت نسبی نمونه‌برداری آن‌ها را به گروه‌های مختلف طبقه‌بندی می‌کنند.

بررسی و تجزیه و تحلیل تنوع خاک ثابت کرده است که تفاوت‌های مشخص در ترکیب نسبی گروه‌های کارکردی خاص می‌توانند به عنوان شاخص سلامت خاک لحاظ شوند. به عنوان مثال در گروه نماتدها[4] با افزایش استفاده از زمین زراعی، جمعیت نماتدهای انگلی گیاهان به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌یابند. و روندهای مشخصی از کاهش تنوع و فراوانی در گروه «مهندسان اکوسیستم[5]» قابل مشاهده است؛ مهندسان اکوسیستم گونه‌های میکروفونا[6] (ریزجانوران خاکزی) مانند کرم‌های خاکی و موریانه‌ها را شامل می‌شود که از طریق انتقال، ایجاد ساختارهای مجتمع و تشکیل منافذ تاثیر زیادی بر خاک دارند و آشیانه‌های بوم‌شناختی خرد[7] را برای موجودات دیگر خاک مهیا می‌کنند (جدول ۶-۱)، که با استفاده بهتر از تبدیل و تغییر شکل‌های نیتروژنِ گیاه-ریزموجودات-خاک می‌تواند به‌طور بالقوه خدمات تنظیمی و خدمات حمایتی مانند تجزیه و چرخه عناصر غذایی در خاک را که از کیفیت آب و خاک پشتیبانی می‌کنند افزایش دهد (جکسون و همکاران، ۲۰۰۸).

1. Archaea
2. Bioturbation
۳. Soil biota: کلیه گیاهان و جانوران خاکزی (مترجم).
4. Nematode
5. Ecosystem engineers
6. Microfauna
7. Microniche

جدول ۶-۱. گروه‌های کارکردی اصلی موجودات خاک.
منابع: سوئیفت و بیگنل[1] (۲۰۰۱)؛ موریرا[2] و همکاران (۲۰۰۸)

گروه عملکردی	تاثیر
کرم‌های خاکی	• تخلخل خاک و روابط تغذیه‌ای خاک از طریق حفر کردن و بلع مواد معدنی و یا ماده آلی
موریانه‌ها و مورچه‌ها	• تخلخل خاک و بافت خاک از طریق تونل‌زنی، بلع و انتقال خاک و ساختن دالان • چرخه‌های غذایی از طریق انتقال، خرد کردن و هضم مواد آلی
ماکروفونای دیگر مانند شپشک چوب، هزارپاها و برخی از انواع لاروهای حشرات	• فعالیت به عنوان تبدیل‌کننده‌های بستر، از طریق خرد کردن بافت مرده گیاهی و شکارچیان آن‌ها (صدپاها، عنکبوتیان بزرگ، برخی دیگر از انواع حشرات)
نماتدها	• در نقش خود به عنوان چرندگان ریشه، قارچ‌خوارها، باکتری‌خوارها، همه‌چیزخوار و شکارچیان خاک را برمی‌گردانند. • فضاهای منافذ کوچک موجود را که در آن‌ها به لایه‌های آب وابسته هستند اشغال می‌کنند. • معمولا غنای ژنریک و گونه‌ای بسیار بالایی دارند.
قارچ‌های همزیست ریشه یا میکوریزا	• همزیست با ریشه‌های گیاه هستند، دسترسی به مواد مغذی را بهبود می‌بخشند و حملات عوامل بیماری‌زای گیاهی را کاهش می‌دهند. • انواع مختلف گیاهان زراعی می‌تواند به تلقیح میکوریزایی پاسخ متفاوتی نشان بدهند، کلونی‌سازی میکوریزایی به ژنوتیپ میزبان بستگی دارد.
باکتری‌های همزیست ریشه یا ریزوبیوم‌ها	• همزیست‌ها یا ریزموجودات ضریب تثبیت‌کننده نیتروژن که نیتروژن را به فرم‌های قابل دسترس برای رشد گیاه تبدیل می‌کنند.
زیست‌توده میکروبی	• شاخص غیرمستقیم از تجزیه کل و جامعه بازیافت‌کننده عناصر غذایی در خاک است. زیست‌توده میکروبی توسط سه تاکسون یا رده بسیار متنوع شامل قارچ‌ها، آغازیان و باکتری‌ها (از جمله آرکی‌باکتری‌ها و اکتینومیست‌ها) نقش خود را ایفا می‌نماید. با این حال جدا کردن این موارد هنگام اندازه‌گیری معمولا عملی نیست. برآورد زیست‌توده میکروبی معمولا به روش‌های شیمیایی نسبتا خام بستگی دارد (کافت سلول‌ها و به دنبال آن تعیین مقدار کل نیتروژن (و فسفر) و تبدیل این مقادیر به معادل کربن و سپس مقایسه با نمونه‌ها). بنابراین ممکن است وضوح و تفکیک نسبتا کمی داشته باشد، اما جامعه تجزیه‌کننده را به طور کلی ارزیابی می‌کند.

1. Swift and Bignell
2. Moreira

گرده‌افشان‌ها

گرده‌افشان‌ها عوامل زنده‌ای هستند که گرده‌ها را از پرچم‌های نر یک گل به کلاله ماده گل دیگر منتقل می‌کنند تا باروری انجام شود. گرده‌افشانی باعث باروری گیاه می‌شود، بنابراین برای نسل بعدی میوه و دانه تولید می‌کند. گرده‌افشانی غیرزنده توسط باد، آب یا نیروی جاذبه زمین اتفاق می‌افتد. گرده‌افشانی زنده توسط جانوران (حشرات، خفاش‌ها، پرندگان، جوندگان، مارمولک‌ها) انجام می‌شود. حجم زیادی از پژوهش‌ها روی گرده‌افشانی و نظام‌های اصلاح نژاد گیاهان انجام شده است که در مورد محصولات کشاورزی می‌توان به نتایج مطالعات روبیک[1] (۱۹۹۵) و فری[2] (۱۹۹۳) اشاره کرد. به‌طور کلی غلات متعلق به تیره گندمیان، مانند ذرت و سورگوم توسط باد گرده‌افشانی می‌شوند در حالی که گرده‌افشانی بیشتر میوه‌ها و سبزیجات توسط حشرات و سایر حیوانات انجام می‌شود. بعضی از گیاهان دگرگشن اجباری[3] هستند و گرده گل را تنها از گیاه دیگری از همان‌گونه می‌پذیرند. اکثر درختان میوه معتدله و گرمسیری نیازمند دگرگرده‌افشانی اجباری هستند که گرده‌افشانی آن‌ها توسط حشرات یا حیوانات کوچک انجام می‌شود. اگرچه موارد کاملا مستندی وجود دارد که میوه‌دهی کم این محصولات - و در نتیجه کاهش عملکرد- به کاهش تعداد گرده‌افشان نسبت داده شده است، اما پژوهش‌های اندکی نیز به بررسی نقش تنوع رقم درختان میوه در توسعه تلاقی دورگ‌گیری و تولید بهتر میوه پرداخته‌اند.

گرده‌افشان‌ها نیازها و چرخه‌های زندگی متفاوتی دارند. بسیاری از گرده‌افشان‌های جانوری به عنوان بخشی از چرخه زندگی خود به مناطق طبیعی و دست‌نخورده نیاز دارند. گونه‌های مختلف حشرات وجود دارند که در روزها و سال‌های مختلف در دماهای متفاوت از گیاهان تغذیه می‌کنند. دستورالعمل‌های جدیدی برای شناسایی و ارزیابی کمبودهای گرده‌افشانی در محصولات و ارائه پیشنهاداتی برای برطرف کردن یا کاهش این کمبودهای احتمالی تهیه شده است (وایسیر و همکاران، ۲۰۱۱). اصلاح نژاد برای ژنوتیپ‌های جذب‌کننده گرده‌افشان برخی از محصولات به عنوان یک راهکار مدیریتی برای افزایش عملیات گرده‌افشانی مورد بررسی قرار گرفته است (جکسون و کلارک، ۱۹۹۱؛ سوسو و همکاران، ۱۹۹۶).

1. Roubik
2. Free
3. Obligate cross-pollinators

صفت‌یابی و طبقه‌بندی اجزای زنده و غیرزنده در بوم‌نظام‌های کشاورزی توسط کشاورزان

اگرچه ممکن است کشاورزان درک خود از اجزای زنده و غیرزنده را با استفاده از اصطلاحات علمی بیان نکنند، اما با این وجود آن‌ها دانش و آگاهی اکولوژیکی زیادی در مورد آب‌وهوا، خاک و در دسترس بودن رطوبت، برهم‌کنش‌های بین گیاهان و علف‌های هرز، آفات و بیماری‌ها و سایر عناصر محیطی و مزرعه دارند. دانش اکولوژیکی سنتی، حافظه جمعی یا تاریخی پویایی انسان و محیط در نظام‌های اجتماعی و اکولوژیکی می‌باشد. هرچه این حافظه تاریخی طولانی‌تر باشد می‌توان انتظار داشت که دانش اکولوژیکی سنتی دقیقا انعکاس‌دهنده پیچیدگی‌های تعاملات اجتماعی-اکولوژیکی باشد و سازگاری جوامع با تغییرات بوم‌نظام‌های پیرامون را بیشتر تسهیل کند. دانش سنتی در مورد مصرف گیاهان، مدیریت منظر و فرآیندهای اکولوژیکی در بوم‌نظام‌های کشاورزی می‌تواند بخشی جدایی‌ناپذیر از ساختارهای سازمانی و نهادی باشد – به عبارت دیگر، نهادهای اجتماعی که در فصل هشتم بیشتر مورد بحث قرار گرفته‌اند تعاملات افراد در مورد منظر را شکل می‌دهند و موارد استفاده از منابع را تنظیم می‌کنند (اولسون و همکاران، ۲۰۰۴). ون اودنهوون[1] و همکاران (۲۰۱۱)، برکس[2] و همکاران (۲۰۰۰)، نابهان[3] (۲۰۰۰)، و بنتلی[4] و همکاران (۲۰۰۹) طی مطالعات مختلف به توصیف روش‌هایی سنتی و خاص می‌پردازند که مردم و کشاورزان در مناطق مختلف جغرافیایی می‌شناسند.

تشخیص این امر که درک و آگاهی کشاورزان سیستماتیک است، نقطه آغازی برای ارج نهادن بر دانش اکولوژیکی کشاورزان می‌باشد. کشاورزان و سایر ساکنان مناطق روستایی دارای طبقه‌بندی‌های بومی دقیقی برای شناسایی و طبقه‌بندی اجزای غیرزنده و زنده هستند. کشاورزان بر اساس تجربیات و درک خود، نظام‌های طبقه‌بندی یا اتنوتاکسونومی[5] (آرایه‌بندی قومی) برای گیاهان، جانوران، خاک‌ها، پدیده‌های آب‌وهوایی، انواع پوشش‌های گیاهی، سازندها (به عنوان مثال، تپه‌ها، رودخانه‌ها و سایر ویژگی‌های توپوگرافی) و مراحل توالی اکولوژیکی آفات و بیماری‌ها، علف‌های هرز، رقبای گیاهی، همزیست‌ها و سایر حوزه‌های زیست‌محیطی را توصیف کرده و توسعه می‌دهند (جدول ۶-۲). پرسش‌هایی که مطرح می‌شود این است که کشاورزان محلی چگونه حوزه‌های مختلف که محیط آن‌ها را در بر می‌گیرد طبقه‌بندی

1. Van Oudenhoven
2. Berkes
3. Nabhan
4. Bentley
5. Ethnotaxonomy

می‌کنند؟ ویژگی‌های جغرافیایی غالب بر ایجاد منظر کدام هستند؟ آیا این ویژگی‌ها در انتخاب و مدیریت ارقام زراعی برای آن‌ها مهم هستند؟

کشاورزان ویژگی‌های بوم‌نظام را بر اساس خصوصیات فیزیکی، مورفولوژیکی و شیمیایی آن‌ها مانند بافت و رنگ خاک‌ها طبقه‌بندی می‌کنند. نظام‌های طبقه‌بندی اکولوژیکی کشاورزان می‌تواند شاخصی از ویژگی‌های محیطی باشد که به ویژه برای کشت ارقام مختلف مهم و یا مرتبط هستند. به عنوان مثال اتنوتاکسونومی دقیقی از میزان بارندگی یا الگوهای بارش در یک منطقه نشان می‌دهد که تنوع بارندگی برای کشاورزان یک ویژگی تعیین‌کننده است که تاثیر زیادی بر انتخاب ارقام از سوی آن‌ها دارد. در ارتفاعات بالا شدت و فراوانی وقوع سرما و تگرگ ممکن است یک چالش اساسی محسوب شود (کادر ۶-۱).

کشاورزان در سراسر جهان علاوه بر طبقه‌بندی محیط پیرامون، نسبت به تغییر اقلیم و تاثیر آن بر نظام‌های کشاورزی آگاهی گسترده‌ای دارند. رایج‌ترین مشاهدات کشاورزان شامل دماهای گرمتر (به ویژه شب‌های گرمتر) و بارندگی نامنظم و کم است که با داده‌های هواشناسی منطقه‌ای ارتباط و همبستگی زیادی دارد (گتیبو، ۲۰۰۹).

جدول ۶-۲. فهرست پیشنهادی دامنه‌های زیست‌محیطی و ابعاد آن‌ها برای بحث و گفتگو با کشاورزان

حوزه	ابعاد بحث و گفتگو با کشاورزان
زمین‌چهر[1]	ارتفاع، محل و شکل؛ شامل تپه‌ها، رودخانه‌ها، بستر دره‌ها، فلات، صخره‌ها
خاک	رنگ، بافت، حاصلخیزی، کارپذیری[2]، کارایی، رطوبت، ثبات، مشخصات زهکشی، کاربردپذیری، شوری، مواد زنده در خاک، حساسیت به فرسایش خاک، آبشویی
اقلیم	دما، بارش، تبخیر و تعرق، ارتفاع، تماس با محیط، توپوگرافی (از جمله موقعیت توده‌های خشکی و پهنه‌های آبی)، باد، فصلی بودن
نوع پوشش گیاهی	ترکیب فلوریستیکی[3] (شامل گونه‌های غالب)، میزان مدیریت یا پراکنش انسانی، گونه‌های شاخص پوشش گیاهی اطراف، علف‌های هرز
کاربری زمین	فناوری اعمال شده، میزان مدیریت، فاصله تا محل سکونت خانوار، مالکیت
مرحله جانشینی اکولوژیکی	اهمیت کشت نوبتی، تعداد سال‌های آیش، میزان پراکنش اولیه

1. Landform
2. Workability
۳. Floristic composition: بخشی از گیاه‌شناسی که با نوع و شمار و میزان گسترش گیاهان یک ناحیه سروکار دارد (مترجم).

کادر ۶-۱. مقاومت در برابر یخبندان و تگرگ در گیاه کینوا[1] همراه با دانش سنتی

در ارتفاعات بولیوی ۲۰۰ تا ۲۲۰ روز در سال یخبندان است و در فصول بارانی به طور تصادفی تگرگ می‌بارد. عدم وجود ابر در آسمان، وزش بادهای کم‌سرعت غربی (صحرای آتاکاما[2]) یا بادهای شمالی (کوهستان‌های برفی) از سوی کشاورزان محلی به عنوان شاخص‌های اصلی وقوع یخبندان در ارتفاعات بولیوی در نظر گرفته می‌شوند. دمای حداکثر روزانه، وجود ابرهای تاریک و موضعی و عدم وزش باد از شاخص‌های اصلی برای پیش‌بینی وقوع تگرگ است. پیش‌بینی را می‌توان دو تا سه ساعت قبل انجام داد. دانش و آگاهی کشاورزان از شاخص‌های آب و هوایی به آن‌ها این امکان را می‌دهد تا مناطقی را که در آن‌ها اغلب یخبندان یا تگرگ یا هر دو پدیده هم‌زمان اتفاق می‌افتند را شناسایی کنند. بنابر اظهارات تولیدکنندگان، مناطقی که ضریب خطر یخبندان و تگرگ در آنها بیشتر است کاملا شناخته شده هستند. آن‌ها با استفاده از این دانش نقشه ذهنی مرتبط با نظام‌های زراعی را جمع‌آوری کرده‌اند. مناطق در خطر یخزدگی بالا دشت‌های هموار و کم‌ارتفاعی هستند که معمولا آب در آن‌ها تجمع می‌یابد، در حالی که دامنه تپه‌ها کمتر با خطر وقوع سرمازدگی و یخبندان مواجه هستند.

راهبردهای مقابله با خطرات ناشی از سرما و یخبندان مخصوص یک اکوسیستم خرد و کوچک است و شامل تاریخ کاشت و خصوصیات واریته‌ای می‌باشد: تپه‌هایی که یخبندان و سرمازدگی در آن‌ها به ندرت اتفاق می‌افتد، تاریخ‌های کاشت گسترده‌تر و ارقام دیررس یا زودرس بیشتری با توجه به تاریخ‌های کاشت دارند. تولید دود و پرتاب فشفشه یکی از روش‌های هدایت مسیر تگرگ است. روش دیگر ایجاد آتش‌سوزی در اطراف محل‌های کاشت در شب‌های سرد است. هر جامعه یک یا دو نفر از افراد خود را موظف می‌کند تا در مورد احتمال بارش تگرگ هشدار دهند. در پاسخ به هشدار، کشاورزان و چوپان‌ها دود ایجاد می‌کنند تا مسیر تگرگ را منحرف کرده یا از شدت آن بکاهند (بونیفاچو، ۲۰۰۶)

در بررسی ۱۷۲ مطالعه موردی، میاتوویچ[3] و همکاران (۲۰۱۲) به شرح کاربرد تنوع زیستی کشاورزی و دانش سنتی مرتبط با آن در تقویت تاب‌آوری در مقابل تنش‌های مربوط به تغییر اقلیم پرداخته‌اند. آن‌ها متذکر شده‌اند که جوامع محلی بر لزوم اطمینان از تاب‌آوری بوم نظام‌های کشاورزی خود در مقابله با تغییر اقلیم تاکید داشته‌اند.

---

۱. Quinoa: گیاهی بومی کوه‌های آند در بولیوی، شیلی و پرو که سرخپوستان آمریکای جنوبی دانه آن را مصرف می‌کردند و اخیراً در کشورهای غربی مصرف آن به عنوان جایگزین سالم‌تر غلاتی از جمله گندم محبوبیت زیادی پیدا کرده است (مترجم).

2. Atacama

3. Mijatović

برخی از تغییراتی که کشاورزان در بوم‌نظام‌های خود ایجاد می‌کنند (مانند سکوبندی مزارع[1] به منظور کاهش فرسایش) دایمی هستند اما برای دستیابی به عملکرد صحیح در طول زمان به نگهداری منظم نیاز دارد (استنچی و همکاران، ۲۰۱۲). سایر تغییرات در مقیاس زمانی سال یا دهه مدیریت می‌شوند، همانند آنچه که در تناوب آیش مزارع و جنگل اتفاق می‌افتد، در حالی که برخی مداخلات نیز کوتاه‌مدت‌تر هستند مانند وجین علف‌های هرز جهت حذف رقبای گیاهان زراعی که به صورت روزانه انجام می‌شود. مداخلات مدیریتی می‌تواند در مراحل مختلف رشد و توسعه محصول انجام شود و درنتیجه تاثیر آن‌ها ممکن است متفاوت باشد. مداخله موقت مانند وجین علف‌های هرز نیز ممکن است در طول یک فصل زراعی چندین بار تکرار شود. همچنین نوع دقیق واکنش کشاورز می‌تواند به میزان یا کمیت متفاوتی باشد. به عنوان مثال، مقادیر مختلف شیوه‌های وجین علف‌های هرز یا تناوب زراعی ممکن است اثرات متفاوتی بر محصولات گیاهی ایجاد کند. نهاده‌هایی مانند سموم دفع آفات، کودها و علف‌کش‌ها ممکن است طبیعی یا مصنوعی باشند و اثرات آن‌ها متفاوت می‌باشد.

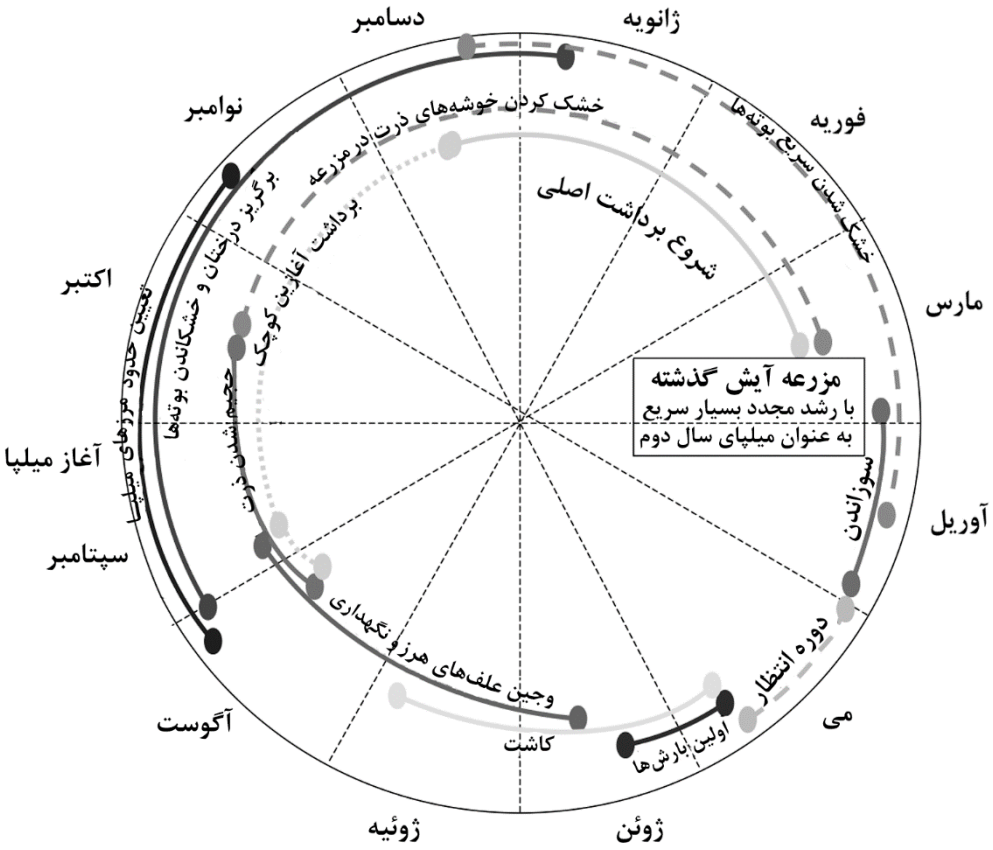
اغلب یک تقویم فصلی را می‌توان همراه با گروه کشاورز تهیه کرد (شکل ۶-۱). استفاده از تقویم دایره‌ای و نه تقویم خطی، می‌تواند کل چرخه را در یک نمودار فشرده توصیف و ارائه کند.

ممکن است کشاورزان به نظام‌های طبقه‌بندی به عنوان راهنمایی برای تعیین محل و زمان کاشت یک رقم خاص، کشت ارقام در ترکیب با توپوگرافی خاص، خاک، مراحل تحولی و حتی ارقام دیگر گونه‌های زراعی، همانند کشت ارقام در روش‌های کشت مخلوط متکی باشند. در کشت نوبتی یا نظام کشاورزی دوره‌ای، کشاورزان ارقام یا گونه‌های مختلفی را در یک واحد زمین می‌کارند که این بستگی به تعداد سال‌هایی دارد که این زمین تحت آیش و مرحله توالی[2] رشد مجدد گیاهان قرار داشته است. در یک سیستم کشت مخلوط، تنوع ژنتیکی در گونه‌های زراعی کلیدی ممکن است با ترکیبات گونه‌های مختلف کاشته شده با توجه به زمان رسیدگی، سازگاری با خاک یا سایر ویژگی‌ها در ارتباط باشد.

در منطقه یوکاتان[3] در مکزیک، کشاورزان در روستای یاکسکابا[4] از نظام محلیِ طبقه‌بندی خاک استفاده می‌کنند که به همان میزان طبقه‌بندی رسمی خاک دارای پیچیدگی است و کلیدی برای فهم کشت ارقام محلی است (جدول ۶-۳). کشاورزان یاکسکابا ارقام ذرت را در مکان‌هایی با ویژگی‌ها خاص خاک و توپوگرافی و بر اساس زمان رسیدگی ارقام کشت می‌شوند. کشاورزان ترجیحا ارقام ذرت، لوبیا و

1. Terraced fields
2. Successional stage
3. Yucatán
4. Yaxcabá

کدو حلوایی را در خاک‌های قرمز و سیاهِ عمیق و دانه‌ریز کشت می‌کنند (کنکاب[1] و باکسلوم[2] در جدول ۳-۶) که معمولا از نظر وسعت بسیار محدود هستند، در حالی که کاشت ارقامِ به صورت طولانی مدت بیشتر در خاک‌های کم‌عمق و سنگلاخی انجام می‌شود (آریاس و همکاران، ۲۰۰۰).



شکل ۶-۱. نمونه‌ای از تقویم فصلی: چرخه فعالیت‌های مربوط به کشاورزی میلپا[3] در یوکاتان، مکزیک. این نمودار باید در جهت عقربه‌های ساعت از پایین سمت چپ خوانده شود، زیرا چرخه از اینجا شروع شده و به صورت چرخشی در طی ۱۵ تا ۱۸ ماه پیش می‌رود (نمودار توسط جان تاکسیل بر اساس مصاحبه با کشاورزان در یاکسکابا، یوکاتان تهیه شده است؛ چاپ مجدد با کسب اجازه از نویسنده)

1. K’ankab
2. Box-lu’um
۳. Milpa agriculture: کشاورزی میلپا: قطعه زمین کوچک جنگلی که چندسالی در آن بصورت مداوم عملیات کشاورزی انجام و سپس به جهت ایجاد تقارن و بهبود حاصلخیزی آن قطعه را رها می‌کنند (مترجم).

جدول ۶-۳. تشابه و مطابقت بین رده‌بندی محلی خاک در یوکاتان، مکزیک و رده‌بندی علمی خاک (فائو، ۱۹۹۰. از خوان رودریگز[1] (۲۰۰۰)، با کسب اجازه از سازمان بایوورسیتی اینترنشنال[2])

خاک*	Tsek'el	Box-lu'um	Pus-lu'um	Ek-lu'um	Chak-lu'um	K'ankab	Ya'axom	Ak'alche
لیتوسول (Lithosol)	❋							
رندزینا (Rendzina)		❋	❋		❋	❋		
کامبیسول (Combisol)				❋	❋	❋		
لوویسول (Luvisol)				❋	❋	❋	❋	
نیتوسول (Nitosol)						❋		
ورتی‌سول (Vertisol)							❋	❋
گلی‌سول (Gleysol)								❋

برای گیاهان و جانوران موجـود در نظام‌های تـولیدی کشاورزان، زیست‌قوم‌شناسان[3] دریافته‌اند که طبقه‌بندی‌های محلی کاملا با نظام رسمی تاکسونومی لینه‌ای[4] و در سطح گونه قابل قیاس هستند. مطالعات انجام‌شده در مکان‌های متفاوت در مکزیک و پاپوآ گینه نو[5] نشان می‌دهد که اتنوتاکسونومی‌های کشاورزی بومی تعداد مشابهی از گونه‌های گیاهی و جانوری محلی را شناسایی نموده که توسط گیاه‌شناسان و جانورشناسان در فهرست‌های دقیق نظام‌مند مشخص شده است (برکز، ۲۰۰۸). در سطح طبقه‌بندی بالاتر از گونه‌هـا، تشـابه کمـتر مشهـود است، در درجـه اول بـه این دلیـل کـه بـر خـلاف ناکسونومی لینه‌ای، اتنوتاکسونومی‌ها از روابط تکاملی به عنوان مفهوم اصلی سازمان‌دهی خود استفاده نمی‌کنند. همچنین تشابه و مطابقت کمتری برای گروه‌هایی از موجودات که به راحتی قابل مشاهده نیستند (به عنوان مثال حشرات در برابر پرندگان) یا برای گروه‌های دارای اهمیت کمتر برای زندگی مردم روستایی، وجود دارد. از طرف دیگر تمایل بیشتری برای تمایز رده‌بندی‌ها یا تاکسونومی‌های محلی موجـوداتی که از اهمیت فرهنگی بالایی برخوردارند، ماننـد ارقام زراعی وجـود دارد (هون، ۱۹۹۳). همانطـور که در فصل پنجم توضیح داده شده است، این امر برای قرینگی اسامی بومی ارقام زراعی با الگوهای واقعی تنوع ژنتیکی در گیـاهـان زراعی حائز دلالت‌های مهمی است.

1. Juan Rodriguez
2. Bioversity International
3. Ethnobiologists
4. Linnaean systematics
5. Papua New Guinea

اطلاعات مربوط به اهمیت نسبی عوامل محلی بوم‌نظام‌های کشاورزی را می‌توان به همراه کشاورزان و از طریق روش‌های مشارکتی ارائه شده در فصل پنجم به طور نظام‌مند جمع‌آوری کرد. همانطور که پیشتر نیز ذکر شد، مشاهدات و کمی‌سازی دانش کشاورزان باید به مشاهده میدانی و داده‌های حاصل از کارهای میدانی و آزمایشگاهی پیوند یابد. معمول‌ترین روش‌ها برای شناسایی دانش و اعتقادات کشاورزان در مورد مولفه‌های محیط‌زیستی بوم‌نظام‌های کشاورزی عبارتند از: ۱) نمودارسازی و تجسم مشارکتی، که شامل ترسیم خطوط و نمودار برای نشان دادن و توضیح فرآیندها، روابط و ساختارها می‌باشد؛ ۲) نقشه‌برداری مشارکتی، که شامل نقشه‌برداری و علامت‌گذاری مرزها برای تعیین مکان و جهت‌دهی اجزا در سطح منظر و چشم‌انداز است؛ و ۳) رتبه‌بندی و کدگذاری مشارکتی جهت رتبه‌بندی و مرتب‌سازی اطلاعات مربوط به صفات مختلفِ یک ویژگی یا وضعیت محیط زیستی به منظور دسته‌بندی، اولویت‌بندی و مقایسه اجزا (تاکسیل و نابهام، ۲۰۰۰). نقشه‌برداری به روش خطی یا ترانسکت[1] روشی است که برای جمع‌آوری دانش کشاورزان درباره برداشت از بوم‌نظام‌های کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد. نقشه‌برداری به روش ترانسکت شامل پیاده‌روی گروهی در منطقه (معمولا از بالاترین نقطه تا پایین‌ترین نقطه) است تا به گروه امکان شناسایی و توصیف ویژگی‌های عمده توپوگرافی، الگوهای موجود در پوشش گیاهی، پراکنش گیاهان و جانوران و محدودیت‌های بیوفیزیکی را بدهد.

مشاهدات کشاورزان از آفات و بیماری‌ها را می‌توان به روش توصیف شده در فصل پنجم برای تعیین اسامی ارقام جمع‌آوری کرد. در یک مطالعه که توسط مولومبا[2] و همکاران (۲۰۱۲) در اوگاندا انجام شده، برای تعیین دانش و درک کشاورزان از آفات و بیماری‌ها و برهم‌کنش‌های آفات/عوامل بیماری‌زا، نخست از کشاورزان خواسته شد تا مواد گیاهی را به دو گروه گیاهان سالم و غیرسالم تقسیم کنند. سپس کشاورزان مجددا بر اساس علایمی که در گیاهان تشخیص داده بودند گروه گیاهان ناسالم را که به گروه‌هایی که از آفات و بیماری‌های مختلف صدمه دیده‌اند تقسیم کردند. تشریح علایم گیاه برای بیماری‌ها و آفاتِ مشاهده شده، شامل فهرستی از علائم در اندام‌های مختلف گیاه (برگ، ساقه، میوه و ریشه) و در مراحل مختلف رشد بود. همچنین از کشاورزان خواسته شد تا آنچه را که به عنوان مراحل مختلف رشد گیاهان در نظر دارند به روشنی مشخص کنند. سپس تصاویری از بیماری‌های دیگر که آن‌ها ارائه نداده بودند نیز نشان داده شد و از کشاورزان خواسته شد تا این بیماری‌ها را شناسایی و نام آن‌ها را ذکر کنند. سپس از کشاورزان درخواست شد تا شدت خسارت ناشی از آفات و بیماری‌های مختلف را شناسایی و در نهایت ارقام را با توجه به سطح مقاومت در برابر آفات و بیماری‌ها در نظام‌های کشاورزی رتبه‌بندی کنند. همچنین از کشاورزان

1. Transect mapping
2. Mulumba

خواسته شد تا آنچه را که آن‌ها به عنوان منشأ انواع آفات و بیماری‌ها در نظام‌های زراعی خود می‌دانند ترسیم کنند و روش‌های مورد استفاده خود را برای انتخاب نهاده‌های مناسب کاشت و مدیریت آفات و بیماری‌ها توصیف کنند. جدول ۶-۴ مثالی از این گونه نتایج است.

کاهش چندبعدینگی[1] مجموعه داده‌های پیچیده

حفاظت از تنوع زمین‌های زراعی شامل تنوعی از عوامل بوم‌نظام‌های کشاورزی است از قبیل: خاک‌های مختلف، پیدایش علف‌های هرز، بیماری‌ها، شیوه‌های مدیریت و تعداد مختلف گونه‌های گیاهی یا جانوری. تنوع آلفا به تنوع در یک منطقه یا بوم‌نظام خاص اطلاق می‌شود و معمولا براساس تعداد گونه‌ها (یعنی غنای گونه‌ای) در آن بوم‌نظام بیان می‌شود. تنوع بتا به تغییر در ترکیب گونه‌ها از مکانی به مکان دیگر اشاره دارد (به عنوان مثال از مزرعه یک کشاورز به مزرعه کشاورز دیگر یا در امتداد شیب‌های محیطی). در تنوع بتا تعداد کل گونه‌ها در نظر گرفته می‌شود که مختص هریک از بوم‌نظام‌های مقایسه شده است. تنوع گاما اندازه‌گیری تنوع کلی یک منطقه یا منظر است (ویتاکر، ۱۹۷۲).

یک مجموعه معمولی از داده‌ها در بوم‌نظام‌های کشاورزی ممکن است ده‌ها عامل (نظیر عوامل غیرزنده و زنده و مدیریت بوم‌نظام از اندازه‌گیری‌های تجربی و توصیف‌های کشاورزان) را ثبت کرده باشد و تقریبا غیرممکن است که به طور همزمان ابعاد چنین مجموعه داده‌ای را بتوان محاسبه کرد. همانطور که در فصل پنجم نیز بحث شد یکی از نخستین مراحل تجزیه و تحلیل، ساده‌سازی مجموعه داده‌ها با تعیین ابعادی است که برای توصیف تغییرات داده‌ها لازم است. هنگام تصمیم‌گیری درمورد متغیرهای مورد توجه در جمع‌آوری داده‌های کشاورزی و اکولوژیکی، اولین قدم مشورت مستقیم با کشاورزان است. آن‌ها اغلب می‌توانند بینشی بی‌همتا در مورد عوامل محلی محیطی و تاثیرات آن‌ها بر تولید گیاهان زراعی و اقدامات انجام‌شده برای به حداقل رساندن تاثیرات آن‌ها در صورت بروز مشکل ارائه دهند. برخی از عوامل ممکن است تنش‌های محیطی باشند که ارقام سنتی با آن‌ها سازگار شده‌اند، در حالی که برخی دیگر می‌تواند امکان تولید بیشتر را محدود کنند. به طور کلی نقاط کانونی تحقیقات کشاورزی و اکولوژیکی برای تنوع ژنتیکی گیاهان زراعی عبارتند از:

- شناسایی گرادیان‌های غیرزنده یا زنده که برمیزان وپراکنش تنوع ژنتیکی محصول تاثیرمی‌گذارند؛ و
- توصیف عوامل غیرزنده و زنده که کشاورزان آن‌ها را مانع یا محدودکننده قلمداد می‌کنند.

1. Dimesionality

جدول ۶-۴. طبقه‌بندی و توصیف کشاورزان برای آفات و بیماری‌های گیاهان زراعی بومنظام‌های اوگاندا

نام علمی	*Colletotrichum indemuthianum*	*Phaeoisariopsis griseola*	*Ophiomyia phaseoli*, *O. spencerella*	*Cosmopolites sordidus* (Germar)	*Helicotylenchus multicinctus* (Cobb), *Pratylenchus goodeye* (Sher and Allen)	*Mycosphaerella fijiensis*
نام عمومی	آنتراکنوز[1]	لکه برگی زاویه‌ای[2]	مگس لوبیا[3]	شپشک موز[4]	نماتدها	بیماری قارچی سیگاتوکای سیاه موز[5]
نام (نام‌های) کشاورزان	مجموعه علایم (بدون نام خاص)	آماتولوژوجو[6]	اکیسانزیر[7]	کاجوجو، کایوو،کیسوکومی، اکیکوکو[8]	لوسنسرا، انجوکا[9]	مجموعه علایم (بدون نام خاص)
توضیحات کشاورزان	پوسیدگی برگ‌های گیاه از قسمت‌های فوقانی، غلاف‌های آبگزیده، عدم تشکیل بذر، تشکیل ضایعات قهوه‌ای در امتداد حاشیه و ساقه برگ.	غلاف‌های فاسد شده، غلاف‌های آسیب‌دیده *	گیاهان زرد *	کورم یا پیاز توپر از زمین بیرون می‌آید، برگ‌ها زرد می‌شوند، غلاف خشک می‌شود و به ساقه متصل می‌مانند، حفره‌هایی هنگام برش در کورم دیده می‌شود، ریزش برگ‌ها در مراحل اولیه، خوشه کوتوله و کوچک و نامطلوب است، وقتی که شبه‌ساقه شکافته شود، نوار و خطوط رنگی.	ریشه‌های پوسیده و ریشه‌های خشک و ضعیف شده منجر به واژگونی سر گیاه می‌شود، کاهش عملکرد، سفت شدن بخش خوراکی، شاخه‌ها هنگام برداشت سفت و خشک می‌شوند، کورم فاسد، برآمدگی‌ها و شکاف‌های غلاف، ریشه قبل از واژگونی سر گیاه خشک می‌شود.	برگ‌ها در قسمت حاشیه خشک می‌شوند، خشک شدن نوک برگ‌ها، لکه‌های خشک روی برگ‌ها، گیاه خشک می‌شود، اما هرگز ریزش نمی‌کند، توقف رشد شاخه، ساقه دارای لکه‌های سیاه است، برگ میانی خشک می‌شود، شاخه‌های خوشه به اندازه لازم بزرگ نمی‌شوند.
بخش تحت تاثیر قرار گرفته گیاه (توصیف‌کنندگان کشاورز)	برگ‌ها، غلاف‌ها، ساقه	غلاف‌ها	ریشه، ساقه، برگ‌ها	کورم، ساقه	ریشه‌ها	برگ‌ها

1. Anthracnose
2. Angular leaf spot
3. Bean fly
4. Banana weevil
5. Black sigatoka
6. Amatologojjo
7. Ekisanzire
8. Kajojo, Kayovu, Kisokomi, ekikoko
9. Lusensera, Enjoka

ادامه جدول ۶-۴.

نام علمی	*Colletotrichum indemuthianum*	*Phaeoisariopsis griseola*	*Ophiomyia phaseoli*, *O. spencerella*	*Cosmopolites sordidus* (Germar)	*Helicotylenchus multicinctus* (Cobb), *Pratylenchus goodeye* (Sher and Allen)	*Mycosphaerella fijiensis*
مرحله خشکی اصلی (توصیف‌کنندگان کشاورز)	گلدهی، غلاف‌دهی	گلدهی، غلاف‌دهی	گیاهچه	مرحله آغازین، گلدهی، برداشت، همه مراحل	همه مراحل	شاخه‌دهی
اهمیت کشاورزان در مقایسه با آفات و بیماری‌های دیگر در سیستم کشاورزان بر اساس مکان						
ناکاسکه[1]	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	متوسط
کبوهه[2]	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	کم	کم
ربایا[3]	زیاد	زیاد	زیاد	–	–	–
بونیارگورو[4]	–	–	–	زیاد	زیاد	زیاد

* کشاورزان علائمی را ذکر کردند، اما هرگز نام بیماری را بیان نکردند. اهمیت زیای نیز در همه مکان‌ها به این علائم داده می‌شد (منبع: مولومبا و همکاران، ۲۰۱۲) .

طبقه‌بندی و رسته‌بندی[5]

دو روش آماری رایج برای کاهش چندبعدینگی مجموعه داده‌های پیچیده، طبقه‌بندی و رسته‌بندی است. این روش‌های چندمتغیره می‌توانند برای بررسی روابط بین محل‌ها یا مزارع مورد مطالعه بر اساس ویژگی‌های متعدد عوامل زنده، غیرزنده و مدیریت آن‌ها و نیز روابط بین نمونه‌های گیاهان زراعی بر اساس صفات مورفولوژیکی و یا نشانگرهای ژنتیکی (فصل‌های چهارم و پنجم)، و در میان خانواده‌ها بر اساس ویژگی‌های اجتماعی و اقتصادی (فصل‌های هشتم و نهم مطالعه می‌شوند) استفاده شوند. علاوه بر این، روش‌های

1. Nakaseke
2. Kabwohe
3. Rubaya
4. Bunyaruguru
5. Classification and ordination

نقشه‌برداری می‌توانند به شناسایی روابط تنوع ژنتیکی محصولات و اطلاعات کشاورزی- اکولوژیکی و اجتماعی- اقتصادی در مقیاس‌های مختلف مکانی کمک کنند.

روش‌های طبقه‌بندی، موجودیت‌های با ویژگی‌های مشابه را گروه‌بندی می‌کنند. این روش‌ها ممکن است سلسله مراتبی باشند، در نتیجه یک دندروگرام[1] حاصل می‌شود، یا غیر سلسله‌مراتبی باشند، که در نتیجه فقط گروه‌هایی از نمونه‌های مشابه ایجاد می‌شوند. برای هریک از این‌ها الگوریتم‌های مختلف خوشه‌بندی مختلفی وجود دارد که اغلب با مجموعه داده‌های مشابه، نتایج کاملا متفاوتی بدست می‌آید. طبقه‌بندی غیرسلسله‌مراتبی به طور قابل توجهی سریع‌تر است و بنابراین اغلب برای مجموعه داده‌های بزرگ نیز بهتر می‌باشد (گوچ، ۱۹۸۲).

روش‌های رسته‌بندی، نمونه‌ها را به صورت مکانی در یک طرح دو یا سه‌بعدی مرتب می‌کند به‌گونه‌ای که موقعیت آن‌ها نشان‌دهنده شباهت آن‌ها است. نمونه‌های مشابه، مانند مزارع کشاورزان با ویژگی‌ها مشابه، در نزدیکی یکدیگر قرار دارند در حالی که نمونه‌های بسیار متفاوت از یکدیگر فاصله بیشتری دارند. اگر دو متغیر بسیار همبسته باشند هریک می‌تواند به عنوان نماینده‌ای برای دیگری استفاده شود که حاکی از این است که افزونگی[2] در داده‌ها وجود دارد (کاستون، ۱۹۸۸). برای شناسایی این همبستگی‌ها می‌توان از روش‌های رسته‌بندی برای کاهش تعداد متغیرهای مورد بررسی استفاده کرد.

روش‌های رسته‌بندی می‌توانند مبتنی بر فاصله باشند، مانند رسته‌بندی قطبی[3] (PO) و مقیاس‌بندی چندبعدی[4] یا تحلیل مختصات اصلی[5] (PcoA) - یعنی به ماتریس مربع، ماتریس فاصله متقارن یا ماتریس مشابهت[6] متکی است. از سایر روش‌های رسته‌بندی مبتنی بر همبستگی می‌توان تحلیل مولفه‌های اصلی[7] (PCA) (که در فصل پنجم شرح داده شده است)، متوسط‌گیری معکوس[8] (RA) و تحلیل تطبیقی قوس‌گیری شده[9] (DCA) را می‌توان برشمرد. روش‌های اخیر بیشتر بر اساس ماتریس‌های کوواریانس یا همبستگی انجام می‌شود تا ماتریس‌های فاصله یا مشابهت.

از رگرسیون چندگانه برای کسب اطلاعات بیشتر در مورد رابطه میان چندین متغیر مستقل یا پیش‌بینی‌کننده

1. Dendrogram
2. Redundancy
3. Polar ordination
4. Multidimensional scaling
5. Principal coordinates analysis
6. Square, symmetric distance or similarity matrix
7. Principal component analysis
8. Reciprocal averaging
9. Detrended correspondence analysis

و یک متغیر وابسته یا معیار استفاده می‌شود. رگرسیون چندگانه در چارچوب مدل‌های اقتصادسنجی در فصل نهم به صورت کامل مورد بحث قرار گرفته است. همچنین می‌توان از این امکان استفاده کرد تا برای محقق فرصت این پرسش عمومی و شاید پاسخ آن فراهم شود: «بهترین پیش‌بینی‌کننده ... چیست؟» ارتباط بین پراکنش ارقام با مجموعه خاصی از عوامل کشاورزی و اکولوژیکی، نظیر نوع خاصی از خانواده‌ها یا گروه قومی یا جنسیتی خاص، تحلیل همبستگی کانونی[1] (CCA) روش دیگری است که برای ارتباط گروهی از متغیرهای وابسته با گروهی از متغیرهای مستقل استفاده می‌شود که گروهی از متغیرهای وابسته را به گروهی از متغیرهای مستقل مرتبط می‌کند. تحلیل تشخیص دودویی[2] (BDA) برای ارتباط میان الگوهای گونه‌ها با داده‌های محیطی استفاده می‌شود. داده‌های محیط زیستی فقط باید توسط داده‌های چندحالته و داده‌های گیاهان به صورت داده‌های وجود/عدم وجود بیان شوند. برای داده‌هایی که مقیاس وسیع جغرافیایی را پوشش می‌دهند یا در حالتی که فقط داده‌های وجود و عدم وجود در دسترس هستند، تحلیل تشخیص دودویی مفید است. تحلیل تشخیصی چندگانه[3] (MDA) در گروه‌های از پیش تعیین‌شده استفاده می‌شود که ممکن است با روش‌های طبقه‌بندی یا رسته‌بندی قبلی مشخص شوند. تحلیل تشخیصی چندگانه (MDA) برای توصیف تفاوت‌ها و تداخل‌های میان این گروه‌های از پیش تعیین‌شده و همچنین تاکسون‌های تشخیصیِ آن‌ها استفاده می‌شود.

نظام‌های اطلاعات جغرافیایی[4] و سنجش از دور[5]: نقشه‌برداری از روابط

بسیاری از پدیده‌ها در طبیعت نوعی خودهمبستگی مکانی را نشان می‌دهند. یعنی مقدار یک عامل محیطی در یک مکان خاص کاملا با ارزش آن در مکان‌های همسایه ارتباط دارد. چنین روابط مکانی درون و بین عوامل را می‌توان با استفاده از نظام اطلاعات جغرافیایی (GIS) بررسی کرد. نظام اطلاعات جغرافیایی یک نظام مدیریت پایگاه داده است که می‌تواند همزمان داده‌های مکانی را به صورت گرافیکی - یعنی نقشه‌ها یا «چه مکانی» - و داده‌های ویژگی‌های غیرمکانی مرتبط، پیوست منطقی - یعنی برچسب‌ها و توضیحات مختلف نقاط درون نقشه یا «چه چیزی»- را کنترل کند. کاربرد نظام اطلاعات جغرافیایی برای حفاظت از محصول در مزرعه چالش تلفیق داده‌های جمعیت‌شناختی، اقتصادی-فرهنگی و سایر اطلاعات مربوط به

1. Canonical correlation analysis
2. Binary discriminant analysis
3. Multiple discriminant analysis
4. Geographic Information Systems (GIS)
5. Remote Sensing

جوامع انسانی را با داده‌های مربوط به محیط بیوفیزیک و تاکسون‌های هدف نمایان می‌کند.

اطلاعات و پراکنش گونه‌ها و تنوع ژنتیکی مورد توجه ویژه DIVA-GIS[1] است که یک برنامه رایانه‌ای رایگان برای نقشه‌برداری و تجزیه و تحلیل داده‌های جغرافیایی است و برای تعیین الگوهای ژنتیکی، محیط‌زیستی و جغرافیایی در پراکنش گیاهان زراعی و گونه‌های وحشی مفید و کاربردی می‌باشد (هیجمنز و همکاران، ۲۰۰۱) که می‌توان از آن برای تهیه نقشه‌های شبکه‌ای پراکنش تنوع بیولوژیکی جهت یافتن مناطق دارای میزان تنوع زیاد، کم یا مکمل استفاده نمود. نسخه فعلی (۲۰۱۲) امکان مدل‌سازی پراکنش گونه‌ها (مدل‌سازی نیچ اکولوژیکی[2]، مدل‌سازی پوشش اقلیمی[3]) را فراهم می‌کند. برنامه مذکور این مدل‌سازی را با گزینه‌هایی برای نقشه‌برداری و جستجوی داده‌های آب‌وهوایی و پیش‌بینی پراکندگی گونه‌ها برای مدل‌های مختلف آب و هوایی و اقلیمی ترکیب می‌کند.

سنجش از دور (RS) علم به دست آوردن داده‌ها و اطلاعات درباره یک هدف از طریق کسب اطلاعات از دستگاهی معمولا دور از هدف مورد نظر (هواپیماها یا ماهواره‌ها) است. سنجش از دور بر این اصل استوار است که هر جسم فیزیکی روی سطح زمین تابش الکترومغناطیسی را از اشعه ماوراء بنفش (UV) موج کوتاه تا مایکروویو با طول موج بلند جذب یا منعکس می‌کند و منبع نهایی این تابش خورشید است. در مورد گیاهان، مقادیر مختلف کلروفیل در برگ‌ها مقدار مختلفی از تابش نور را جذب می‌کند و به ما این امکان را می‌دهد تا اطلاعاتی در مورد وضعیت فنولوژی گیاهان، نوع گیاه، تاثیر آفات و غیره به دست آوریم. آب و خاک، نور را با توجه به خصوصیات فیزیکی خود جذب و منعکس می‌کنند و بنابراین سنجش از دور می‌تواند اطلاعاتی در مورد وجود یا عدم وجود منابع آب یا درجه رطوبت خاک ارائه دهد. سرانجام داده‌های سنجش از دور می‌توانند مجموعه‌ای از داده‌های جانبی مانند دمای هوا، گسترش سطح سبز و غیره را ارائه دهند که برای مدیریت محیط زیست مفید است.

یک مزیت اصلی داده‌های سنجش از دور این است که می‌توان کلیه اطلاعات ذکر شده فوق را در مناطق وسیعی به دست آورد. به عنوان مثال ماهواره لندست ETM+ می‌تواند یک «منظره» را نشان دهد که منطقه‌ای به ابعاد ۱۸۵×۱۸۵ کیلومتر را با وضوح یا تفکیک‌پذیری مکانی[4] ۳۰ متر در هر پیکسل در بر گیرد. این بدان معنی است که در یک منطقه وسیع و گسترده می‌توان هر ۳۰ متر تفاوت را تشخیص داد. با این حال در بعضی موارد وضوح مکانی ۳۰ متر خیلی درشت و بزرگ است. نسل جدید حسگرها اکنون در دسترس

1. htttp://www.diva-gis.org
2. Ecological niche modeling
3. Climate envelope modeling
4. Spatial resolution

هستند و می‌توانند تصاویری با وضوح چند متر در هر پیکسل را ارائه دهنـد – به عنوان مثال ماهواره‌های اسپات[1] وضوح فضایی متوسطی را از ۲۰ متر تا ۲/۵ متر ارائه می‌دهند و قادر به نقشه‌برداری از پوشش‌های گیاهی در سطح جامعه یا گونه هستند (برای مطالعه درباره حسگرها مقاله زای و همکاران (۲۰۰۸) را مطالعه نمایید).

بنابراین، با توجه به هدف این پژوهش اگر به تجزیه و تحلیل داده‌های سری‌های زمانی علاقه‌مند هستید اولین قدم ارزیابی وضوح مکانی و وضوح زمانی یا «زمان بازنگری[2]» (دوره زمانی بین تکرار عبور از روی جسمی که از راه دور حس می‌شود) است. مرحله بعدی شناسایی شاخص پوشش‌های گیاهی برای تعیین کمیت تراکم پوشش‌های گیاهی برگ سبـز در یک منطقه است که از تصاویر ماهواره‌ای اولیه برون‌یابی می‌شود. احتمالا بیشترین و شناخته‌شده‌ترین شاخص مورد استفاده در پوشش‌های گیاهی شاخص نرمال شده تفاوت پوشش گیاهی[3] (NDVI) است که به ما این امکان را می‌دهد تا تراکم پوشش گیاهی برگ سبز در یک منطقه را تعیین کنیم. مزیت اصلی شاخص نرمال شـده تفاوت پوشش گیاهی (NDVI) این است که سری‌های زمانی بلندمدت (بیش از ۲۰ سال) را در دسترس قرار می‌دهد و جهت استفاده به عنوان یک لایه نظـام اطلاعات جغرافیایی (GIS) یا برای ارزیابی آماری دیـگر آماده هستـند. در زمینه مدیریت محصول، شاخص نرمال شده تفاوت پوشش گیاهی اغلب در ترکیـب با سایر شاخص‌ها برای به دست آوردن بهترین اطلاعات برای مدیریت گیاهان مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد (برای بررسی شاخص‌های پوشش گیاهی در مدیریت گیاهان، نتایج پژوهش‌هاتفیلد و پروگر (۲۰۱۰) را مطالعه نمایید). چندین محصول سنجش از دور به عنوان نقشه‌های آماده استفاده و اغلب رایگان در دسترس هستند (برای دیدن فهرست جزیی منابع در اینترنت به پیوست ب مراجعه کنید). ایراد اصلی محصولات آزاد و رایگان وضوح و تفکیک‌پذیری بسیار پایین آن‌ها است که سبب می‌شود جهت تهیه تصاویر لازم با وضوح بالا نامناسب باشند.

تنوع و عملکرد بوم‌نظام

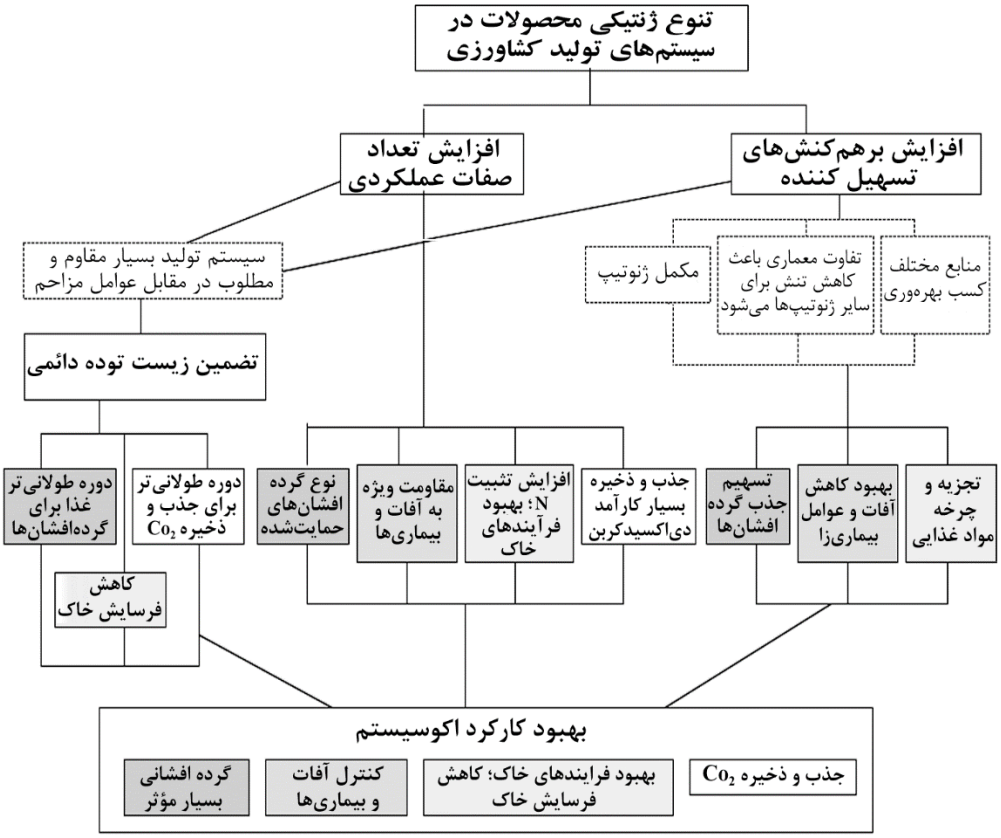
هر بار که گونه یا رقمی در بوم‌نظام‌های کشاورزی به صورت محلی منقرض می‌شود، مسیرهای انرژی و عناصر غذایی از بین می‌روند، در نتیجـه تغییـراتی در اثربخشی و کارآیی بوم‌نظام و توانایی جوامع برای پاسخگویی به نوسانات محیطی ایجاد می‌شـود. خدمات تنظیمی[4] خدماتی هستند که از تنظیم فرآیندهای

1. spot
2. Revisit time
3. Normalized Difference Vegetation Index
4. Regulating services

اکوسیستم مانند ترسیب کربن و تنظیم اقلیم، کنترل آفات و بیماری‌ها، تنظیم آب و گرده‌افشانی به دست می‌آیند. آن‌ها کیفیت آب و کارایی گرده‌افشانی را افزایش می‌دهند و آسیب‌پذیری محصولات را در برابر بیماری‌ها و آفات بندپایان و بلایای طبیعی (سیل، خشکسالی) کاهش می‌دهند. خدمات حمایتی[1] چرخه هیدرولوژیکی، چرخه مواد غذایی خاک و تشکیل خاک را شامل می‌شود. در بوم‌نظام‌های طبیعی رابطه میان تنوع و خدمات تنظیمی و حمایتی اکوسیستم به طور گسترده در مقالات مختلف مورد بررسی قرار گرفته است (دیاز و کابیدو، ۲۰۰۱). اخیرا به نقش بالقوه تنوع زیستی ژنتیکی گیاهان زراعی در بوم‌نظام‌های کشت شده جهت ارائه خدمات تنظیمی و حمایتی اکوسیستم توجه بسیاری شده است. هاجر[2] و همکاران (۲۰۰۸) چارچوبی را برای بررسی نقش بالقوه تنوع ژنتیکی گیاهان زراعی در حمایت از افزایش صفات کارکردی[3] و برهم‌کنش‌های ساختاری برای سایر اجزای زیستی بوم‌نظام کشاورزی ارائه داده‌اند (شکل ۶-۲).

تنوع کارکردی نه تنها به تعداد موجودات مختلف که به ارزش و دامنه صفات موجودات می‌پردازد. صفات کارکردی آن دسته از صفاتی هستند که گونه‌ها را از نظر نقش اکولوژیکی– یعنی نحوه تعامل آن‌ها با محیط و سایر گونه‌ها – معین می‌کنند (دیاز و کابیدو، ۲۰۰۱). برهم‌کنش‌های تسهیل‌کننده[4]، برهم‌کنش‌های مثبتی هستند که در بین گونه‌ها یا ارقام رخ می‌دهند (مولدر و همکاران، ۲۰۰۱). مشخص شده است که تنوع ژنتیکی گیاهان زراعی به صورت مجموعه‌های متنوعی از ارقام سنتی با افزایش تعداد صفات کارکردی و افزایش برهم‌کنش‌های تسهیل‌کننده، تاثیر مستقیمی بر عملکرد و کارکرد اکوسیستم می‌گذارد که به گسترش تنوع زیستی مرتبط در زیر زمین (موجوداتی خاک‌زی) و بالای زمین (گرده‌افشان‌ها) منجر می‌شود. چندشکلی یا پلی‌مورفیسم ژنتیکی گیاهان گلدار در برخی موارد بر رفتار گرده‌افشان‌ها[5] در جستجویشان به دنبال غذا تاثیر می‌گذارد که به نوبه خود ممکن است بر نوع و فراوانی گرده‌افشانی تاثیر بگذارد، بنابراین جمعیت‌های گرده‌افشان‌ها را حفظ می‌کند. نقش تنوع ژنتیکی گیاهان به صورت افزایش تنوع ارقام محصول زراعی در مزارع کشاورزان برای کنترل آفات و بیماری‌ها در فصل هفتم به طور گسترده‌تر مورد بحث قرار گرفته است.

1. Supporting services
2. Hajjar
3. Functional
4. Facilitative interactions
5. Pollinator foraging



شکل ۶-۲. مزایای بالقوه تنوع ژنتیکی گیاهان زراعی به طور مستقیم (افزایش تعداد صفات عملکردی و افزایش برهم‌کنش‌های تسهیل‌کننده) و غیرمستقیم (تضمین زیست‌توده دائمی) باعث افزایش عملکرد و ارائه خدمات اکوسیستم کشاورزی می‌شوند. متن‌های موجود در مستطیل‌های نقطه‌چین برای روشن شدن ابعاد تاثیرات مستقیم و غیرمستقیم در نظر گرفته شده در شکل ارائه شده است. (از هاجر و همکاران (۲۰۰۸) در کشاورزی، اکوسیستم‌ها و محیط‌زیست، توسط elsevier bv، با کسب اجازه از elsevier bv فرمت آن در کتاب یا جزوه درسی از طریق مرکز مجوز حق چاپ تکثیر و بازنشر شده است.)

هاجر و همکاران (۲۰۰۸) استدلال می‌کنند که تنوع ژنتیکی محصولات با افزایش ثبات و پایداری بلندمدت بوم‌نظام در برابر تنش‌های زنده و غیرزنده و تغییرپذیری اجتماعی و اقتصادی، باعث حفظ و نگهداری مداوم زیست‌توده می‌شود، بنابراین سطح خدمات تنظیمی و حمایتی اکوسیستم را به طور غیرمستقیم به صورت ترسیب دی‌اکسیدکربن و کاهش فرسایش خاک افزایش می‌دهد.

همچنان بحث بر سر تعیین سطوح و ابعادی که تنوع ژنتیکی گیاهان زراعی در درون بوم‌نظام‌های کشاورزی به ارائه خدمات اکوسیستم می‌پردازند و به کاهش فقر در بوم‌نظام‌های کشاورزی کمک می‌کنند، و نیز در مورد اینکه چه شیوه‌های مدیریتی امکان استفاده از تنوع ژنتیکی گیاهان زراعی را برای تقویت یا انجام خدمات اکوسیستم دارند ادامه دارد. موضوع دیگر، شناسایی انواع خدمات اکوسیستم منتج شده از منابع ژنتیکی گیاهان زراعی است که توسط کشاورزی ناپایدار در معرض خطر قرار گرفته است.

برای مطالعه بیشتر

Ahrens, C. D. 2012. *Meteorology Today: An Introduction to Weather, Climate, and the Environment,* 10th ed. Brooks/Cole, Belmont, CA.

Brady, N. C., and R. R. Wiel. 2007. *The Nature and Properties of Soils,* 14th ed. Pren- tice-Hall, Upper Saddle River, NJ.

Connor, D. J., R. S. Loomis, and K. G. Cassman. 2011. *Crop Ecology. Production and Management in Agricultural Systems.* Cambridge University Press, Cambridge.

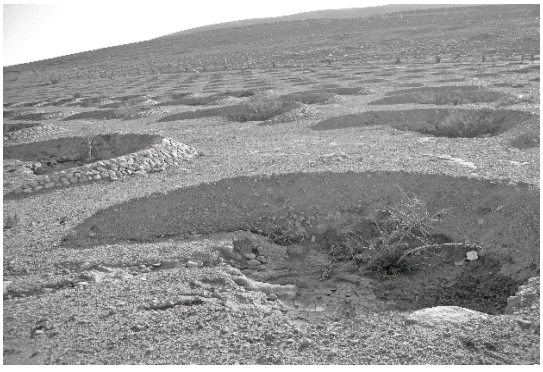
Gleissman, S. 2015. *Agroecology: The Ecology of Sustainable Food Systems,* 3rd ed.CRC Press, Boca Raton, FL.

Hajjar, R., D. I. Jarvis, and B. Gemmill. 2008. "The utility of crop genetic diversity in maintaining ecosystem services." *Agriculture, Ecosystems, and the Environment*123:261–70.

Hillel, D., and C. Rosenzweig, Eds. 2013. *Handbook of Climate Change and Agroeco- systems.* ICP Series on Climate Change Impacts, Adaptation, and Migration, Volume 2. Imperial College Press, London.

Radcliffe, E. B., W. D. Hutchison, and R. E. Cancelado, Eds. 2009. *Integrated Pest Management: Concepts, Tactics, Strategies and Case Studies.* Cambridge University Press, Cambridge.

Radcliffe's *IPM World Textbook* (web based), http://ipmworld.umn.edu/.Sylvia, D. M., J. J. Fuhrmann, P. G. Hartel, and D. A. Zuberer. 2004. *Principles and Applications of Soil Microbiology,* 2nd ed. Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ. Winarto, Y. T. 2004. *Seeds of Knowledge: The Beginning of Integrated Pest Management in Java.* Monograph. Yale Southeast Asia Studies, Yale University Southeast Asia Studies (USA), No. 53.



قاب ۷. اجزای غیرزنده بوم‌نظام‌های کشاورزی دما، خاک، آب، رطوبت نسبی، نور و باد و عوامل زنده شامل انگل‌ها، آفات گیاه‌خوار، رقابت بین گیاهان زراعی و سایر گیاهان و روابط مفید بین گیاهان (همزیستی) مانند موجودات خاکی و گرده‌افشان‌ها را شامل می‌شود. ممکن است کشاورزان برای بهبود شرایط زراعی خود نیاز به مدیریت داشته باشند. سمت چپ بالا: کشاورزان مسیر آب سرد رودخانه را تغییر می‌دهند تا در برابر نور خورشید دمای آن افزایش یابد تا در ارتفاعات، گلدهی برنج زودتر اتفاق افتاده و با روزهای سرد مواجه نشود. در یک کشت نوبتی یا بوم‌نظام‌های کشاورزی دوره‌ای، کشاورزان ممکن است ارقام یا گونه‌های مختلفی را در یک زمین زراعی کشت کنند که این بستگی به تعداد سال‌هایی دارد که این زمین تحت آیش و مرحله تحولی رشد مجدد گیاهان قرار داشته است. سمت راست بالا: خاک‌های سنگ آهکی در یوکاتان مکزیک، جایی که عملیات کشت نوبتی

انجام می‌شود. دانش تجربی سنتی در خصوص نحوه کاشت ذرت، لوبیا و کدو در خاک‌های سنگلاخی از نسلی به نسل دیگر منتقل می‌گردد. فشار جمعیت، میانگین دوره آیش را در این منطقه از ۵۰ سال به ۸ سال کاهش داده و در نتیجه حاصلخیزی خاک کاهش یافته است. پایین سمت چپ: کدو قلیانی (*Lagenaria* sp.) در کنیا توسط زنبورعسل گرده‌افشانی می‌شود. پایین سمت راست: ترمیم منظرهای تخریب شده با انواع ارقام محلی مقاوم در برابر خشکسالی و باد، همراه با روش‌های برداشت آب در نبک[1]، سوریه. عکس‌ها: د. جارویس (سمت چپ بالا، سمت راست پایین و سمت راست بالا)؛ ای. موریموتو[2] (سمت چپ پایین).

1. Nebek
2. Y. Morimoto

“Copyright © 2016Bioversity International”
“CROP GENETIC DIVERSITY IN THE FIELD AND ON THE FARM: PRINCIPLES AND APPLICATIONS IN THE RESEARCH PRACTICES was originally published in English by Yale University Press in 2016 (ISBN 978-0-300-16112- 0). This translation is published by arrangement with Bioversity International.”

فصل ۷

تنوع در محیط‌های نامساعد در سطح مزرعه و سازگاری با آن محیط‌ها

مترجم: هدا لطیفی
hoda.latifi@mail.um.ac.ir

در پایان این فصل خواننده به درکی از موضوعات زیر دست پیدا می‌کند:

- سازگاری با تنش‌ها در محیط‌های نامساعد.
- راهبردهای مختلف برای گسترش تنوعِ در مزرعه برای کنترل تنش‌های زنده[1] و غیرزنده[2].
- روش‌هایی که بتوان از طریق آن‌ها چگونگی بکارگیری تنوع توسط کشاورزان را برای مدیریت عوامل زنده و غیرزنده ارزیابی کرد.
- مفاهیم آسیب‌پذیریِ ژنتیکی مربوط به تنوع ژنتیکی در مزرعه: اندازه‌گیری آسیب بالقوه در مقابل آسیب واقعی.

در فصل ششم محیط عمومی کشاورزی که ارقام سنتی گیاهان زراعی در آن کشت می‌شوند، مورد بحث قرار گرفت. در این فصل محیط‌هایی معرفی می‌شوند که دارای ویژگی شرایط حدی[3] زنده یا غیرزنده هستند و بر سازگاری و مدیریت ارقام زراعی در چنین محیط‌هایی تمرکز خواهد شد. این محیط‌ها که معمولا محیط‌های تنش[4] نامیده می‌شوند، مناطقی با شرایط نامساعد برای رشد گیاهان که ظرفیت تولید و معیشت کشاورزان خرُده‌پا را تهدید می‌کنند.

1. Biotic
2. Abiotic
3. Extremes
4. Stress environments

تکامل ارقام گیاهان زراعی در محیط‌های پُرتنش[1]

ترکیب شماری از فرآیندهای تاریخی سبب گردیده تا ارقام سنتی در حمایت از معیشت کشاورزان در مناطقی که دارای تنش‌های محیطی بسیاری هستند، نقش بنیادی داشته باشند (به فصل‌های ۲، ۸ و ۹ مراجعه نمایید). چنین تنش‌هایی با تاثیر گذاشتن بر تولید و حفظ تنوع درون‌گونه‌ای[2] سبب شده تا ظرفیت ارقام زراعی برای مقابله تنش‌ها افزایش یابد. در محیط‌های با شرایط حدی اکولوژیکی[3] مجموعه‌ای از ویژگی‌ها یا مجموعه‌ای سازگار، امکان بقا را فراهم می‌آورد. در چنین شرایطی سازگاری به این بستگی دارد که ارقام سنتی در زیستگاه‌هایی با شرایط سخت اکولوژیکی، واجد ژنوتیپ‌های خاصی باشند که باعث شود یک تنش خاص را تحمل کنند (برای مثال ژنوتیپ مقاوم در برابر بیماری).

ژنوتیپ‌های متحمل[4] نیز ممکن است وسیعا با طیف گسترده‌ای از محیط‌ها سازگار شده و با انعطاف‌پذیری فنوتیپی[5] (ظرفیت یک ژنوتیپ واحد برای بروز فنوتیپ‌های متغیر در محیط‌های مختلف) کنار بیایند. تغییرات ژنتیکی طی روند سازگاری همچنان اتفاق می‌افتد تا زمانی که جمعیت‌ها به دلیل تغییر محیط و یا انتقال گیاه به محیط جدید، فشارهای انتخاب و گزینش جدیدی را تجربه کنند. جمعیت‌های آبی و دیم باقلا در مراکش مشخصات ژنتیکی متمایزی دارند که نشان‌دهنده فشارهای مختلف انتخاب طبیعی است که هر جمعیت با آن‌ها روبرو است (سادیکی، ۱۹۹۰).

ارقام سنتی و تنش‌های محیطی

ارقام سنتی در مزارعی تکامل می‌یابند که اغلب تحت تنش‌های زیادی قرار دارند. بسیاری از محققان به اهمیت غنای تنوع ژنتیکی برای مقاومت در برابر تنش در بین ارقام سنتی گیاهان زراعی اشاره کرده‌اند (تشوم و همکاران، ۲۰۰۱؛ نیوتن و همکاران، ۲۰۱۰). در این شرایط، مقاومت به تنش تطبیقی را می‌توان با مقایسه توانایی یک ژنوتیپ برای بقا و حفظ باروری در مزارع کشاورزان، در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها یا ارقام همان گونه اندازه‌گیری کرد. ارقام سنتی ممکن است تحت عوامل تنش چندگانه تکامل یافته باشند. یک رقم بومی سازگار با تنشی مانند سمیّت آلومینیوم، ممکن است سازگاری مفیدی با تنش‌های دیگر مانند شوری و کمبود مواد تغذیه‌ای داشته باشد. به طور معمول وقتی که هر دو ژنوتیپ کم‌تحمل و ژنوتیپ

1. Stress-prone environments
2. Intraspecific diversity
3. Extreme environments
4. Tolerant
5. Phenotypic plasticity

متحـمل در کرت‌های کم‌تنـش رشـد می‌کنند، عملـکرد ژنوتیپ‌های کم‌تحمل بالاتر از ژنوتیپ‌های مقاوم است. کشاورزان در مناطق پرتنش باید بسیار توجه داشتــه باشند تا گونه‌های ناسازگار یا بسیار حساس که اغلب در شرایط نامساعد یا در مناطق مستعد بیماری موفق عمل نمی‌کنند را معرفی نکنند و این کار همچنین می‌تواند تنوع ژنتیکی محلی را به خاطر ویژگی‌های مورد نظر کشاورزان از بین ببرد. در مواجهه با احتمال از دست دادن گونه‌های اصلی مقاوم در برابر تنش، مدیریت تنوع مناسب یک گیاه خاص یکی از مولفه‌های مهم در راهبردهای معیشتی کشاورزان در محیط‌های تولید تحت تنش است.

اندازه‌گیری تنش و پاسخ

متخصصان فیزیولوژی و به‌نژادگران گیاهان زراعی طیف وسیعی از رویکردها و روش‌ها را برای اندازه‌گیری درجه تنش و پاسخ گیاهان ایجاد کرده‌اند. شناسایی علت تنش همچنان امری بسیار دشوار است. اساسی‌ترینِ آن‌ها متغیرهای آب و هوایی و محیــط مزرعه است. برای مقایسه و ایجاد الگوهای تغییر، باید این متغیرها در بسیاری از مکان‌ها و زمان‌ها در نسبت با چرخه زراعی و ناهمگنی مزارع کشاورزان جمع‌آوری شوند (به فصل ۶ مراجعه نمایید). مقادیر در طول زمان و مکان امکان تخمین میانگین‌ها و واریانس‌ها را فراهم می‌کنند و محیط تنش را نسبت به محیط بی‌خطر مقیاس‌بندی، درجه‌بندی و تعیین می‌کنند. سرانجام پاسخ گیاه زراعی در بهره‌وری گیاه، یا سود اقتصادی کشاورز مشهود است. در طول رشد گیاهان متغیرهای شاخص از ابزارهایی استفاده می‌کنند که میزان فلورسانس کلروفیل و تبادل گاز فتوسنتزی یا صفات مورفولوژیک را اندازه می‌گیرند که تنش خاصی را تعدیل می‌کنند (برای مثال میزان لوله شدن برگ[1] و تنش خشکی، پژوهش تایز و زیگر (۲۰۱۰) که اخیرا به نام کتاب فیزیولوژی گیاهی به روز شده است را مطالعه نمایید). تبدیل مقادیر متغیر اصــلی (عملکرد) به دســت آمده در آزمایش‌های مزرعه‌ای یا گلخانه‌ایِ تکرار شونده به یک معیار تنش، مسئله کلی مقایسه ژنوتیپ‌ها را پیش می‌کشد. ژنوتیپ‌هایی که عملکرد متوسط و در عین حال انعطاف‌پذیری دارند، در همه محیط‌ها عملکرد متفاوتی نسبــت به ژنوتیپ‌هایی دارند که فقط در شرایط مطلوب و مساعد شکوفا می‌شوند. برخی از ژنوتیپ‌ها ممکن است در برابر تنش خاصی مقاوم باشند، اما در محیط‌های مناسب عملکرد خوبی ندارند.

برای تعریف شاخص پاسخ تنش[2]، Y_s را به عنوان مقدار عملکرد در کرت‌های تحت تنش و Y_c را برای عملکرد در کرت‌های شاهد در نظر می‌گیریم. این مقادیر ممکن است برای یک جمعیت یا رقم خاص در

1. Leaf rolling
2. Index of stress response

یک نمونه از بسیاری از جمعیت‌ها تخمین زده شود که همچنین می‌تواند تیپ‌های مختلف ژنتیکی، به علاوه لاین‌های شاهد با واکنش مشخص در آزمایش را در بر گیرد. میانگین عملکرد[1] (MY) را به عنوان میانگین مقادیر برای هریک از ورودی‌های مختلف در آزمایش تعریف می‌کنیم. میانگین مقادیر همه این ورودی‌ها از کرت‌های تحت تنش، MY_s است و از کرت‌های شاهد، MY_c است. چنانکه که دودیگ و همکاران[2] (۲۰۱۲) می‌گویند، یک شاخص حساسیت به تنش (SSI)[3] را به صورت زیر تعریف می‌کنیم:

$$SSI = [I - Y_s / Y_c] / [I - (MY_s / MY_c)]$$

این شاخص یا شاخص‌های مشابه می‌کوشد میان عملکرد تحت تنش Y_S و عملکرد تحت شرایط شاهد و استانداردسازی آن در برابر حساسیت متوسط برای کل نمونه جمعیت‌های تحت آزمایش رابطه ایجاد کند. با توجه به اینکه نمونه بزرگی از لاین‌ها در هر آزمایش گنجانده می‌شود، می‌توان مقادیر SSI را با آزمایش‌های تکراری مقایسه کرد. شاخص تحمل تنش (STI)[4] را می‌توان به صورت زیر تعریف کرد:

$$STI = Y_s \times Y_c / (MY_c)^2$$

این فرمول مسئله دیگری را در اندازه‌گیری تنش نشان می‌دهد، یعنی اینکه اگر Y_c کم باشد، نسبت مقاومت (Y_s/Y_c) زیاد است. میانگین هندسی عملکرد[5] یک معیار سازش است که در مقابل ژنوتیپ‌هایی که فقط در شرایط مساعد شکوفا می‌شوند یا آن‌هایی که مقاوم هستند اما در محیط‌های مناسب عملکرد ضعیفی دارند، به نفع ژنوتیپ‌های با عملکرد متوسط و در عین حال انعطاف‌پذیر وارد عمل می‌شود. میانگین هندسی عملکرد به صورت nاُمین مجذور حاصل از nاُمین اندازه‌گیری محاسبه می‌شود. برای مثال، اگر دو اندازه‌گیری عملکرد (۲ کیلوگرم در هکتار و ۸ کیلوگرم در هکتار) وجود داشته باشد، متوسط عملکرد ۵ کیلوگرم در هکتار و میانگین هندسی عملکرد مجذور مربع ۴= (۸×۲) خواهد بود.

تنش غیرزنده و تنوع ژنتیکی گیاهان زراعی

در هریک از مزارع، طیف گسترده‌ای از عوامل آب و هوایی، خاک و فیزیوگرافی ممکن است در سطوحی باشند که بر رشد گیاه و بهره‌وری محصول زراعی تاثیر بگذارند و از این رو معیشت کشاورز را تحت تاثیر قرار دهند. کشاورزان ارقامی را ترجیح می‌دهند که در برابر این تاثیرات مقاومت نشان می‌دهند یا به عنوان

1. Mean yield
2. Dodig et al.
3. Stress susceptibility index
4. Stress tolerance index
5. Geometric yield

ارقام مقاوم شناخته می‌شوند، به ویژه اگر این مقاومت با حداقل کاهش عملکرد، کیفیت یا ارزش اقتصادی به دست آید (به فصل‌های ۸ و ۹ مراجعه نمایید). ارتفاع، شیب، جهت و زهکشی مزرعه چهار ویژگی مهم فیزیوگرافیک هستند که ابعاد هر مزرعه یا کشتزار خاص مورد مطالعه را توصیف می‌کنند (به فصل ۶ مراجعه نمایید). آن‌ها داده‌ها و اطلاعات کلیـدی هر مطالعه هستند که باید جمع‌آوری شوند. این ویژگی‌ها خود عوامل تنش نیستند، اما می‌توانند به عنوان متغیرهای شاخصِ تنش غیرزنده عمل کنند، زیرا از طریق یک یا چند عامل تنش‌زا (که در ادامه به آن‌ها پرداخته می‌شود) فعال خواهند شد.

راهبردها یا ویژگی‌های مقاومت در برابر تنش‌های غیرزنده سه نوع کلی را شامل می‌شوند: گریز، اجتناب، تحمل. اگر مراحل حساس زندگی گیاه قبل از وقوع شرایط تنش یا بلافاصله پس از شروع آن تکمیل شود، محصول ممکن است از تنش بگریزد. زمان کاشت ابزاری است که کشاورزان برای گریز از تنش‌ها از آن بهره می‌برند. برای مثال، هماهنگی دقیق زمان کاشت سورگومِ در فصلِ خشک در کامرون، با پایان فصل بارانی بسیار حایز اهمیت است و کشاورزان با نشا کردن بذرهایی که نخست در خزانه‌ها کشت می‌شود، به این مهم دست می‌یابند (سولر و همکاران، ۲۰۱۳).

اجتناب از تنش، مشابه گریز از تنش است، اما از طریق ویژگی‌ها و ساخـتارهای خاص گیاه به دست می‌آید. سازوکارهای اجتناب، از مواجهه با تنش جلوگیری می‌کنند (برای مثال، تغییر در مورفولوژی برگ یا جهت‌گیری برگ). سازوکارهای اجتناب را می‌توان در غیاب عامل تنـش به کـار گرفت. از طرف دیگر، صفـات متحمل به تنـش که تحمل به تنش را تعدیل می‌کنـند، توسـط خودِ تنش ایجاد می‌شوند و به دنبال کاهش تاثیر آن هستند. برای مثال، سازوکارهای مرتبط با اجتـناب از یخزدگی معمولا در خودِ ویژگی‌های فیزیکی گیاهان وجـود دارنـد، مانند قسمت‌هایی در گـیاه که یخ درون آن‌ها تشکیل می‌شود، در حالی که سازوکارهای تحمل انجماد معمولا سازگاری‌های بیوشیـمیایی هسـتند که توسط مجموعه خاصی از ژن‌ها تنظیم می‌شوند (گوستا و ویسنییوسکی، ۲۰۱۳).

هیچ سازوکار مقاومتی واحدی برای تنش غیرزنده وجود ندارد و هر نوعی از سازگاری می‌تواند بر پایه سازوکارهای مختلفی شکل گیرد. در حالی که تحقیقات ژنومیک بسیاری از ژن‌هایی را یافته است که به بیش از یک تنش پاسخ می‌دهند، بیان ژن‌های دیگر بسیار اختصاصی‌تر است و با یک تنش برانگیخته می‌شود (سکی و همکاران، ۲۰۰۷). نه‌تنها پاسخ‌های ژنی به هر تنش مختلف (غیرزنده و زنده) همپوشانی دارند، بلکه به دلیل فعل و انفعالات در سطح مولکولی، موقعیت‌های چند تنشی پاسخ‌هایی را به وجود می‌آورند که بیش

از یک پاسخ اضافی هستند. آتکینسون و اونوین[1] (۲۰۱۲) خواستار تمرکز فراگیرترِ تحقیقات در مورد تنش گیاهی شده‌اند؛ تحقیقات فراگیرتری که قادر به شناسایی تنظیم‌کننده‌هایی اصلی باشند که بسیاری از پاسخ‌ها به تنش‌های غیرزنده و زنده را به یکدیگر مرتبط می‌سازند.

تنش خشکی

خشکی در نتیجه درجه حرارت بالا و رژیم کمبود رطوبت به وجود می‌آید. تنش خشکی یا تنش کمبود آب هنگامی ایجاد می‌شود که غشاهای سلولی آب خود را از دست بدهند، عمل دو لایه لیپیدی مختل شود، تخلخل افزایش یابد و یکپارچگی و عملکرد غشا مختل گردد. هیچ سازوکار واحدی برای مقاومت در برابر تنش خشکی در سطح کل گیاه یا ژنی واحد وجود ندارد (بلوم، ۲۰۰۴). تقریبا هر جنبه از فیزیولوژی گیاه و متابولیسم سلولی تحت تاثیر این تنش قرار می‌گیرد (ماهاجان و توتجان، ۲۰۰۵). اگر مراحل حساس رشد در حالی به پایان برسد که هنوز کمبود آبی وجود ندارد، گریز از خشکی حاصل می‌شود. صفات اجتناب از خشکی شامل یک نظام ریشه است که از لایه‌های عمیق خاک آب استخراج می‌کند و با حداقل آسیب به محصول، تبخیر و تعرق را کاهش می‌دهد. تعدیل اسمزی[2] یا تجمع املاح خالص در سلول در پاسخ به کاهش توانشِ آب محیط سلول، یک مثال از ویژگی تحمل به خشکی است، که از طریق آن و جهت حفظ فشار تورژسانس[3]، توانشِ اسمزی سلول در جذب آب را کاهش می‌دهد. این ویژگی اجتناب از کمبود آب یا دهیدراسیون در مقابل تنش و سازگاری با آن مهم است، چنانکه با عملکرد تحت تنش در ارتباط است (بلوم، ۲۰۱۱a). صفات متغیر مرتبط با تحمل به خشکی و اجتناب از آن می‌تواند بنیادین[4] باشد؛ یعنی میان ژنوتیپ‌ها تمایز گذارد، یا القایی[5] باشد و بسته به مرحله چرخه زندگی تغییر کند. تنش خشکی به خودی خود از نظر طول مدت، زمان و شدت آن متغیر است و نتیجه آن تغییر ژنتیکی زیاد توسط محیط (G×E) است.

پاسخ به خشکی، در اصل، به راحتی در آزمایش‌های گلخانه‌ای یا مزرعه‌ای در سطح جمعیت اندازه‌گیری می‌شود که در آن یک کرت با محدودیت آب («خشکی») با یک کرت «شاهد» مقایسه می‌شود که در آن سطح رطوبت به روش اندازه‌گیری شده آبیاری می‌شود. برآورد تغییرپذیری پاسخِ گیاه به گیاه در یک

1. Atkinson and Unwin
2. Osmotic adjustment
3. turgor pressure
4. Constitutive
5. Inducible

جمعیت بسیار دشوار است، زیرا تیمار خشکی و کرت شاهد باید بر اساس همان ژنوتیپ منحصربه‌فرد اندازه‌گیری شوند. این امر در محصولاتی مانند سیب‌زمینی که به صورت کلونی تکثیر می‌شوند (برای مثال، کابلو و همکاران، ۲۰۱۲) و یا محصولات غله‌ایِ خودگرده‌افشان کمتر مسئله‌ساز می‌شود. استفاده از والدین یک گیاه که به عنوان ماده آزمایشی از میان یک جمعیت استخراج شده باشد، یک روش بهینه برای گیاهان زراعی خودگرده‌افشان خواهد بود، اما این روش مستلزم اختصاص منابع است و به ندرت انجام می‌شود. به طور معمول، عملکرد، پایداری عملکرد و شاخص‌های تحمل ارقام سنتی نه در سطح گیاهان منفرد، بلکه به عنوان واحدهای نمونه توده‌ای واحد و طی چندین سال ارزیابی می‌شود (برای مثال، دودیگ و همکاران ۲۰۱۲). در بسیاری از مطالعاتِ تحمل خشکی در ارقام سنتی، بر خلاف دیدگاه کشاورز برای مقابله با تنش‌های محیطی محلی با نهاده‌های محلی، دیدگاه به‌نژادگر این است که منابع ژنی تحمل یا جلوگیری از کمبود آب را شناسایی کند (بلوم، ۲۰۱۱b).

در مرکز ایالت یوکاتان[1] در مکزیک، رویدادی به نام «کانیکولا[2]»، رویدادی آب و هوایی است که معمولا کشاورزان ذرت‌کار را با مشکل روبرو می‌کند، و طی آن یک دوره خشک با مدت زمان متغیر اغلب در اواخر ژوئیه یا آگوست در طول فصل بارندگی ظاهر می‌شود. دو دوره حیاتی نیاز به رطوبت برای محصول ذرت وجود دارد؛ نخست در هنگام ظهور گل‌آذین نر[3] و مرحله ظهور رشته‌های ابریشمی[4] برای باروری گرده و قدرت پذیرش گل ماده، و دوم در هنگام پر شدن دانه. تنش خشکی در این دوره‌ها باعث کاهش عملکرد ذرت می‌شود. ارقام ذرت با چرخه کوتاه و طولانی، دو روش کنار آمدن با پدیده کانیکولای سالانه را به ظهور رسانده‌اند. ارقام زودرس ذرت، مانند نال‌تیل[5] که در هفت هفته پس از کاشت بالغ می‌شوند، با تکمیل گلدهی و بلوغ خوشه قبل از پدیده کانیکولا و در سال‌هایی که کاشت زودهنگام شروع می‌شود یا زمانی که پدیده کانیکولا با تاخیر آغاز می‌شود، از تنش خشکی می‌گریزند. در ارقام دیررس‌تر ذرت یوکاتان، مانند اکس‌نوک[6] و تسیت‌باکال[7]، که بلوغ و رسیدگی آن‌ها ۳/۵ تا ۴ ماه طول می‌کشد، گیاه نابالغ قادر است چندین هفته خشکی را تحمل کند و مجدد پس از رفع خشکی به رشد ادامه دهد (توکسیل و همکاران، ۲۰۱۰).

1. Yucatán
2. Canícula
3. Tasseling
4. Silking
5. Nal t'eel
6. X-nuuk nal
7. Ts’íit bakal

تنش سرما

دمای بسیار پایین، یخبندان، آب سرد و تگرگ فشارهای شدیدی بر گزینش گیاهان زراعی وارد می‌کند و گونه‌های زراعی را که قادرند در چنین مکان‌هایی رشد کنند و به همراه آن، تنوع رقمی را بسیار محدود می‌کند. برای مقاومت در برابر یک تنش حاد (برای مثال، رویداد یخزدگی) در مقابل یک تنش طولانی‌مدت (یک دوره طولانی تنش یخزدگی یا محصور شدن با یخ) به سازوکارهای سازگاری متفاوتی نیاز است. اصطلاح «صدمات ناشی از سرمازدگی[1]» نمود بصری اختلال عملکرد سلولی در گیاهان گرمسیری را هنگام مواجهه با دماهای سرد، معمولاً در محدوده صفر تا ۱۵ درجه سانتی‌گراد توصیف می‌کند.

صدمات ناشی از سرمازدگی می‌تواند در مناطق اقلیمی مختلف به میزان قابل توجهی متفاوت باشد. در اقلیم‌های گرمسیری، صدمات ناشی از سرمازدگی می‌تواند در دمای ۱۵ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد رخ دهد که عمدتا باعث عقیم شدن گرده می‌شود. برای مثال، صدمات ناشی از سرمازدگی در برنج می‌تواند از هوای خنک و آب سرد آبیاری ناشی شود که ممکن است بر مراحل رشد محصول تاثیر بگذارد. اصطلاح «تحمل سرما[2]» معمولا برای توصیف پاسخ گیاه به دمای یخزدگی و ظرفیت عملکرد گیاهان در دمای کمتر از حد مطلوب به کار می‌رود. سازوکارهای مقاومت در برابر سرما (توانایی گیاهان در مناطق معتدل برای بقا در دمای زیر صفر) می‌تواند در یک گیاه خاص، مثلا بافت تاج در مقابل بافت برگ، یا ریشه در مقابل بافت ساقه در غلات متفاوت باشد. گوستا و ویسنییوسکی[3] (۲۰۱۳) در بررسی اخیر خود درباره سازگاری گیاهان با سرما در مناطق معتدل و اقلیم آلپ، بر تنوع سازوکارها تاکید دارند. آن‌ها معتقد هستند که سنجش‌های آزمایشگاهی تحمل باید زمینه را در نظر بگیرند، زیرا سازوکارهای نشان داده شده در آزمایش‌های گلخانه‌ای ممکن است شاخص‌های ضعیفی از پاسخ واقعی مزرعه باشند.

بیشتر گزارش‌های مربوط به تحمل تنش سرما در ارقام سنتی، از بررسی مجموعه‌های بانک ژن و با استفاده از نمونه‌گیری در مقیاس گسترده در میان مناطق یا کشورها و به منظور ایجاد منابع ژنتیکی لازم برای به‌نژادی یا اصلاح گیاهان به دست آمده است. در مورد تنوعِ تحمل در سطح محلی و جامعه تحقیقات نسبتا کمی انجام شده است. یک استثنا کار پژوهشی لی و همکاران[4] (۲۰۰۴) است که طی آن دریافته شد که در سازوکارهای تحمل سرما در ارقام سنتی برنج در پنج منطقه کشت برنج در یونانِ[5] چین تفاوت قابل توجهی

1. Chilling injury
2. Chilling resistance
3. Gusta and Wisniewski
4. Lee et al.
5. Yunnan

وجود دارد. مورد دوم کار پژوهشی استاپیت[1] (۱۹۹۴) است که با تجزیه و تحلیل فلورسانس کلروفیل و توانایی بازتولید ریشه، موفق شد برنج بسیار متحمل نسبت به سرما را از طریق ژرم‌پلاسم بومی شناسایی کند (مانند کوموارنگ، کالوپاتل، تاکمار، جاملی مارشی، سینجالی، راکسالی، آته، هیمالی، ستوبهانکانده، فالام و بهاته[2]). خاستگاه همه این مواد در مناطق تپه‌ای نپال در ارتفاعات بین ۱۲۰۰ تا ۲۶۰۰ متر از سطح دریا بوده است.

در ارتفاعات بولیوی، در هر دو رقم مدرن و محلی کینوا[3]، درجات مختلف تحمل به سرما دیده شده است و ارقام محلی واجد بیشترین میزان تحمل به سرما بوده‌اند (بونیفاچو، ۲۰۰۶). گیاهانی که تحت عنوان حساس دسته‌بندی شده‌اند، از دره‌هایی می‌آیند که تقریبا تنش سرما در آنجا رخ نمی‌دهد، در حالی که ارقام سنتی متحمل معمولا در مناطقی رشد می‌کنند که بسیار سرد است. در همان مطالعه مشخص شدکه ارقام سنتی کینوا با برگ‌های کوچک، دمبرگ‌های کوتاه، زاویه الحاق کوچک دمبرگ و ساقه انعطاف‌پذیر، در برابر تگرگ مقاوم هستند.

تنش گرمایی

تنش گرمایی از طریق مقادیر آستانه گرما که در مراحل مختلف رشد گیاه به‌طور قابل توجهی تغییر می‌کند، رشد گیاه را در تمام مراحل تولید خود تحت تاثیر قرار می‌دهد (وحید و همکاران، ۲۰۰۷). بعضی از گیاهان زراعی برای رسیدن به گرما نیاز دارند. سازگاری با تنش گرما یک فرآیند فعال است که طی آن مقادیر قابل توجهی از منابع گیاه به نگهداری ساختاری و کارکردی اختصاص می‌یابد تا گیاه از خسارات ناشی از تنش گرمایی بگریزد. نخل خرما با دماهای بالا سازگار است. با این حال، گرمای بیش از حد طی یک دوره طولانی و در طی مراحل رشد میوه به طور مستقیم بر کیفیت میوه خرما تاثیر می‌گذارد. کشاورزان برای محدود کردن دوره مواجهه با گرمای شدید، ارقام خرمای زودرس را انتخاب می‌کنند، بنابراین برای جلوگیری از تنش گرمای بیش از حد تحمل، تنوع ژنتیکی را کنترل می‌کنند. وزش باد شدید و مکرر در این مناطق می‌تواند تنش گرمایی را تشدید کند. نخل خرما با نظام ریشه‌ای بسیار قدرتمند و نیمرخ محدود، یکی از گونه‌های میوه‌ای است که در برابر وزش باد مقاوم است. تنوع در ارقام سنتی در برابر ریزش میوه یا

1. Sthapit
2. Chhomorong, Kalopatle, Takmare, Jumli Marshi, Sinjali, Raksali, Atte, Himali, Seto Bhankunde, Phalame, and Bhatte
3. Quinoa

گل در دوره‌های باد شدید باعث شده است که برای محافظت از سایر ارقام، غالبا ارقام سنتی در اطراف مزارع کاشته شود (روما و همکاران، ۲۰۰۶).

شرایط نامطلوب خاک: شوری، اسیدیته، محتوای کم عناصر غذایی، سمّیت

شماری از ژن‌های تعدیل‌کننده تحمل به تنش ناشی از عوامل مربوط به خاک مانند نیتروژن کم، نمک، سمّیت آلومینیوم و اسیدیته شناخته شده است و نشان می‌دهند که احتمالا در یک جمعیت واحد، پاسخ‌های متنوعی به تنش ناشی از این عوامل وجود دارد. مزارع کشاورزان از نظر ویژگی‌های خاک احتمالا ناهمگن هستند و این امر شناخت گیاهان متحمل را در جمعیت ترکیبی دشوارتر می‌کند. از طرف دیگر، ممکن است تنش‌های خاک در مقیاس ریز در قطعات یک زمین زراعی رخ دهد و فرصتی را برای کشاورزان فراهم آورد تا ژنوتیپ‌های متحمل را به طور نسبی تشخیص دهند. تنش شوری شامل سه مولفه اصلی است: دفع Na (+)، تحمل Na (+) در بافت‌ها، و تحمل اسمزی. ویتکامب[1] و همکاران (۲۰۰۸) به طور جامع به بررسی اصلاح مقاومت در برابر خشکی، شوری، کمبود نیتروژن و سمّیت آلومینیوم پرداخته‌اند. کارآیی مصرف نیتروژن[2] (NUE) گیاهان که محصول کارآیی جذب و کارآیی مصرف است، به تعیین ظرفیت تولید گیاهان در شرایط کمبود نیتروژن کمک می‌کند و با نسبت عملکرد دانه تولید شده به ماده معدنی نیتروژن موجود در خاک و کود اندازه‌گیری می‌شود. گیاهان می‌توانند از نیتروژن جذب شده با کارآیی بیشتر استفاده کنند، که به معنی کار بیشتر با صرف منبع کمتر است (افزایش کارآیی مصرف)، یا می‌توانند مقدار نیتروژن بیشتری از خاک جذب کنند (افزایش کارآیی جذب). تنوع در فنوتیپ‌های ریشه، در سطح کارآیی مصرف نیتروژن متجلی می‌شود (گارنت و همکاران، ۲۰۰۹)، در حالی که بین فیزیولوژی ریشه، فعالیت بیوتای[3] (موجودات زنده) خاک و در دسترس بودن نیتروژن در مقیاس‌های مختلف موثر بر بهره‌وری گیاه رابطه وجود دارد (جکسون و همکاران، ۲۰۰۸). تنوع ژنتیکی قابل توجهی برای کارآیی مصرف نیتروژن در ارقام سنتی وجود دارد. مطالعات مربوط به گندم دوروم نشان داده است که کارآیی جذب بالاتر در ارقام سنتیِ تحت شرایط کمبود نیتروژن، نسبت به نمونه‌های مدرن گندم دوروم افزایش یافته است (آیادی و همکاران، ۲۰۱۲). با این حال، ارقام اصلاح شده در مقایسه با نمونه‌های بومی، با افزایش دسترس‌پذیری به نیتروژن در خاک، سازگارتر بودند.

1. Witcombe
2. Nitrogen utilization efficiency
3. Biota

در بین و درون جمعیت‌های مختلف ارقام سنتی در مناطق ساحلی ویتنام (لانگ و همکاران، ۲۰۰۹) و بنگلادش (لیزا و همکاران، ۲۰۰۴) درجه بالایی از تنوع در تحمل نمک دیده شده است. در استان نام‌دین[1] ویتنام، روستاهای کین‌تان[2] و دونگ‌لاک[3] در اکوسیستم دشت کم‌ارتفاع، برنج در دلتای رودخانه سرخ، با برخی از مناطق خاک شور و خشکی واقع در مرز دریا همسایه هستند. برای انتخاب بهترین ارقام برای مقابله با تنش شوری، کشاورزان معمولا وضعیت گیاهان را در مزارع ارزیابی می‌کنند. بنابر عقیده آن‌ها مرحله پنجه‌زنی[4] و مرحله آبستنی[5] برنج، مراحل بحرانی برای شوری و تنش اسیدی هستند. کشاورزان از ویژگی‌هایی مانند رنگ ریشه (سفیدِ سالم در مقابل سیاه) و قدرت نظام ریشه و رنگ برگ (سبزِ سالم در مقابل زرد) و سطح رشد برگ هنگامی که گیاهان در مرحله ۳۰ روزه پس از کاشت و مرحله آبستنی هستند، استفاده می‌کنند (هیو و همکاران، ۲۰۰۶).

آب اضافی یا سرک

سیلاب برای بسیاری از اکوسیستم‌ها در سراسر جهان یک تنش محیطی محسوب می‌شود. سیلاب گرچه ممکن است منبع مهمی از مواد غذایی گیاهی باشد، اما می‌تواند باعث کمبود اکسیژن یا تنش اکسیژن شود. هیپوکسی[6]، تنفس را به مسیرهای بی‌هوازی تغییر داده و تغییرات بیوشیمیایی نامطلوبی را آغاز می‌کند. برای گریز از کمبود اکسیژن، گیاهان ممکن است از نظر ساختمان، متابولیسم، یا کشیدگی[7] متفاوت باشند. گیاهان می‌توانند این فرآیندها را در پاسخ به کمبود اکسیژن تغییر دهند و یا با سکون طولانی شرایط غرقابی را تحمل کنند. افزایش سطح دریا و افزایش طغیان‌های دوره‌ای منبعث از آن، در مناطق جلگه‌ای و دشت‌های سیلابی که قبلا حاصلخیز بوده‌اند، شیوع بیشتری خواهد یافت (سرکار، ۲۰۱۰). برنج که یک محصول غالب در محیط‌های مستعد سیلاب است، احتمالا تحت تنش بیشتری قرار خواهد گرفت و مشخص شده است که ارقام سنتی برنج حامل ژن‌های متحمل هستند (سینگ و همکاران، ۲۰۱۰). تنوع ژنتیکی در صفاتی که دسترس‌پذیری اکسیژن را در هنگام سیلاب بهبود می‌بخشند، منابع ارزشمندی را برای بهبود مقاومت محصول

1. Nam Dinh
2. Kien Thanh
3. Dong Lac
4. Tillering

۵. Booting: نخستین نشانه از ورود برنج به مرحله زایشی متورم شدن ساقه برگ به دلیل وجود خوشه در حال رشد می‌باشد که این مرحله را به اصطلاح مرحله آبستنی می‌نامند (مترجم).

6. Hypoxia
7. Elongation

در اینگونه شرایط محیطی فراهم می‌کند؛ شرایطی که با گرمتر شدن کره زمین افزایش می‌یابد (بیلی-سرس و ووسنک، ۲۰۰۸). برای مثال، در امتداد نظام‌های عمده رودخانه‌های جنوب شرقی آسیا و غرب آفریقا، کشاورزانی که در مناطق سیلابی کار می‌کنند، به ارقامی از برنج بومی اتکا دارند که این ارقام در طول فصل رشد که ممکن است سطح آب چندین متر تغییر می‌کند، قادرند هجوم زیاد سیلاب فصلی را تحمل کنند.

افزایش دی‌اکسیدکربن (CO_2)

طی انجام تحقیقات در مورد گندم، برنج، سویا و لوبیا، از جمله عملکرد دانه در لوبیا (بونس، ۲۰۰۸؛ همچنین به فصل ۶ مراجعه نمایید)، تنوع درون‌گونه‌ای در پاسخ گیاهان به افزایش دی‌اکسیدکربن مورد شناسایی قرار گرفته است. چنین مطالعاتی نشان می‌دهد که تنوع ژنتیکی برای به‌نژادگرانی که از آن برای پاسخگویی به دی‌اکسیدکربن در محصولات عمده انتخاب می‌کنند تا از اثر کوددهیِ دی‌اکسیدکربن بالاتر بهره ببرند، منبعی مهم محسوب می‌شود.

تنش زنده و تنوع ژنتیکی گیاهان زراعی

تنش‌های زنده به آن دسته از اشکال متنوع حیات مرتبط با گیاه گفته می‌شود که در درون گیاه زراعی زندگی می‌کنند. تنش‌های زنده می‌توانند به طور متفاوتی بر روی جمعیت‌های مختلف و انواع مختلف گیاهان زراعی و ژنوتیپ‌های اجزای جداگانه تاثیر بگذارند. آفات (حشرات، نماتدها، سایر گیاه‌خواران) از جمله آفات انباری دانه‌ها؛ عوامل بیماری‌زا، انگل‌ها (مثلا گونه‌های گل جالیز[1])، میکروب‌های خاک، عدم وجود گرده‌افشان‌ها، حیوانات چراکننده و علف‌های هرز در زمره تنش‌های زنده قرار می‌گیرند. بخش قبلی در مورد تنش غیرزنده و تنوع ژنتیکی گیاهان زراعی، بر روابط میان انواع مختلف تنش در تاثیر آن‌ها بر جمعیت‌های گیاهان زراعی و سازوکارهای مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و مولکولی که گیاهان برای مقابله با تنش استفاده می‌کنند، تاکید داشت. با این حال، اکثر اشکال تنش‌های زنده از لحاظ تکامل عامل تنش تفاوت عمیقی با تنش‌های غیرزنده دارند (تشوم و همکاران، ۲۰۰۱). اندازه و ترکیب ژنتیکی جمعیت آفات و عوامل بیماری‌زا در پاسخ به تغییر در ترکیبات گیاهان میزبان، از یک نسل به نسل دیگر تغییر خواهد کرد و در اثر تغییرات محیطی تعدیل خواهد شد (لِبولچ و همکاران، ۱۹۹۴). تنش‌های زنده تنوع گیاه زراعی را تحت تاثیر فرآیندهای تکامل متقابل قرار می‌دهند. تکامل متقابل، فرآیندی است که در آن دو یا چند

1. *Orabanche* species

گونه اکولوژیکیِ مختلف بر تکامل یکدیگر تاثیر می‌گذارند. توانشِ تکامل متقابل میان گیاهان زراعی و عوامل تنش زنده این پرسش را برمی‌انگیزد که آیا افزایش تنوع میزبان همیشه مفید خواهد بود؟ آیا استفاده از تنوع گیاهان زراعی برای مدیریت تنش زنده در درازمدت به نفع کشاورز خواهد بود یا مثلا این امر خطر تکامل نژادهای برترِ بیماری‌زا[1] را به دنبال خواهد داشت (مارشال، ۱۹۷۷؛ جارویس و همکاران، ۲۰۰۷a؟)

عوامل بیماری‌زا

بیماری ناشی از عوامل بیماری‌زای گیاهی، عامل اصلی در تکامل گیاهان زراعی در جریان اهلی‌سازی[2] بوده است. با این حال، عوامل بیماری‌زای گیاهی همچنان دلیل اصلی از بین رفتن و خسارات وارده به گیاهان زراعی به شمار می‌آیند و رفع چالش آن‌ها با استفاده از تنوع ژنتیکی برای پاسخ در گیاهان میزبان، یک راهبرد اساسی بوده است. گزینه‌های شیمیایی برای کاهش تاثیر بیماری- اگردر دسترس باشند- معمولا نامطلوب و پرهزینه هستند. در کنار بهره‌برداری از هرگونه تنوع ژنتیکی در پاسخ میزبان که گیاهان زراعی از خود نشان می‌دهند، کشاورزان باید بر راهبردهای زراعی (زمان کاشت، کشت مخلوط، تناوب و غیره) متکی باشند. مقاومت به بیماری به معنی دارا بودن ویژگی‌هایی است که از پیشرفت بیماری جلوگیری کرده یا مانع آن می‌شود. تحمل بیماری، توانایی گیاه در تحمل یک بیماری عفونی یا غیرعفونی است بدون آنکه آسیب جدی یا کاهش عملکرد محصول را در پی داشته باشد. دو نوع مقاومت در برابر بیماری وجود دارد: مقاومت اختصاصی و غیراختصاصی نژادی[3]. مقاومت عمودی[4]، مقاومت ژن اصلی[5] و مقاومت کیفی[6]، نام‌های دیگری برای مقاومت اختصاصی نژادی هستند. مقاومت غیراختصاصی نژادی را مقاومت افقی[7]، مقاومت ژن جزئی[8]، مقاومت کمّی[9] و مقاومت مزرعه[10] نیز می‌نامند. مقاومت اختصاصی نژادی غالبا توسط ژن‌های منفرد و غالب کنترل می‌شود و بنابراین توسط به‌نژادگران گیاهان به طور گسترده‌ای مورداستفاده قرار گرفته است، زیرا شناسایی و دستکاری ژنتیکی صفت نسبتا آسان است. در

1. Pathogen
2. Domestication
3. Race-specific and race-nonspecific
4. Vertical resistance
5. Major-gene resistance
6. Qulitative resistance
7. Horizontal resistance
8. Minor-gene resisatnce
9. Quantitative resistance
10. Field resistance

مقابل، شناسایی مقاومت غیراختصاصی نژادی غالبا دشوارتر است و توسط چندین جایگاه ژنی کمّی (QTL[1]) کنترل می‌شود، بنابراین ادغام در ارقام جدید را دشوارتر می‌سازد.

در آثار متنی، به دفعات از غربالگری مقاومت به بیماری با استفاده از مجموعه بانک‌های بذرِ ارقام سنتی گزارش گردیده است، که دلیل آن سابقه طولانی تکامل متقابل در این ارقام بوده است (برای مثال، تشوم و همکاران، ۲۰۰۱) و به طور معمول آن‌ها را منبع غنی پاسخ‌های متنوع قلمدادمی‌کنند. مقاومت موثر در برابر هر گونه آفت یا بیماری به بیان کافی صدها ژن یا QTL بستگی دارد. تغییر در بیان مقاومت کمّی بدون شک با تغییر در بیان بسیاری از این ژن‌ها همراه است.

همانطور که انسان‌ها با گیاهان زراعی خود از کشوری به کشور دیگر می‌رفتند، ژرم‌پلاسم مقاوم و نژادهای بیماری‌زای پاتوژن‌ها را نیز با خود منتقل می‌کردند. ژن‌های مقاومت در پاسخ به عوامل بیماری‌زای جدید تکامل می‌یابند، اما اگر محصولات از نظر تاریخی با این بیماری در تماس بوده باشند، ممکن است بقایای مقاومت نیز در حال حاضر در یک منطقه وجود داشته باشد. طی غربالگری مجموعه‌های جهانیِ جو با هدف یافتن پاسخی به ویروس کوتولگی زرد جو[2]، گونه‌های مقاوم و کاملا بومی شده در اتیوپی–از مراکز تنوع جو– یافت شدند. کوالست[3] (۱۹۷۵) از این امر نتیجه می‌گیرد که جهش در برابر مقاومت به ویروس کوتولگی زرد جو در اتیوپی اتفاق افتاده است و وجود این بیماری به انتخاب طبیعی به نفع ایجاد ارقام مقاوم منجر شده است. به همین ترتیب، غربالگری یک مجموعه جهانی از بادام‌زمینی با هدف یافتن مقاومت در برابر زنگِ بادام زمینی ناشی از قارچ *Puccinia arachnidas* و بیماری لکه برگی[4] ناشی از بیماری قارچی *Phaeoisariopsis personata*، نشان داد که ۷۵ درصد از ارقام مقاوم از منطقه تاراپوتو[5] پرو می‌آیند. پرو یکی از مراکز ثانویه تنوعِ[6] بادام‌زمینی است و مرکز اولیه اهلی‌سازی آن در جنوب بولیوی واقع است (سوبراهمانیام و همکاران، ۱۹۸۹). لکه شکلاتی[7] باقلا در منطقه آند (که عامل آن قارچ *Botrytis fabae* است) نمونه‌ای از ایجاد مقاومت در جایی دورتر از مرکز اولیه تنوع[8] است. باقلا نخستین بار چند صد سال پیش به قاره آمریکا رسید، اما مرکز تنوع آن منطقه هلال حاصلخیز[9] بوده است.

1. Quantitative Trait Loci (QTL)
2. Barley Yellow Dwarf Virus (BYDV)
3. Qualset
4. Leaf spot
5. Tarapoto
6. Secondary center of diversity
7. Chocolate spot
8. Primary center of diversity
9. Fertile Crescent

به نظر می‌رسد انواع مختلف مقاومت در ارقام سنتی بسیار گسترده است (تشوم و همکاران، ۲۰۰۱). این امر به تکامل متقابل طولانی مدت میان آفت و گونه‌های میزبان در مراکز اولیه و ثانویه تنوع نسبت داده می‌شود. غالبا مراکز تنوع ژنتیکی گونه‌های زراعی و تنوع آفات یا عوامل بیماری‌زا یکسان است (آلن و همکاران، ۱۹۹۹). بودنهاگن[1] (۱۹۸۳) خاطرنشان کرده است که بیشترین تعداد ژن‌های مقاوم به بیماری معمولا از ارقامی سنتی به دست می‌آید که میزبان و عامل بیماری‌زا برای مدت زمان طولانی در کنار هم زندگی کرده‌اند. برخی از این جمعیت‌ها ممکن است از عملکرد کمی برخوردار باشند، اما تنوع ژنتیکی در میان و درون آن‌ها مقاومت در برابر اپیدمی‌ها را تضمین کرده است.

کاشت مناطق وسیع با ارقام زراعی واحد و یکنواخت خطر شیوع اپیدمی را افزایش می‌دهد (مارشال، ۱۹۷۷). بر اساس فرضیه تنوع-سود[2] وجود یک پایه ژنتیکی متنوعِ مقاومت برای کشاورزان مفید است، زیرا کشت متنوع بیش از تک‌محصولی آن‌ها را قادر می‌سازد تا فشار بیماری را به طور باثبات‌تری کاهش دهند (جارویس و همکاران، ۲۰۰۷a). علت این امر آن است که مقاومت کشت تک‌محصولی ممکن است شکسته شود و در نتیجه کل محصول به خاطر آفت یا آسیب بیماری از بین برود. خسارت به گیاهان زراعی از ورود یا تکامل نژادهای جدید آفات و عوامل بیماری‌زایی ناشی می‌شود که بر ژن‌های مقاومت غلبه می‌کنند و در مساحت‌های وسیعی مستقر می‌شوند. احتمال اینکه یک مزرعه به لحاظ ژنتیکی متنوع خسارت فراوانی ببیند بسیار کم است، چرا که احتمال شکستن مقاومت چند رقم مختلف در یک مکان واحد بسیار اندک است. بنابر فرضیه جایگزین یا فرضیه تنوع-خطر[3]، جمعیت‌های ترکیبیِ میزبان که دارای ژنوتیپ‌های مختلف مقاومت هستند که در برابر مجموعه‌های مختلف پاتوتیپ‌ها مقاومند، امکان ایجاد جمعیت‌های مختلف بیماری‌زا را فراهم می‌کنند و بنابراین توانشِ[4] ظهور پاتوتیپ‌های جدیدِ نژاد برتر[5] از طریق نوترکیب یا جهش یک مرحله‌ای ایجاد می‌شود. تئوری حامی استدلالِ نژاد برتر، موضوع مباحث بسیاری بوده است (ماندت، ۱۹۹۰، ۱۹۹۱؛ کولمر و همکاران، ۱۹۹۱). برای شناسایی عواملی که تعیین می‌کنند کجا و چه زمانی تنوع مفید خواهد بود، تحقیقات بیشتری در مورد جمعیت‌های گیاهی ناهمگون لازم است.

نیروهای انتخاب غیرزنده می‌توانند با فشار پاتوژن ترکیب شوند و بر شدت انتخاب برای مقاومت تاثیر

1. Buddenhagen
2. Diversity-benefit hypothesis
3. Diversity-hazard hypothesis
4. Potential
5. Super-race pathotypes

بگذارند. در ارتفاعات بوتان، اپیدمی گاه‌به‌گاه بلاست برنج (ناشی از *Pyricularia grisea*) می‌تواند ویرانگر باشد و کل محصول برنج را در سطح محلی از میان ببرد. این امر نشان می‌دهد که بلاست برنج یک فشار انتخابی قدرتمند است، اما همچنین مقاومت در برابر سرما یک ویژگی حیاتی است و در واقع ممکن است نیروی انتخابی غالب در نظام باشد (تینلی و همکاران، ۲۰۰۰). پیشرفت‌های اخیر فناوری‌های تجزیه و تحلیل با توان عملیاتی بالای بیان ژن، اکنون امکان تمایزیابی در پاسخ‌های میزبان، عوامل بیماری‌زا و ناقل‌ها به عوامل مختلف تنش‌زای زنده و غیرزنده و تعادل بالقوه در پاسخ‌ها را فراهم کرده است (گارت و همکاران، ۲۰۰۶).

آفات بندپا

از آغاز علم حشره‌شناسی کاربردی در قرن هجدهم و نوزدهم میلادی، ارقام مقاوم در برابر حشرات کشت می‌شده‌اند. ارقام زراعی بومی به لحاظ مقاومت در برابر آفات بندپا در هنگام رشد و در شرایط نگهداری و انبارداری متفاوت هستند. تقریبا همه گیاهان چندین خط دفاعی مختلف در برابر گیاه‌خواری[1] دارند. تحمل گیاه مجموعه‌ای از صفات را در بر می‌گیرد که گیاه را قادر می‌سازد از آسیب بندپایان بهبود یابد یا در برابر آن مقاومت کند. بیگانه‌گریزی[2] واکنش غیرترجیحی بندپایان به گیاه مقاوم است. بیگانه‌گریزی هنگامی اتفاق می‌افتد که عوامل شیمیایی یا مورفولوژیکی گیاه بر رفتار بندپایان اثر منفی بگذارند و در نتیجه آمادگی گیاهان را برای میزبانی از آفات به تاخیر می‌اندازد یا به کل متنفی می‌سازد. تفاوت‌های مورفولوژیکی در ارقام سنتی گندم ترکیه‌ای[3] با انواع ساقه توپر در برابر ارّه‌مگس[4] مقاوم بود، در حالیکه در انواع ساقه توخالی این‌گندم چنین مقاومتی وجود نداشت (دامانیا و همکاران، ۱۹۹۷). آنتی‌بیوز یا پادزیستی[5] زمانی رخ می‌دهد که یک گیاه مقاوم، بر صفاتِ مراحل زندگی بندپایانی که از آن گیاه به عنوان میزبان استفاده می‌کنند، اثر منفی بگذارد. ریز تکاملِ[6] دفاعِ گیاه معمولا از طریق آزمایش‌های کشت متقابل جمعیت‌های متمایز گیاهان مورد مطالعه قرار می‌گیرد، در حالیکه همزمان حضور گیاه‌خواران را که فرض می‌شود عوامل انتخاب طبیعی هستند دستکاری می‌کند (آگاروال، ۲۰۱۰). تعاملات ناسازگار میان گیاهان مقاوم و بندپایان آفت بیماری‌زا

1. Herbivory
2. Antixenosis
3. Turkish wheat
4. Sawfly
5. Antibiosis
6. Micro-evolution

توسط پروتئین‌های گیاهی القا شده بندپایان و مواد آللوکمیکال[1] دفاعی سنتز شده توسط محصولات ژن مقاوم ایجاد می‌شود. اسمیت و کلمنت (۲۰۱۲) بیش از ۴۰ ژن مقاومت در برابر بندپایان را فهرست کرده‌اند که از طریق نقشه‌برداری مولکولی از بیش از ۲۰ محصول زراعی عمده، همراه با شماری از مکان‌های ژنی مقاومت، محصولات ژن، وراثتِ مقاومت و دسته‌های مقاومت فنوتیپی مشخص شده است.

ارقام سنتی ذرت در مکزیک (آرناسون و همکاران، ۱۹۹۴) و سورگوم در اتیوپی (تشوم و همکاران، ۱۹۹۹) از نظر مقاومت انبارمانی[2] در برابر آفات حشرات به طور قابل توجهی متفاوتند که این امر در کشاورزی معیشتی یک ویژگی حیاتی محسوب می‌شود. در اتیوپی، تنوع در قابلیت نگهداری و انبارمانی و مقاومت در برابر حشرات غلات قویا با مواد شیمیایی گیاهیِ[3] آنتی‌بیوتیکی موجود در دانه مرتبط است. در یوکاتانِ مکزیک، قابلیت نگهداری و انبارمانی ضعیف ارقام اصلاح شده ذرت، عامل اصلی در رویگردانی کشاورزان از استفاده از این ارقام محسوب می‌شود (لاتورنری مورنو و همکاران، ۲۰۰۶). ارقام سنتی دارای پوسته‌های ویژه‌ای هستند که کاملا بلال ذرت را می‌پوشانند و در حین نگهداری، از دانه در برابر آفات حشرات محافظت می‌کنند. کشاورزانی که از ذخیره بذر اصلاح شده استفاده می‌کنند، عمدتاً نسخه‌های اصلاح شده محلی یا «کرولیزه» را کشت می‌کنند با ارائه ویژگی‌های ارقام ذرت محلی، ذخیره آن‌ها را تسهیل می‌کند.

سایر تنش‌های زنده

گونه‌های زراعی برای مقابله با سایر عوامل زنده که می‌توانند به طور مخرب بر رشد و عملکرد گیاه تأثیر بگذارند، ممکن است از تنوع ژنتیکی بهره ببرند. نمونه‌هایی از این فشارها عبارتند از: رقابت علف‌های هرز، کاهش گرده‌افشان در میان محصولات دگرآمیز[4]، کاهش پراکندگی بذر و تنوع میکروبی خاک. در صورت کمبود دسترسی به گرده، ممکن است فشار گزینش برای خودباروری و افزایش نرخ خودباروری وجود داشته باشد. ریزوبیوم‌های تثبیت‌کننده نیتروژن می‌تواند طیف وسیعی از تنوع بین‌نژادی[5] را برای ظرفیت گره‌زایی[6] موثر در بین ژنوتیپ‌های حبوبات ایجاد کند و این امر یک عامل مهم در به‌نژادی حبوبات مرتعی

---

۱. Allelochemicals: مواد شیمیایی که گیاهان آزاد می‌کنند تا توانشِ آللوپاتیک را عرضه کنند (مترجم).

2. Storability
3. Phytochemical
4. Outbreeder
5. Inter-strain diversity
6. Nodulation

بوده است. علیرغم نزدیکی ارقام مختلف به یکدیگر، گرده‌افشان‌ها می‌توانند رقمی را به رقم دیگر ترجیح دهند. چندشکلیِ ژنتیکی گیاهان گلدار، در بعضی موارد، بر جستجوی گرده‌افشان تاثیر می‌گذارد که به نوبه خود ممکن است بر نوع و فراوانی گرده‌افشانی و در نتیجه حفظ جمعیت‌های آن‌ها تاثیر بگذارد. محصول باقلا که بخشی از فرآیند باروری آن از طریق گرده‌افشانی انجام می‌شود، با به نمایش گذاشتن تنوع صفات گل، حشرات را به خود جذب می‌کند که این امر بر روی دگرگرده‌افشانی[1] میان جمعیت‌ها تاثیر می‌گذارد (بررسی کنید: دوک و همکاران، ۲۰۱۰).

تنش‌های غیرزنده در مقایسه با تنش‌های زنده

از نظر ویژگی و پاسخ تنوع ژنتیکیِ در مزرعه، میان تنش غیرزنده با تنش زنده اختلاف وجود دارد (براون و ریزبرگ، ۲۰۰۶). در زیر فهرستی از چندین مورد از این اختلاف‌های بالقوه به عنوان راهنمای تدوین فرضیه‌های تحقیقات، به صورت دسته‌بندی بیان گردیده است. اختلاف‌ها عبارتند از:

۱. مقیاس تغییر تنش غیرزنده هم در زمان و هم در مکان بیشتر از تنش زنده است. تنش ممکن است طولانی‌تر باشد و در ناحیه وسیع‌تری ایجاد شود.

۲. «دانه‌بندی[2]» محیط (لوین، ۱۹۶۸)، یا اینکه چگونه فرد تنوع زمانی و مکانی را در محیط تجربه می‌کند، متفاوت است؛ تنش‌های غیرزنده تمایل به دانه‌درشتی[3] دارند، در حالی که تنش‌های زنده دانه‌ریز[4] هستند.

۳. تکامل متقابل از ویژگی‌های نظام‌های زنده است؛ به این معنی که پاسخ و تکامل جمعیت‌های گیاهان چگونه بر میزان تنش زنده و تکامل آتیِ عامل اثر می‌گذارد. تغییر در ترکیب ژنتیکی گیاهان زراعی برای مقابله با تنش غیرزنده، بر خلاف جمعیت پاتوژن، مستقیما تغییری در سطح تنش ایجاد نمی‌کند.

۴. واگرایی جمعیت به عنوان نسبتی از تنوع کل (G_{ST})، از واگرایی تنش زنده بارزتر است که در آن چندشکلی محلی محتمل‌تر است.

۵. با گذشت زمان از سرعت روند تنش‌های غیرزنده کاسته می‌شود. شیب زمانی بیماری‌زایی یا شیوع

1. Cross-pollination
2. Graininess
3. Coarse-grained
4. Fine-grained

در عوامل بیماری‌زا را می‌توان خیلی سریع با تغییرات آب و هوا یا با الگوهای استفاده ناپایدار از زمین مقایسه کرد.

۶. دامنه و نقش راهبردهای تنـوع از جمله مخلـوط[1] و درون‌آمیزی[2] بین تنش‌های غیرزنده و زنده متفاوت است. ممکن است در تنش‌های غیرزنده زمینه برای تنوع در بین جمعیت‌ها کمتر باشد و تاکید بیشتر بر استفاده از ارقام متحمل باشد.

۷. انعطاف‌پذیری فنوتیپی، اجتناب و سازوکارهای متعدد تحمل و اجتناب در مراحل مختلف چرخه زندگی به این معنی است که مقاومت در برابر تنش غیرزنده می‌تواند به طور موثرتری از تحمل تنش‌های زنده به شکل ترکیبی یا هرمی درآید.

تفاوت‌های دیگر در میان تنش‌ها نامشخص‌تر است و مقایسه تمایز میان تنش‌های زنده و غیرزنده امری پیچیده است. برای مثال، هریک تنش منفرد برای اهمیت نسبی ژن‌های اصلی به عنوان منبع پاسخ انطباقی، در مقابل تجمع چندین ژن جزئی متفاوت است. ژن‌های اصلی از ویژگی‌های تحمل فلزات سنگین و آلومینیوم و همچنین پاسخ‌های کیفی «ژن برای ژن» به تنش زنده هستند. در مقابل، تحمل به خشکی و پاسخ کمّی به تنش‌های زنده واجد پایه ژنتیکی پیچیده‌تر است. پاسخ به هــر دو نوع تنش با توجه به مرحله رشد متفاوت است. اثر متقابل بین تنش‌های غیرزنده و زنده بسیار اســت، زیرا هر دو، محیط گیاه را تشکیل می‌دهند. تعامل همزیــست‌های حساس به نمک در حبوبات، و بهبود پاســخ تنش به خشکی در غلات از طریق مقاومت اصلاح شده در برابر بیماری‌های ریشه را می‌توان مثال‌هایی از این اثر متقابل به شمار آورد.

از نظر پیچیدگی، سنجش‌های آزمایشی مقاومت یا تحمل متفاوت هستند. مسائلی همچون تکرارپذیریِ اقدامات، تعدد سازوکارها و معنی‌دار بودن برون‌یابی‌ها[3] از محیط آزمایش از جمله مشکلات سنجش تنش‌های غیرزنده محسوب می‌شوند (مونس، ۲۰۰۵). در تنش زنده، پاسخ‌های سنجش اغلب اختصاصیِ نژاد هستند. بنابراین کلیدِ حل این مشکلات، ارتباط میان ساختار بیماری‌زاییِ سنجش در مقایسه با جمعیت‌های پاتوژن بومی است.

در هر تنشی از انواع تنش‌ها، درک کشاورز یا سهولت بخشیدن به درک کشاورز از محدودیت‌های عمده عملکرد محصول زراعی تفاوت بسیاری دارد. تفاوت در شفافیت و ویژگی علائم بیماری گیاه، تغییر اقلیم در سال‌های مختلف، غالبیت موجودات زنده مرتبط و دانش و تجربه کشاورزان در بین تنش‌ها متفاوت است.

1. Mixture
2. Interbreeding
3. Extrapolation

مدیریت تنوع ژنتیکی گیاهان زراعی توسط کشاورز برای مقابله با تنش‌های محیطی

کشاورزان روش‌های مختلفی را برای دستکاری در محیط ایجاد کرده‌اند تا بتوانند به تنش‌های غیرزنده و زنده‌ای که گیاهان زراعی با آن‌ها روبرو می‌شوند، پاسخ دهند. تهدیدها می‌توانند با اقلیم‌های محلی، تغییرات فصلی یا اثرات عوامل بیماری‌زا همراه باشند؛ پاسخ‌ها ممکن است ساده یا پیچیده، موقتی یا دائمی، سنتی یا مدرن باشند. مدیریت محیط کشاورزی کشاورز ممکن است ارتباط تنگاتنگی با مدیریت بوم‌نظام طبیعی اطراف داشته باشد، زیرا اجزای بوم‌نظام طبیعی نیز به عنوان شاخص‌هایی برای کشاورزان برای تعیین آغاز و پایان فصل باران مهم هستند که بر تصمیم‌گیری در مورد زمان کاشت و مدیریت و برداشت ارقام محصول محلی آن‌ها تأثیر می‌گذارد. جدول ۷-۱ انواع مختلف تنش‌های محیطی را که کشاورزان با آن روبرو هستند مرور می‌کند و مثال‌هایی از دستکاری‌های محیطی را می‌توان برای کاهش تأثیر آن‌ها بر گیاهان زراعی استفاده کرد، در اختیار خوانندگان قرار می‌دهد.

این شیوه‌های مدیریت زراعی مختص واریته‌ها گونه‌ای نیستند و اجرای آن‌ها مستلزم این است که به جای مدیریت خود ارقام زراعی، محیط اطراف ارقام زراعی بومی مدیریت شود، یا اینکه در اجرای این شیوه‌ها از ارقام سازگار استفاده گردد. برای مثال، برای به حداقل رساندن آسیب تنش شوری در مناطق ساحلی شمال ویتنام، کشاورزان می‌دانند که چگونه نه تنها از تنوع ارقامی استفاده کنند، بلکه قبل از رشد نشای برنج از روش‌های خاص زراعی نیز استفاده کنند.

نخست، این مزارع با آب شیرین رودخانه غرقاب می‌شوند و یا دیم هستند؛ سپس خاک مزارع غرقابی شخم زده می‌شود و این باعث می‌شود آب شور از مزارع زهکشی شود. سرانجام دوباره مزرعه سیراب شده و بذرها کاشته می‌شوند یا نهال‌ها نشا می‌شوند. کشاورزان معتقدند که این کار باعث کاهش سطح سمّیت آهن و آلومینیوم می‌شود و محصول برنج آن‌ها رشد بهتری خواهد داشت (هیو و همکاران، ۲۰۰۶). در مناطق کشاورزی مرتفع نپال، ارقام سنتی برنجِ متحمل به سرما در ارتفاع سه هزار متری هم رشد می‌کنند. کشاورزان آب سرد را از رودخانه اصلی دره تغییر مسیر می‌دهند تا قبل از استفاده برای آبیاری محصول برنج، توسط نور خورشید گرم شود. آب گرم باعث ایجاد گلدهی در زمان مناسب فصل می‌شود تا رسیدن و برداشت به موقع محصول را فراهم کند.

از آنجایی که توسعه گیاهان هم ژنوتیپ و هم محیط را منعکس می‌کند، همیشه تشخیص دقیق اینکه چگونه مدیریت عوامل بوم‌نظام زراعی کشاورزان بر تنوع ژنتیکی محلی تأثیر می‌گذارد، آسان نیست.

جدول ۷-۱. تنش‌های محیطی و پاسخ‌های مدیریتی احتمالی توسط کشاورز

عامل محیطی	پاسخ‌های احتمالی کشاورز به تغییر محیط
سرمای شدید	پناهگاه گیاهان زراعی[1]، بیمه یخبندان
گرمای شدید	سایه‌دهی گیاهان زراعی[2]
محتوای رس زیاد / زه‌کشی ضعیف	برداشتن سخت‌لایه، افزودن خطوط زهکشی
محتوای شن بالا / زه‌کشی سریع	افزودن خطوط نگهدارنده آب
محتوای سنگ‌ریزه / سنگ‌ریزه زیاد	حذف مواد سنگی
pH بالا یا پایین	کود، مواد افزودنی خاک
محتوای کم مواد غذایی	کود، مواد افزودنی خاک، کشت مخلوط، تناوب گیاه زراعی با حبوبات
محتوای آلومینیوم یا نمک بالا	کود، مواد افزودنی خاک
خاک‌های پر باران / غرقاب	افزودن خطوط زه‌کشی
میزان بارندگی کم سالانه	سیستم‌های آبیاری/ برداشت آب
بارش کم فصلی	سیستم‌های آبیاری موقت/ فصلی
بیابان‌زایی	موانع شنی
توانش فرسایش بالا	تسطیح شیب‌های مزرعه، توسعه تراس‌ها
شدت نور کم	نازک کردن سایه احتمالی
دوره نوری طولانی / کوتاه	جنگل زراعی، تناوب زراعی
وزش باد شدید محلی	گیاهان بادگیر/ ساخت بادگیرها، جنگل- زراعی
آفات	سموم دفع آفات، موانع فیزیکی، کشت مخلوط، تناوب زراعی
بیماری‌ها	اجتناب از شرایط مساعد برای بیماری، قارچ‌کش‌ها، تناوب محصول
رقابت گیاهان	وجین علف‌های هرز، کاهش تراکم گیاهی، علف‌کش‌ها

همه اعمال زراعی نقش مهمی در شکل‌گیری تنوع ژنتیکی محلی ندارد. فرضیه‌های زیادی در مورد تاثیرات نهاده‌های زراعیِ کشاورزان مانند کمیّت و محتوای کودها و تاثیر آن بر تنوع ژنتیکی و بر تنوع ژنتیکی گیاهان زراعی وجود دارد. با تغییر فشارهای گزینشِ محیطی که گیاهان با آن روبرو هستند، شیوه‌های مدیریتی کشاورزان می‌تواند بر الگوی تنوع ژنتیکی در درون و در میان جمعیت‌های محلی تاثیر بگذارد.

1. Crop sheltering
2. Crop shading

شناسایی این امر که چگونه مدیریت کشاورزان در محیط کشاورزی بر سودمندی تنوع ژنتیکی محصولات در بهبود بهره‌وری بوم‌نظام‌های آن‌ها تأثیر می‌گذارد، چالش برانگیز بوده است. پرسش دوم تحقیق این است که روش‌های مدیریت زراعی چگونه بر نحوه حفظ یا انتخاب تنوع ژنتیکی توسط کشاورزان تاثیر می‌گذارد؟

«گزینه‌های تنوع ژنتیکی» در مدیریت گیاهان زراعی

انتخاب‌هایی که کشاورزان برای مدیریت گیاهان زراعی خود انجام می‌دهند به دو دسته گزینه‌های زراعی که بر محیط محصول تاثیر می‌گذارد (جدول ۷-۱ مشاهده شود) یا گزینه‌های تنوع تقسیم می‌شوند. این دو گزینه اخیر به جای استفاده از گزینه‌های دیگر (استفاده از نهاده‌های شیمیایی یا روش‌های زراعی مانند تناوب زراعی)، از تنوع محصول درون‌گونه‌ای استفاده می‌کنند تا تاثیر عوامل مشکل‌ساز را به حداقل برسانند. گزینه‌های تنوع ژنتیکی، گزینه‌هایی مدیریتی هستند که بر بهره‌وری فعلی، روند تکامل و بقای محصول برای فصل بعدی تاثیر می‌گذارند. این شیوه‌ها، مدیریت آرایش‌های مکانی و زمانی تنوع درون‌گونه‌ای را در بر می‌گیرد. ممکن است آرایش‌های ارقامی محلی به صورت تصادفی، ردیفی یا در قطعات کوچک باشند. اطلاعات در مورد چیدمان مکانی و ارقام مورد استفاده در چیدمان را می‌توان از کشاورزان جمع‌آوری کرد. از این اطلاعات می‌توان برای بررسی روابط آرایش مکانی گونه‌ها به همراه سطح آسیب آفت و بیماری، و سطح گرده‌افشانی برای میوه‌دهی دگرگشن‌های اجباری متکی به حشرات یا جانوران کوچک برای گرده‌افشانی استفاده نمود.

در مناطق معتدل یا گرمسیری که از تنوع بومی بالای درختان میوه برخوردارند، کشاورزان برای افزایش هیبریداسیون متقابل و میوه‌دهی بهتر از تنوع ارقام در باغات یا باغچه‌های خود استفاده می‌کنند (توردییوا و همکاران، ۲۰۱۰). این موارد استفاده در سیب (*Malus* sp.)، زردآلو (*Prunus armeniaca*)، گلابی (*Pyrus* sp.) و انار (*Punica granatum*) در مناطق معتدله آسیای مرکزی در ازبکستان، قزاقستان، قرقیزستان، ترکمنستان و تاجیکستان و در انبه (*Mangifera indica*)، رامبوتان (*Nephelium lappaceum* L.) و مرکبات (*Citrus* sp.) در مناطق استوایی جنوب و جنوب شرقی آسیا در تایلند، اندونزی، هند و جوامع کشاورزان مالزی دیده می‌شود. زمان گلدهی متناوب در میان ارقام میوه‌ای ممکن است به بازدید فصلی در طول فصل گلدهی طولانی شده کمک کند و احتمال بقای جمعیت گرده‌افشان را افزایش دهد. این امر در ارقام ذرت در یوکاتان، مکزیک مورداستفاده قرار می‌گیرد، جایی که ذرت با تناوب کوتاه و ذرت با چرخه طولانی

(که متداول‌تر است) در کنار هم کاشته می‌شوند تا اگر خشکسالی شدید در اواسط فصل، مدت فصل زراعی را کاهش داد، همچنان مقداری محصول ذرت عاید کشاورزان شود (تاکسیل، ۲۰۰۵).

گزینه‌های تنوع ژنتیکی همچنین انتخاب ارقام متناسب با ویژگی خاص محیطی بوم‌نظام‌های کشاورزان را نیز شامل می‌شود که در بالا مورد بحث قرار گرفت. در یک سطح دقیق‌تر، گزینه‌های ژنتیکی هنگامی انتخاب می‌شوند که کشاورز گیاه یا جمعیت خاصی را از بین جمعیت‌های یک رقم انتخاب می‌کند تا برای فصل کشت بعدی از آن‌ها بذر بگیرد، که این امر بر ساختار ژنتیکی نسل بعدی تاثیر می‌گذارد (به فصل ۵ مراجعه نمایید) و برای تغییرات غیرقابل پیش‌بینی محیطی نیز یک راهبرد مدیریت ریسک به حساب می‌آید.

شناسایی مکان‌هایی که در آنجا برای مقابله با تنش‌های محیطی از تنوع استفاده می‌شود

عوامل اقلیمی یا می‌تواند فشاری ثابت یا فزاینده را بر عملکرد محصول زراعی وارد آورد، یا اینکه فشارها به طور نامنظم، یا در چرخه‌هایی با تغییر در طول، شدت و فراوانی در طول فضا و زمان تغییر کند. مقیاس چنین تنوع مکانی و زمانی ممکن است از یک زمین زراعی تا کل مناطق دیگر و از روزانه تا سالانه متغیر باشد. زمان آغاز باران‌های بهاری ممکن است از سالی به سال دیگر بسیار متغیر باشد. همچنین ممکن است افزایش و کاهش دمای فصلی یا بین بیشینه‌های شب و روز نیز بسیار متغیر باشد و وزش باد یا طوفان‌های سرد در هنگام گلدهی خیلی زودتر رخ دهد یا آنقدر دیر بوزند که دیگر برای تولید موفق محصولات دیر شده باشد. تغییر در فراوانی و شدت حمله آفات و بیماری‌ها و بیماری‌های همه‌گیر، همراه با تغییر در رسته‌های گرده‌افشان[1]، دیگر رویدادهای غالبا غیرقابل پیش‌بینی هستند که می‌توانند بر عملکرد محصول و سلامت مزارع اثر بگذارند.

در این شرایط، تمایز گذاردن میان کاربرد مجموعه‌ای از ارقام که به طور آگاهانه و به عنوان مجموعه سازگار با محیط‌های مختلف انتخاب شده، و استفاده از تنوع فی نفسه به عنوان ضمانتی برای حفظ بهره‌وری در محیط‌های ناهمگن یا تحت تغییر شرایط اقلیمی، مفید خواهد بود. برای درک استفاده کشاورزان از تنوع جهت مقابله با محیط‌های متغیر، باید به پرسش‌های زیر پاسخ داد:

- کشاورزان چه عواملی را به عنوان تهدیدی برای حفظ یا بهبود عملکرد محصول تلقی می‌کنند؟
- ارقام مختلف گیاهان زراعی یا ژنوتیپ‌های سازنده آن‌ها چگونه در قبال عوامل نامطلوب محیطی

1. Pollinator guilds

و نیز تغییر در چنین عواملی واکنش نشان می‌دهند؟

- کشاورزان چگونه می‌توانند از دانش تنوع محیطی و تنوع رقم برای به حداقل رساندن تلفات محصول و تضمین بهره‌وری پایدار استفاده کنند؟

کشاورزان از مقاومت و تحمل محصولات خود در برابر تنش‌های غیرزنده و زنده آگاهی دارند. روش‌های تشخیصی مشارکتی (مانند بحث‌ها و نظرسنجی‌های گروه متمرکز) که دانش کشاورزان را در مورد تنوع ارقام سنتی و تنش‌های غیرزنده و زنده جمع‌آوری می‌کند، در فصل پنجم آمده است. همانطور که در فصل ششم شرح داده شده از ابزارهای تشخیصی مشارکتی می‌توان در جهت تعیین دانش کشاورزان در مورد گیاهان سالم، ناسالم یا تحت تنشِ ارقام مختلف محصولات محلی و نیز شناخت معیارهای آن‌ها برای تعیین گیاه سالم استفاده کرد. دورینگ[1] و همکارانش (۲۰۱۲) میان تعاریف معمول از سلامت گیاه (که بر ارزش‌های کشاورزانی مبتنی است که آن را تعریف می‌کنند) و تعاریف طبیعت‌گرایانه (که بر اساس سلامت گیاه و مستقل از ارزش‌های انسانی است) تمایز قایل می‌شوند. آن‌ها در بررسی خود به این مطلب می‌پردازند که چگونه تعریف سلامت گیاه بر نوع روش مدیریت متعارف یا جایگزین مورداستفاده برای محافظت از گیاه تاثیر می‌گذارد. هنجارگرایان[2] به تنوعی از رویکردها در قبال سلامت گیاهان قائل هستند. طبیعت‌گرایان[3] مدعی هستند که در یک شرایط خاص، یک روش برای همگان معتبر است که این روش از سوی متخصصان رسمیِ آموزش‌دیده و با روش‌های علوم طبیعی تعیین می‌شود. این مواضع رابطه‌ای را میان محافظت شیمیایی از گیاهان و دیدگاه طبیعت‌گرایانه نسبت به سلامت گیاه از یک سو و بین حفاظت از گیاهان و هنجارگرایی از سوی دیگر نشان می‌دهند.

نوسان در متغیرهای اقلیمی و تغییر اقلیم

روندهای عرفی در زمان برای متغیرهای آب و هوایی مانند افزایش دما و کاهش بارندگی فصلی یکی از جنبه‌های ناخوشایند تغییر اقلیم را نشان می‌دهد. ویگورو و همکاران[4] (۲۰۱۱b) نشان می‌دهند که چگونه ارقام سنتی ارزن مرواریدی در ساحل آفریقا با خشکسالی مکرر و افزایش خشکی سازگار شده‌اند. آن‌ها با مقایسه ارقام نمونه‌برداری شده در مزرعه در سال ۱۹۷۶ با ارقام سال ۲۰۰۳، دریافتند که رقم‌های ارزن

1. Döring
2. Normativist
3. Naturalist
4. Vigouroux et al.

مرواریدی که بیش از سایر ارقام از آن‌ها نام برده شده، دارای سطوح مشابه تنوع ژنتیکی هستند. با این حال، نمونه‌های ۲۰۰۳ دارای چرخه‌های زندگی کوتاه‌تر، تغییرات قابل توجهی در صفات سازگار و افزایش فراوانی آللِ زودگلی[1] در فیتوکروم C، یا محل PHYC بودند. این مطالعه نمونه خوبی است که نشان می‌دهد تنوع در ارقام سنتی چگونه می‌تواند در برابر روندهای اقلیمی مقاومت ایجاد کند.

شاید برای پاسخ‌های سازگار، افزایش تنوع اقلیمی در نهایت به خودی خود در یک منطقه خاص بیشتر چالش‌برانگیز باشد. به نظر می‌رسد حوادث شدید اقلیمی بیشتر و متغیرتر از مقدار بیشینه خود هستند. در پی تولید پایدار در مزرعه، تنوع ژنتیکی و راهبردهای ترکیبی استقرار ممکن است تنها ابزار کشاورزان برای مقابله با این چالش باشند.

کشاورزانی که با الگوهای بارشی بسیار متغیر روبرو هستند ممکن است این ریسک را با کشت چندین رقم با زمان‌های رسیدگی متفاوت کاهش داده یا ممکن است فقط یک یا دو رقم کشت کنند، اما تاریخ کاشت آن‌ها را در مزارع مختلف تغییر دهند. با توجه به این سطح از پیچیدگی، درک رابطه پویا میان تنوع گیاه، تنوع محیطی و تنش ضروری است. برای پاسخ به کمبود آب، ارقام سنتی از تنوع ژنتیکی زیادی در درون و میان جمعیت‌ها برخوردار هستند. کشاورزان (برای مثال کشاورزانی که در آفریقای غربی سورگوم کشت می‌کنند) از این تنوع برای به حداقل رساندن خطرات ناشی از تنوع اقلیمی، مانند شروع دیررس بارندگی و جبهه‌های نامنظم یخبندان در هنگام گلدهی استفاده می‌کنند (ساوادوگو و همکاران،۲۰۰۵b؛ ولتزین و همکاران، ۲۰۰۶؛ زیمرر، ۲۰۱۰). در یک مورد بحث برانگیز، کشاورزان در اتیوپی که یک نوع سورگوم اصلاح شده که برای گریز از خشکسالی بهبود یافته بود را پذیرفته بودند، آن را به اندازه ارقام محلی که احتمالا ویژگی‌های مطلوب تحمل به خشکی را فراهم می‌کنند، موثر نمی‌دانند (لیپر و همکاران، ۲۰۰۹). محققان همچنین خاطرنشان کردند که ارتقای سطح تحصیلات و سواد در بین کشاورزان، به آن‌ها اجازه دسترسی به ارقامِ بیشتری را می‌دهد که با شرایط کم‌تولید سازگارند.

تغییرپذیری و مقیاس مکانی: خاک‌های ناهمگن

همانطور که در فصل ششم بحث شد، خصوصیات و شرایط خاک به روش‌های مختلفی بر انتخاب ارقام مختلف توسط کشاورزان تاثیر می‌گذارد. در برخی موارد، کشاورزان گیاهان یا ارقام زراعی را برای شرایط خاص خاک و بر اساس بافت یا در دسترس بودنِ نسبی مواد غذایی انتخاب می‌کنند. ممکن است تغییر در

1. Early flowering allele

شـرایط خاک در طول زمان سبـب شود که کـشاورزان به سـمت تغییر ترکیب و تنوع انواع محصولاتشان سوق پیدا کنند. در خاک‌های مناطق نیمه‌خشک که تحت آبیاری قرار دارند غالبا تجمع نمک ایجاد می‌شود که برای جلوگیری از قلیایی شدن بیش از حد نیاز به مراقبت دارند و این امر به میزان زیادی گیـاهـان زراعی قابل کشـت را محـدود می‌کـنند. مـزارعی که در معرض افزایش قلیایی شدن قرار دارند، چنین مشکلاتی را به روشی کاملا متغیر نشان می‌دهنـد. در چنـین مواردی، ژنوتیپ‌های مقاوم به شوری ممکن است بازده بیشتری نسبت به ژنـوتیپ‌های حساس به شـوری در کرت‌های شور داشـته باشـند. در مـقابل، ممـکن است ژنوتیپ‌های متحمل در سـایر کـرت‌هایی که هنـوز شور نیستنـد عملکرد نسبتا ضعیفی داشته باشند. به طور متوسط در کل مزرعه، عملکرد تحمل ممـکن اسـت کمتر از هزینـه یا کاهش عملکرد در نقاط مساعد باشد. از این رو آگاهی کشاورزان از مقیاس تنوع محیطی برای اطمینان از عملکرد پایدار گیـاهـان زراعی امری کلیدی محسوب می‌شود.

بلایای عمده تصادفی: سیل، طوفان و غیره

از نگرانی‌های بیشتر، رویدادهای شدید اقلیمی اسـت که ممـکن است تعداشان بیشـتر و حدود بیشینه آن‌ها متغیرتر شود. گیاهان و ارقامِ واجد زمان‌های مختلف کاشت و رسیدگی به کشاورزان این امکان را می‌دهند تا در چندین زمان در طی فصل به کاشت و برداشت محصولات بپردازند تا در صورت بروز رویدادی محیطی مانند طوفان یا دوره خشکی، کل محصول دچار خسارت نشود. آشکار اسـت که کل مسئولیت کاهش تنوع زیستی را نباید متوجه این قبیل تخریب‌ها دانست؛ اما به همان اندازه بدیهی اسـت این قبیل بلایا در کاهش تنوع زیستی اهمیت بسیاری دارند. اگر ذخایر محلی بذر از بین بروند، کلید حل آن جایگزینی بذر از منابعِ خارج از محل خواهد بود و در حالت ایده‌آل، بذری که به تازگی معرفی می‌شود باید تا حد امکان به ارقام از میان رفته شباهت داشته و همچنین به همان میزان متنوع باشد تا تغییرات سریع ژنتیکی را در محل ایجاد کند. در فصول یازدهم و دوازدهم این موارد به طور کامل‌تر مورد بحث قرار گرفته است.

تغییر در پاتوتیپ، تهاجم و بیماری‌زایی

جمعیت‌های گیاهان کشاورزان و بسـیـاری از موجودات زنده دیگر که درون این جمعیت‌ها زندگی می‌کنند، یک نظام تعامل پویای پیچیده را تشکیل می‌دهند. تکامل این بوم نظام در مزرعه تعیین می‌کند که

چگونه تنوع ژنتیکی گیاه به موقع رفتار می‌کند و کشاورزان از این تنوع برای کاهش اثرات مخرب آسیب بیماری‌ها استفاده می‌کنند-یا باید از آن بهره ببرند. تغییر در شدت بیماری‌زایی (میانگین توانایی جمعیت پاتوژن برای غلبه بر تنوع ژن‌های مقاومت موجود در جمعیت میزبان مربوطه) و تهاجمی بودن (میزان توانایی تشکیل کلونی و گسترش یک پاتوژن گیاهی، که باعث آسیب رساندن به میزبان آن می‌شود) اثربخشی کاربرد تنوع ارقام گیاهان برای کاهش اثرات مخرب آسیب بیماری‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهد. توسعه اپیدمی (تغییر در شدت یا سختی بیماری با گذشت زمان) نیز به مقیاس طول زمان و فضای میزبان، عوامل بیماری‌زا، محیط و انسان بستگی دارد. موزاییک‌های جغرافیایی مناطق همزیستی از طبیعت محلی تعاملات میزبان، آفت و انسان ناشی می‌شوند. تمایز و ارتباط متقابل با مهاجرت و جداسازی[1] در بین این مناطق جغرافیایی، تعاملات فراجمعیت‌های آفت-میزبان را ایجاد می‌کنند (بوست و شیور، ۲۰۱۳). هدف راهبردهای حفاظت از گیاهان زراعی، بهره‌وری یا کارآیی (ظرفیت تولید اثر در یک نقطه از زمان و مکان) و پایداری (تداوم اثر گیاه میزبان در زمان و مکان) است. کارآیی هر راهبرد به زیست‌شناسی و اندازه جمعیت پاتوژن بستگی دارد، در حالی که پایداری به پویایی سازگاری در جمعیت پاتوژن وابسته است.

تغییرپذیری فصلی یا سالانه در تعاملات گیاه زراعی-آفت در بوم‌نظام‌های کشاورزی، پیچیدگی آن‌ها را بیش از پیش افزایش می‌دهد. جمعیت‌های آفت با تغییر شرایط اقلیمی، نهاده‌های کشاورزان و مقاومت میزبان در نوسان است. علاوه بر این، آفات می‌توانند به ویژه با کمک انسان بسیار متحرک باشند. این سهولت تحرک، همراه با شرایط مساعد، ممکن است شیوع گسترده‌ای را ایجاد کند که اثرات شدیدی بر جمعیت‌های گیاهان میزبان دارد. تولیدمثل سریع در عوامل بیماری‌زای گیاهی می‌تواند اثرات سایر تغییرات ناشی از تغییر اقلیم یا افزایش تنوع اقلیمی را افزایش دهد (برای بررسی بیشتر به پژوهش گارت و همکاران، ۲۰۱۱ مراجعه نمایید).

ترکیب‌ها، چندلاین‌ها و ارقام مختلف در قطعات مختلف زمین در یک مزرعه

در بسیاری از مناطق جهان، کشاورزان ترجیح می‌دهند که ترکیب‌ها یا قطعات کوچکی از ارقام مختلف را به طور جداگانه در یک مزرعه پرورش دهند، زیرا آن‌ها می‌توانند در برابر آفات و بیماری‌های محلی مقاومت کنند که به نوبه خود می‌تواند ثبات عملکرد را افزایش دهد. در یک مثال اخیر، مولومبا و همکاران[2] (۲۰۱۲)

1. Isolation
2. Mulumba et al.

یک پروژه تحقیقاتی عمده برای بررسی بکارگیری تنوع ارقام سنتی موز (*Musa* spp.) و لوبیا (*Phaseolus vulgaris*) به عنوان گزینه‌ای برای کنترل خسارت آفات (شپشک موز و مگس لوبیا) و بیماری‌ها (لکه برگی سیگاتوکای سیاه، نماتدها، آنتراکنوز و لکه برگ زاویه‌ای) توسط کشاورزان در اوگاندا را ارائه کردند. در مکان‌های با شیوع بیماری بیشتر، خانوارهایی که از تنوع بالاتری بهره می‌بردند، شاهد آسیب کمتری به محصولات رشد کرده[1] خود بودند. تنوع درون زراعی (از طریق مخلوط‌ها، چندلاین‌ها یا استفاده از ارقام مختلف در قطعاتِ مختلف در یک مزرعه) می‌تواند آسیب‌های ناشی از آفات و بیماری‌ها را کاهش دهد. توکر[2] و فرانک[3] (۲۰۱۲) اثر تنوع ژنوتیپی را در طیف وسیعی از نظام‌های طبیعی و زراعی بر واکنش به آفات یا عوامل بیماری‌زا و بهره‌وری گیاهان بررسی کرده‌اند. آن‌ها نتیجه گرفتند که افزایش تنوع ژنوتیپ‌ها در مزارع زراعی برای کاهش فراوانی آفت و افزایش عملکرد محصول بسیار نویدبخش است. تحقیق اخیر سکاندی و همکاران[4] (۲۰۱۵) درباره لوبیا نشان داد که یک واریته ترکیبی حاوی حداقل ۵۰ درصد از یک واریته بومی مقاوم، به طور قابل توجهی باعث کاهش آسیب مگس لوبیا بر روی رقم متداول مدرن می‌شود.

هدف اصلی از تنوع ارقام زراعی در یک مجموعه از قطعات کوچک زمین، مدیریت آفات و بیماری‌ها، کاهش اندازه جمعیت آفت یا بیماری و کاهش سرعت گسترش آفت و پاتوژن است. چنین واریته‌های ترکیبی می‌توانند از شدت بیماری بکاهند، زیرا ارقام ترکیبیِ میزبان- به شرطی که اجزا در حساسیت نسبت به بیماری متفاوت باشند - می‌توانند نسبت به میانگین اجزای آن‌ها، گسترش بیماری را به‌طور قابل توجهی محدود کنند. با بررسی بیش از یکصد مطالعه، ولف[5] (۱۹۸۵) دریافت که میزان آلودگی در اجزای حساس‌تر در ارقام ترکیبی دوتایی فقط ۲۵ درصدِ میزان آلودگی در کرت‌های خالص است. از آن زمان، مخلوط‌های ارقام یا ارقام ترکیبی به طور گسترده‌ای در کشاورزی ارگانیک (داسون و گلدرینگر، ۲۰۱۲) و در راهبردهای تکامل نژادی آزمایش شده است (دورینگ و همکاران، ۲۰۱۱).

سازوکارهای تاثیرگذار بر بروز بیماری

در مخلوط‌ها و جمعیت‌های متغیر به لحاظ ژنتیکی، تصور می‌شود که چندین سازوکار می‌توانند بر میزان بیماری یا شدت بیماری (معمولا کاهش آن) در جمعیت میزبان تاثیر بگذارند (ولف و فینک، ۱۹۹۷). در

1. Standing crops
2. Tooker
3. Frank
4. Ssekandi et al.
5. Wolfe

پایین هفت مورد از سازوکارهای که ممکن است بیماری‌های منتقله از طریق هوا، ناشی از باران یا برخی از بیماری‌های خاک را شامل شوند آورده شده است:

۱. افزایش فاصله بین گیاهانی از ژنوتیپ‌های حساس‌تر در جمعیت، تراکم اسپور و احتمال رسیدن یک اسپور ویروس به یک میزبان حساس را کاهش می‌دهد.
۲. گیاهان مقاوم به مثابه مانعی بر سر راه گسترش پاتوژن عمل می‌کنند.
۳. انتخاب در جمعیت میزبان برای ژنوتیپ‌های رقابتی‌تر یا مقاوم‌تر می‌تواند شدت بیماری را کاهش دهد.
۴. افزایش تنوع جمعیت پاتوژن فی‌نفسه ممکن است باعث کاهش و بروز بیماری شود (دیلئون و ماندت، ۱۹۹۴؛ میلگروم و همکاران، ۲۰۰۸).
۵. در مواردی که پاتوتیپ‌های مخصوص ژنوتیپ‌های میزبان بروز می‌کنند، ممکن است واکنش‌های مقاومتی که اسپورهای بیماری‌زا القا می‌کنند، مانع آلودگی توسط اسپورهای بیماری‌زای مجاور شوند یا آن را به تاخیر می‌اندازند (برای مثال، در مورد کپک پودری مخلوط‌های جو [چین و ولف، ۱۹۸۴]).
۶. تعاملات میان نژادهای پاتوژن (برای مثال، رقابت برای بافت میزبان موجود) ممکن است از شدت بیماری بکاهد.
۷. اثر مانع[1] به صورت دوجانبه و متقابل است - به این معنی که گیاهان متعلق به یک ژنوتیپ میزبان به عنوان سدی در برابر پاتوژن اختصاصی تا یک ژنوتیپ متفاوت عمل می‌کنند و گیاهان دومی (گیاهانی که سدی در برابر یک ژنوتیپ متفاوت ایجاد می‌کنند) به عنوان سدی برای پاتوژن اختصاصی برای ژنوتیپ اولی عمل می‌کنند.

چهار سازوکار نخست بر مخلوط‌ها و جمعیت‌های متغیر اعمال می‌شود. سه مورد آخر به نظام‌های میزبان-پاتوژن با مقاومت اختصاصی مربوط می‌شود.

مخلوطی از ژنوتیپ‌های میزبان که در پاسخ به طیف وسیعی از بیماری‌های گیاهی متفاوت هستند، به آن دسته از بیماری‌ها پاسخ کلی می‌دهند که با سطح بیماری بر روی اجزای مقاوم‌تر در جمعیت در ارتباط است. علاوه بر این، هنگامی که ژنوتیپ‌های خاص تحت تاثیر بیماری قرار می‌گیرند، عملکرد سایر افراد مقاوم‌تر به طور کلی ضعف آن‌ها را جبران می‌کند.

1. Barrier effect

تحلیل مدیریت تنوع در پویاییِ کشاورز-محصول-پاتوژن-محیط

دانش و آگاهی از اینکه چگونه مدیریت تنوع ژنتیکیِ در مزرعه می‌تواند کشاورزان را قادر سازد تا با تنش زنده مقابله کنند را می‌توان از منظر الگوواره مثلث بیماری[1] آسیب‌شناسان گیاهی تحلیل کرد (اسکالتوف، ۲۰۰۷). مثلث بیماری ابزاری مهم برای درک پویایی بیماری‌های عفونی در جمعیت است. بیماری زمانی اتفاق می‌افتد که موجود زنده یا عامل بیماری‌زا در شرایط محیطی مطلوب برای توسعه بیماری، میزبان مناسب را پیدا کند.

مفهوم مثلث بیماری بر اهمیت هر سه عنصر و در واقع تعاملات دوبه‌دو میان آن‌ها تاکید می‌کند. دستکاری حداقل یک ضلع مثلث می‌تواند خطر عفونت و آلودگی را کاهش داده و بیماری را مدیریت کند. در مورد مدیریت تنوع کشاورزان برای مقابله با تنش زنده، متوجه شدیم که کشاورز نقشی اساسی در تصمیم‌گیری‌های تاثیرگذار بر هر سه محور دارد. پروتکل تحقیقاتی مولومبا و همکاران (۲۰۱۲) با هدف آزمایش و مستندسازی این نقش و اثربخشی آن انجام شده است و شامل مراحل زیر است:

مرحله ۱- تشخیص مشارکتی از طریق بحث گروهی متمرکز[2] استاندارد و مصاحبه خانوار[3] برای جمع‌آوری اطلاعات از کشاورزان در مورد تنوع ارقام گیاهان و شیوه‌های کنترل بیماری.

مرحله ۲- مشاهدات و بررسی‌های محلی (در مزارع کشاورزان) برای تعیین کمّیت آفت و بیماری از طریق نمونه‌برداری برشی و امتیازبندی میزان رخدادِ واقعی و رابطه آسیب بیماری با میزان تنوع. این مشاهدات باید در حین مصاحبه‌های خانوار در زمان بروز آفت و بیماری انجام پذیرند.

مرحله ۳- ارزیابی مقاومت ارقام سنتی در مزرعه، تحت شرایط کشاورزان. نمونه‌هایی از ارقام کشاورزان را در کنار مجموعه‌ای از ارقام استاندارد متمایز مورد آزمایش قرار می‌گیرد.

مرحله ۴- گردآوری سویه‌ها[4] برای تخمین تنوع عوامل بیماری‌زا و آفات و آماده سازی آن‌ها برای انجام آزمایش در ایستگاه محلی و آزمون‌های آزمایشگاهی.

مرحله ۵- تکرار آزمایش‌های محلی در ایستگاه‌های آزمایشی تا مشارکت‌کنندگان بتوانند با گذشت زمان اپیدمی‌ها را دنبال کنند (پاسخ جوانه‌ها، پیشرفت بیماری، تاثیر بر عملکرد).

مرحله ۶- آزمایش‌های گلخانه‌ای به منظور سنجش تعاملات میزبان-آفت یا میزبان-بیماری در آزمایش‌های کنترل‌شده و اندازه‌گیری تنوع تعاملات و سنجش تاثیر تنوع بر روی آسیب‌پذیری.

1. Paradigm of the disease triangle
2. Focus Group Discussion
3. Household Survey
4. Isolate

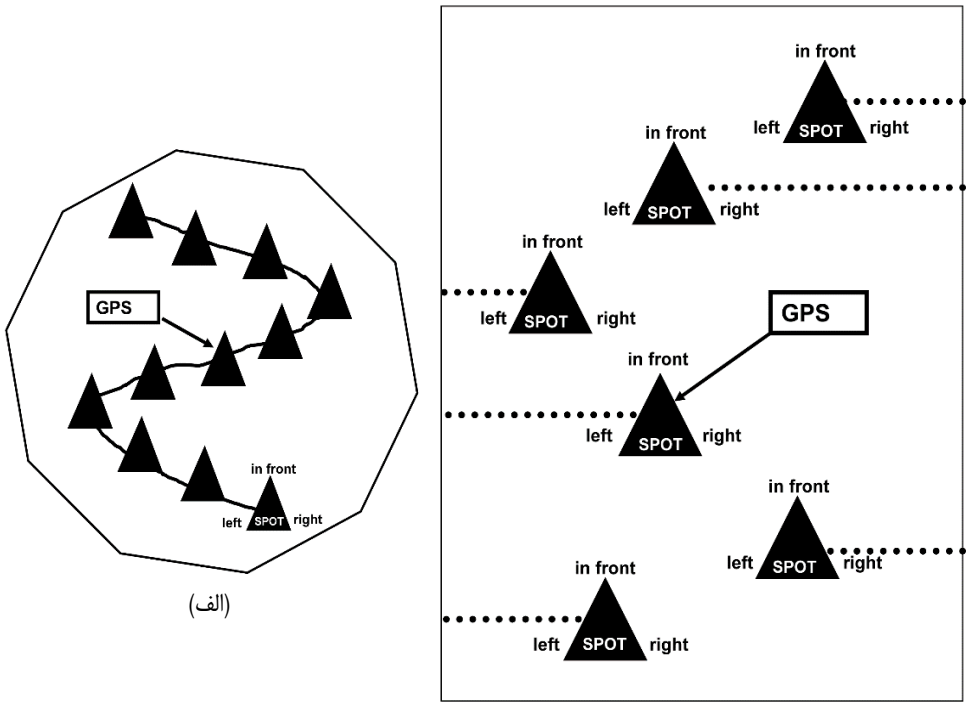
برآورد خسارت ناشی از عوامل زنده بر مزرعه

ارتباط سطح تنوع ارقام با آسیب آفات و بیماری‌ها در سطح مزرعه مستلزم اندازه‌گیری شدت خسارت در مزرعه برای هر رقمی است که کشاورز کشت کرده است (مرحله ۲ بالا). نمونه‌برداری به صورت منظم و تصادفی ترکیبی انجام می‌شود، به طوریکه امتیازها نماینده هر مزرعه باشد. باید به خسارتی که هر کدام از بیماری‌ها یا آفات هدف به هریک از ارقام وارد آورده امتیاز داد. در هر مورد، به طور متوسط ۳۰ مورد مشاهده از یک یا چند گیاه منفرد انجام می‌شود.

روش زیگزاگی برای یافتن یک نمونه مناسب به این صورت است: در یک مسیر زیگزاگی در مزرعه از یک نقطه شروع، از یک سر کرت به سر دیگر قدم بزنید به طوریکه تمام منطقه کاشت آن رقم را پوشش دهید، از ردیف‌های مختلف و از ارتفاع زیاد تا کم عبور کنید و همانطور که در شکل ۷-۱ الف نشان داده شده است، از لبه‌های کرت‌ها اجتناب کنید. اگر گام برداشتن زیگزاگی از مزرعه صدمه زیادی به محصول وارد می‌کند، همانطور که در شکل ۷-۱ ب نشان داده شده، در نقاط مختلف در امتداد کرت وارد آن شوید. پس انجام نمونه برداری لازم است که از کرت‌ها و مسیر حرکت نقشه برداری شود، بنابراین هنگامیکه نقشه‌بردار در وسط هر کرت است، آن نقطه را به وسیله GPS مشخص کنید.

در امتداد این مسیر و در ۱۰ نقطه تصادفی، سه مشـاهده - یکی در سمت چپ، دیگری در سمت راست و آخری مستقیم به جلو- انجام می‌شود. یک یا چند گیاه در هریک از این مناطق با استفاده از مقیاس رتبه‌بندی ارائه‌شده برای بیماری یا آفت مورد نظر رتبه‌بندی می‌شوند و در مجموع ۳۰ نمره برای هر رقم یا مخلوط ارقامی که در یک کرت با هم کشت شده‌اند، ارائه می‌شود. اگر یک رقم در چندین کرت کاشته شده باشد، تعداد کمتری نمونه از هر کرت گـرفته می‌شود تا به تعداد ۳۰ مشاهده رسید. سپس می‌توان ۳۰ مشاهده را در مقیاس ۰ تا ۱۰۰ رتبه‌بنـدی کرد و بر اساس بروز بیماری (درصد گیاهان، شاخه‌ها یا برگ‌های آلوده) ضرب در نمره شدت بیان شده بر حسب نسبت محاسبه کرد. برآورد شاخص خسارت خانوار[1] (HDI) از وزن‌دهی نمره خسارت وارده به هر رقم با درصد مساحت مزرعه تحت پوشش آن رقم حاصل می‌شود. سپس HDI را می‌توان با غنای خانوار و مقادیر یکنواختی که در فصل چهارم مورد بحث قرار گرفته مقایسه کرد. واریانس در سطح خـسارت را نیز در بین خانوارهایی که تعداد مختلفـی از ارقام مختلف را کشت کرده‌اند، و در منظر جامعه در بین جوامع یا سال‌های نمونه‌برداری مقایسه نمود.

1. Houshold damage index (HDI)

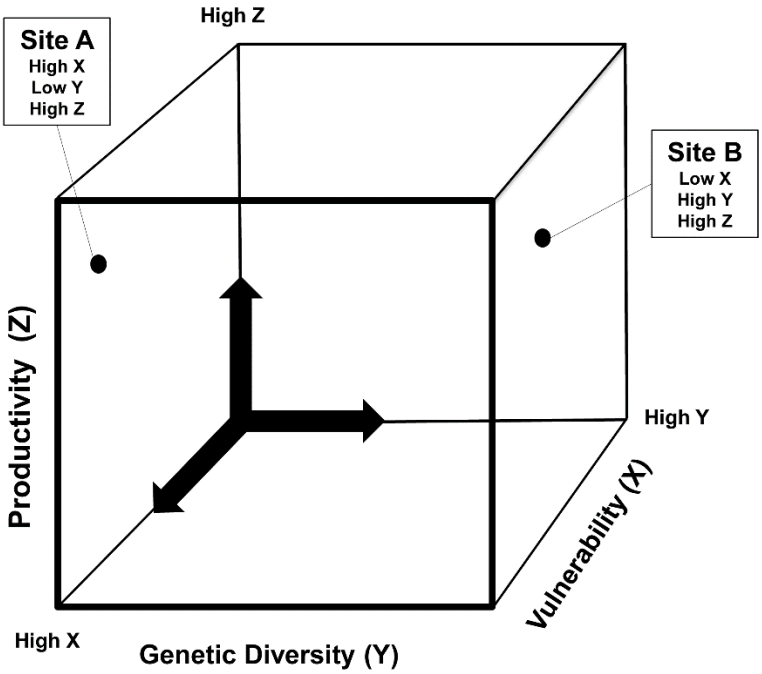


شکل ۷-۱. نمودارهای شماتیک برای جمع‌آوری مشاهدات درباره آسیب‌های آفات و بیماری‌ها بر روی ارقام گیاهان زراعی در سطح مزرعه کشاورز: ۷-۱الف الگوی زیگزاگ را برای نمونه‌برداری از ۱۰ نقطه با سه مشاهده در هر نقطه نشان می‌دهد؛ ۷-۱ب یک طرح اصلاح شده برای به حداقل رساندن آسیب هنگام ورود به مزارع کشاورزان است که نشان می‌دهد چطور با ورود به مزرعه از دو طرف کرت می‌توان به نقاطی از الگوی زیگزاگ دست یافت. (از جارویس و همکاران، ۲۰۱۲، با کسب مجوز از بایوورسیتی اینترنشنال)

تنوع ژنتیکی، خسارت و آسیب‌پذیری ژنتیکی

بسیاری از متغیرها برای توصیف نظام‌های متقابل در زمان مفید هستند. تعامل بین میزبان و آفت در محیط‌های خاص یکی از این نظام‌هاست. در اینجا بر روی سه مفهوم کلیدی قابل استفاده در مزارع کشاورزان -تنوع ژنتیکی، خسارت (بیماری) و آسیب‌پذیری ژنتیکی- و روابط متقابل آن‌ها تمرکز می‌کنیم. شکل ۷-۲ نمودار تنوع-خسارت-آسیب‌پذیری (DDV) است که نمایشی مفهومی از روابط بین مفاهیم اصلی است. هدف از آن ارائه چارچوبی برای ساختن فرضیه‌ها و مقایسه در انواع مختلف محیط‌ها و نظام‌های زراعی است. در زیر شرح محورهای نمودار DDV با جزئیات بیشتر و یک مثال عددی ساده فرضی از اندازه‌گیری تنوع برای یک

نظامِ ایده‌آل از تعامل میزبان و پاتوژن آورده شده است. کشاورزان راهبرد تنوعی را انتخاب می‌کنند که حداکثر بهره‌وری یا حداقل خسارت بیماری و حداقل آسیب‌پذیری را ارائه دهد.



شکل ۷-۲. چارچوب سه‌بعدی برای ترسیم رابطه بین تنوع ژنتیکی، آسیب فعلی بیماری یا بهره‌وری و آسیب‌پذیری ژنتیکی: محور X = آسیب‌پذیری (احتمال خسارات تولید در آینده) که توسط سطح همگنی ژنتیکی، مقاومت کم، جهش، مهاجرت اندازه‌گیری می‌شود؛ محور Y = تنوع ژنتیکی که به صورت غنا، یکنواختی و واگرایی اندازه‌گیری می‌شود؛ محور Z = بهره‌وری که به عنوان دستاوردهای اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی اندازه‌گیری می‌شود (از براون، ۲۰۱۲، با مجوز از بایوورسیتی اینترنشنال)

نمودار تنوع-خسارت-آسیب‌پذیری (DDV)

نمودار DDV یک رسم سه‌بُعدی است که سه محور آن در اینجا ابتدا نام‌گذاری شده و سپس در بخش‌هایی با عنوان زیر شرح داده شده است. به طور معمول در نمودار سه‌بُعدی محور Y به صورت افقی، محور Z به صورت عمودی و محور X مورب یا به صورت تجسم عمودی نسبت به صفحه ترسیم می‌شود. در این حالت، این سه بُعد عبارت هستند از: آسیب‌پذیری ژنتیکی، تنوع ژنتیکی و خسارت. محور X می‌تواند برای هریک از معیارهای آسیب‌پذیری ژنتیکی یا خطر خسارت در آینده در نظر گرفته شود که در زیر درباره آن بحث

خواهد شد. محور دوم (یا Y) متعلق به هریک از معیارهای تنوع ژنتیکی است (به عنوان مثال، غنا، یکنواختی و غیره). این متغیر اصلی مستقلی است که کشاورزان از طریق انتخاب رقم و منبع دانه دستکاری می‌کنند. محور سوم (یا Z) مربوط به اندازه‌گیری خسارتی است که از فشارهای عوامل زنده در مزرعه ناشی می‌شود یا برعکس؛ و به زبان ساده‌تر، به اندازه‌گیری عملکرد یا بهره‌وری مربوط است. یک نقطه در فضای سه‌بُعدی نشان‌دهنده مقادیر موجود در هر محور برای یک مزرعه منفرد، یک کشتزار یا یک جامعه و یک میزبان گیاه اختصاصی و بیماری یا فشار آفات است. نقشه‌برداری از نظام‌های‌های مطالعه به شناسایی و آزمایش روابط منجر می‌شود و اجازه می‌دهد نقاط به لحاظ صفات (مانند انواع محصولات، نظام‌های خاص به‌نژادی و انواع عوامل بیماری‌زا) گروه‌بندی شود.

محور تنوع ژنتیکی

محور تنوع ژنتیکی (Y) به طور گسترده‌ای در جاهای دیگر مورد توجه قرار گرفته است (به عنوان مثال، جارویس و همکاران، ۲۰۰۸؛ به فصل ۴ مراجعه نمایید) و تنوع را می‌توان به روش‌های مختلفی اندازه‌گیری کرد. غنای نام رقم، یکنواختی و واگرایی بین مزرعه‌ای اقداماتی اساسی به حساب می‌آیند که حایز چندین مزیت هستند (جارویس و همکاران، ۲۰۰۸، فصل ۵). شاخص Nei تنوع ژنتیکی (که مکمل شاخص غالبیت سیمپسون است) مفاهیم غنا و یکنواختی را ترکیب می‌کند، اما وزن بیشتری به یکنواختی فراوانی تیپ‌های متداول می‌دهد. بنابر استدلال شروین و همکاران[1] (۲۰۰۶) شاخص اطلاعات شانون-ویور[2] به ویژه در داده‌های سلسله مراتبی با تقسیم تنوع به مؤلفه‌های موجود در مزرعه، بین مزارع، در جوامع و بین جوامع، آمار مفیدتری از تنوع ارائه می‌دهد.

محور خسارت یا کاهش بهره‌وری

محور بهره‌وری (یا خسارت) (Z) چالش‌هایی را در جمع‌آوری داده‌ها و فراتحلیل آن‌ها ایجاد می‌کند. مقیاس‌های مختلف اندازه‌گیری‌ها در نظام‌های مختلف زراعی می‌تواند بسیار ناهمگن باشد و از انواع پاسخ بیماری خاص که برای نظام‌های خاص تعریف شده (برای مثال، به منظور بیان علایم زنگ‌زدگی) گرفته تا اندازه‌گیری صفات مورفولوژیکی متغیر است. روش‌های مقیاس‌بندی چندبعدی مانند تجزیه و تحلیل مولفه‌های اصلی، روش‌هایی را برای ترکیب بسیاری از متغیرها در شاخص‌های کمتر ارائه می‌دهند (به فصل

1. Sherwin et al.
2. Shannon-Weaver

۶ مراجعه نمایید). نکته اصلی در تمام معیارهای خسارت این است که مقیاس‌بندی از نظر جهت‌گیری ثابت باشد، بنابراین نمرات بالاتر نشان‌دهنده بیماری بیشتر، خسارت بیشتر، عملکرد کمتر یا سختی بیشتر به عنوان پیامد بیماری است. ما در بالا نحـوه دستیابی به نمرات قابل اعتماد خسارت را در این زمینه بیان کردیـم. متغیرهای دیگری که در این محور قرار دارند، شامل معیارهای تاثیر اقتصادی یا اجتماعی (فصل‌های ۸ و ۹) و جایگزینی سموم دفع آفات با تنوع به عنوان ابزاری برای کاهش خسارت هستند (در فصل ۹ بحث شده است).

متغیرهایی که خسارت (بیماری) ناشی از عوامل بیماری‌زا، انگل‌ها یا آفات را در مزرعه اندازه‌گیری می‌کنند (فشار آفت)، وجود یا شیوع آفات خاص در یک منطقه در نتیجه خسارت و کاهش عملکرد، پاسخ به کاربرد آفت‌کش‌ها و پاسخ مقاومت شناخته‌شده ژنوتیپ‌های میزبان آزمایشی را شامل می‌شود. نظارت بر اثرات بیماری یا آفت از جمله کاهش عملکرد، گرفتن نمونه از گیاه میزبان و آفت برای آزمایش پاسخ به بیوتیپ‌های محلی، مقایسه میزبان‌های محلی و خارجی برای تنوع در پاسخ بیوتیپ آن‌ها و ارزیابی تنوع برای صفات موثر بر پاسخ میزبان (برای مثال، مورفولوژی) و تنوع برای نشانگرهای خنثی، روش‌های اساسیِ این ارزیابی به شمار می‌آید.

محور آسیب‌پذیری ژنتیکی

محور سوم (X) آسیب‌پذیری ژنتیکی چالش‌برانگیزترین بُعدِ تعیین کمّیت است (براون، ۲۰۰۸). آسیب‌پذیری ژنتیکی «به شرایطی گفته می‌شود که تحت آن یک محصول یا گونه گیاهی از نظر ژنتیکی و یکنواختی حساس به آفات، عوامل بیماری‌زا یا مخاطرات زیست‌محیطی باشد» (شورای ملی تحقیقات، ۱۹۹۳). آسیب‌پذیری ژنتیکی بیش از تمرکز بر خسارت واقعی محصولِ فعلی، بر توانشِ خسارت در آینده متمرکز است. اگر جمعیت‌های یک گونه محصول فاقد تنوع ژنتیکی باشند که بتواند آن‌ها را در برابر یک چالش جدید زنده یا یک تنش غیرزنده تشدید شونده مقاوم کند- به ویژه هنگامی که چنین تنوع ژنتیکی سازگار در جاهای دیگر در دسترس باشد- «از نظر ژنتیکی حسـاس و آسیب‌پذیر» در نظر گرفته می‌شوند. بنابراین مفهوم آسیب‌پذیری ژنتیکی محدودتر از آسیب‌پذیری به تنهایی است. برای داشتن تنـوعی که به لحاظ «ژنتیکی» سازگار یا مقاوم باشد و با فقدان آن در یک محل مواجهیم، باید در جاهای دیگر در پی آن باشیم. آسیب‌پذیری ژنتیکی از یک علـت ژنتیکی ناشی می‌شـود (عدم تنوع) و حل آن راهکارهای ژنتیکی را می‌طلبد. یک مورد واضح از آسیب‌پذیری ژنتیکی بالا، زمانی است که کل مناطق زیر کشت یک ژنوتیپ

واحد می‌روند (برای مثال واحه‌ای که فقط یک کلون خـرما دارد که از نظر طعم و مزه یا عملکرد بسیار ارزشمند است، اما به بیماری حساس است، در حالی که سایر گونه‌های کم‌ارزش‌تر را می‌توان کاشت).

ایجاد معیاری برای آسیب‌پذیری ژنتیکی کار دشواری است، زیرا یک مقدار واقعی نیاز به دانش دقیق از محیط‌های آینده دارد. جدول ۷-۲ اقدامات احتمالی و مفروضات یا مبانی مفهومی آن‌ها را بر اساس انواع متمایز آسیب‌پذیری ژنتیکی بیان می‌کند (براون، ۲۰۰۸). نوع اول تقریبا تکرار واضحات است و ادعا می‌کند که یکپارچگی ژنتیکی به خودی خود با ایجاد یک چالش جدید زیست‌محیطی، احتمالا به خسارت شدید محصول منجر می‌شود. برای این مفهوم، تنوع غنی و یکنواخت ارقام، اقدامات کلی به حساب می‌آید. از طرف دیگر می‌توان بر اساس تغییر توالی ژن نشانگر میزان تنوع را تخمین زد. این مفهوم بر همبستگی تنوع و استدلال‌های احتمالی اتکا دارد، بدین ترتیب که تنوع ژنتیکیِ بیشتر برای ژنوتیپ‌ها یا ارقام چند جایگاهی[1]، به طور میانگین، بیشتر اوقات ممکن است باعث ایجاد تنوع ژنتیکی برای پاسخگویی به نیازهای خاص آینده (مانند ژن‌های مقاومت) شود. نمره بالا برای غنا به معنای وجود ژنوتیپ‌ها یا ارقام بیشتری در نظام محلی است، از جمله تمام آن‌هایی که در حال حاضر در تعداد اندکی وجود دارند. این ارقام نشان دهنده تنوع پراکنده است کـه بـرای تکـثیر سـریع و استقرار در محصولات بـعـدی یـا متـعـاقب در دسترس هستـنـد.

جدول ۷-۲. مفاهیم و شاخص‌های آسیب‌پذیری ژنتیکی اقتباس از براون (۲۰۰۸)

مفهوم آسیب‌پذیری ژنتیکی	اندازه‌گیری
همگنی ژنتیکی: یک رقم یا تعداد کـمی از ارقام زراعی در منطقه کشت می‌شود و همه این ارقام دارای ساختار مقاومت بسیار مشابهی هستند.	• تنوع غنا و یکنواختی ارقام • تنوع مقاومت‌های به لحاظ ژنتیکی متفاوت.
آسیب‌پذیری محیطی: ارقام موجود در یک منطقه، اگرچه با محیط فعلی آن منطقه سازگار هستند، اما فاقد تنوع ژنتیکی هستند که بتواند با گذشت زمان آن‌ها را با فاجعه‌های محیط زیستی یا افزایش تنش سازگار کند.	• حساسیت نسبی ارقام محلی هنگامی که در زمـان رشد با تغییرات تدریجی تنش فزاینده مواجهند.
آسیب‌پذیری جهشی: محصول زراعی در مـعـرض پاتوتیپ جهش‌یافته جدیدی از عوامل بیماری‌زا است.	• نسبتی از پاتوتیپ‌های غیرمحلی یـا سویه‌های متـمایز که می‌توانند باعث بیماری شوند.
آسیب‌پذیری مهاجرتی: محصول نسـبت بـه جمعیت‌های مهاجر جدید آفت یـا بیماری کـه از خـارج از منـطقه می‌آیند حساس است.	• احتمال تکثیر موفق یک آفت یا بیماری مهاجر. • نسبت گیاهانی که خارج از محیط بومی و در مناطق مستعد بیماری به بیماری مبتلا می‌شوند.

1. Multi-locus

از طرف دیگر، یکنواختی، تنوعی را که قبلا در یک زمان و در مقیاس مشخص (در مزارع، در یک کشتزار یا در یک روستا) به کار گرفته شده است، اندازه‌گیری می‌کند. نمره بالا برای یکنواختی حاکی از تنوع در استفاده فعلی، مقاومت در برابر طیف گسترده‌ای از پاتوتیپ‌های بیماری قارچی یا تحمل طیف وسیعی از انواع خاک است.

اگر یکی از معیارهای تنوع ژنتیکی مانند غنای تنوع نیز به عنوان معیاری از آسیب‌پذیری ژنتیکی مورد استفاده قرار گیرد، دیگر با آزمایش مستقل از رابطه بین تنوع و آسیب‌پذیری روبرو نیستیم. با این وجود، می‌توان معیار تنوع را بر اساس نشانگرهای خنثی (به فصل ۵ مراجعه نمایید) یا کلاس‌های ژنتیکی عمومی (مثلا ارقام)، و معیار آسیب‌پذیری را بر اساس داده‌های توصیف‌کننده تعاملات زیستی قرار داد.

دیدگاه دیگر در مورد استقرار تنوع و تاثیر آن بر آسیب‌پذیری، در نظر گرفتن مکان در فضای تنوع است. آسیب‌پذیری محیطی زمانی اتفاق می‌افتد که محصول زراعی در منطقه‌ای قرار داشته باشد که تنش در آنجا در حال بروز باشد (مانند منطقه‌ای که تنش خشکی یا شوری درآن بروز یافته باشد)، اما تنوعی که بتواند آن را با تنش جدید سازگار کند به صورت محلی در دست کشاورزان نباشد.

تنش‌های زنده از طریق تغییر ژنتیکی یا مهاجرتِ جمعیت‌های بیماری‌زا یا آفات، احتمال بروز خسارت در آینده را به وجود می‌آورد. حساسیت می‌تواند از طریق جهش‌های قدرت بیماری‌زایی در پاتوژنی ایجاد شود که برای جمعیت تازگی دارد. این امر به عنوان آسیب‌پذیری جهشی شناخته می‌شود و به صورت میانگین احتمال آلودگی یا متوسط سطح خسارت بیماری که از یک سویه غیرمحلی یا سویه بیماری زمانی که بر روی یک رقم محلی آزمایش می‌شده، جدا شده است (سویه یک کشت یا زیرجمعیت یک میکروارگانیسم است که از جمعیت والدش جدا شده و در نوعی شرایط کنترل‌شده نگهداری می‌شود). برای هر سویه نمرات جداگانه‌های در نظر گرفته نمی‌شود، چرا که از پیش مشخص نیست که کدام طیف پاتوتیپ یا بیماری‌زایی چه جهش جدیدی را تجربه خواهد کرد.

آخرین راهی که بهره‌وری گیاهان زراعی یک منطقه را تهدید می‌کند این است که گونه جدیدی از بیماری یا آفات به آن منطقه مهاجرت کند و جمعیت محلی به آن حساس باشد. ما این امر را به عنوان آسیب‌پذیری مهاجرتی طبقه‌بندی می‌کنیم که در سطح مزرعه یا جامعه و به عنوان احتمال موفقیت یک مهاجر تصادفی در منطقه در وارد آوردن خسارت اندازه‌گیری می‌شود. در یک زمینه گسترده‌تر، استاکنبروک[1] و مک‌دونالد[2] (۲۰۰۸) چهار مدل تکاملی را که به وسیله آن‌ها پاتوژن‌های گیاهی جدیدی در

1. Stukenbrock
2. McDonald

مقیاس زمانی کاملا متفاوت در نظام‌های زراعی-اکوسیستم به وجود آمده‌اند، متمایز می‌کنند و بر اهمیت تنوع ژنتیکی در مبارزه با چنین حوادثی در آینده تاکید می‌ورزند. در اینجا تمرکز بر مقیاس‌های مکانیِ محلی و مقیاس‌های زمانی کوتاه‌تر است. البته ما از قبل نمی‌دانیم که کدام عامل بیماری‌زا یا نژاد آفت به منطقه وارد می‌شود. در عوض ما سعی می‌کنیم با استفاده از دانش موجود در مورد پراکنش جغرافیایی فعلیِ منابع تهدیدکننده عوامل بیماری‌زا یا آفات که از طریق مسافت و مهاجرت‌های احتمالی و به صورت معکوس رتبه‌بندی شده، محاسبات تقریبی را برای اهداف مقایسه‌ای انجام دهیم. اگر نمونه‌ای از جمعیت محلی موردنظر در مجموعه‌ای از مناطق مستعد بیماری آزمایش شود و امتیاز بر اساس نسبت گیاهان آسیب‌دیده برآورد شود، برآوردهای جایگزین از آسیب‌پذیری مهاجرت به دست می‌آید. بخش بعدی مثالی فرضی از ارقام میزبان است که در برابر سویه‌های مختلف یک بیماری مورد آزمایش قرار گرفته‌اند.

نظام‌های برهمکنش[1] که از منظر ژنتیکی تعریف می‌شوند

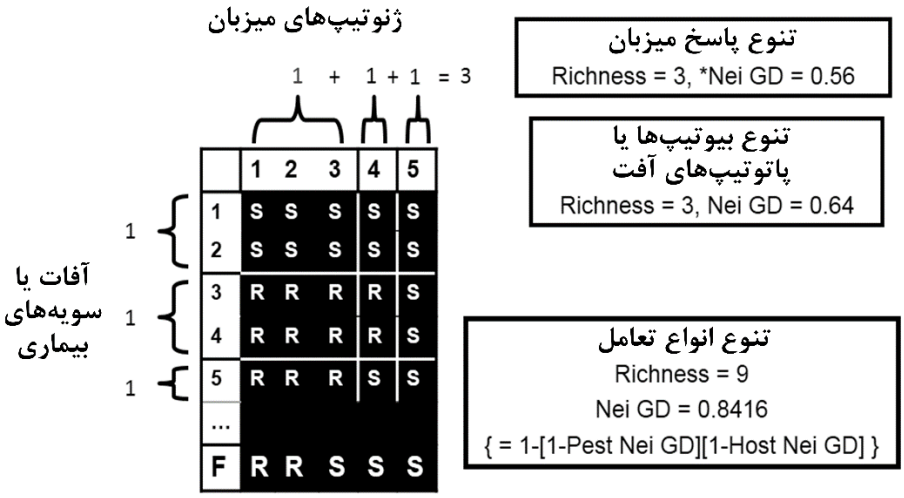
در این مثال فرضی ساده، نمونه‌ای از پنج ژنوتیپ یا رقم میزبان در شرایط کنترل‌شده و به منظور پاسخ به آلودگی توسط پنج سویه جداگانه بیماری یا آلودگی توسط پنج منبع آفت آزمایش می‌شود. همچنین، پاسخ میزبان به آزمایش میدانی به عنوان سطر F ذکر شده است. در این حالت پاسخ را به عنوان یک متغیر دو حالته خلاصه می‌کنیم؛ اما می‌توان اصول را با ابزارهای گروه‌بندی در کلاس‌ها به متغیرهای گروهی یا کمّی پیچیده‌تر گسترش داد.

پنج سویه بیماری به سه نوع پاسخ شناخته‌شده توسط این نمونه میزبان (SSSSS، RRRRS، RRSSS)، با فراوانی‌های ۰/۴، ۰/۴، و ۰/۲ در نمونه تقسیم می‌شوند. از این رو غنای تنوع بیوتیپ‌های آفت ۳ و تنوع یکنواختی Nei مساوی است با:

$$۱-(۰/۴)^۲-(۰/۴)^۲-(۰/۲)^۲=۰/۶۴$$

آماری که برای پاسخ میزبان وجود دارد غنای سه نوع (SSRRR، SSRRS، SSSSS) و یکنواختی Nei ۰/۵۶ است. نتیجه این که در جدول، ۹ نوع تعامل میزبان و پاتوژن تعریف شده است. فراوانی هر نوع (۶، ۶، ۳، ۲، ۲، ۲، ۱، ۱، ۱) در مجموعِ ۲۵ (=۵×۵) آزمایش است، و تنوع یکنواختی Nei، ۰/۸۴۱۶ است (که در این جدول کامل برابر است با: $1 - [1 - 0.56] \times [1 - 0.64]$ (شکل ۷-۳).

1. Interacting systems



*تنوع ژنتیکی Nei (Nei GD) تکمیل شاخص تنوع یکنواختی/غالبیت سیمپسون (Nei GD بالا= فراوانی یکنواخت بیشتر تیپ‌ها،Nei GD کم= غالبیت تعدادی از تیپ‌ها)

شکل ۷-۳. ماتریسی برای یک نظام برهمکنش که به لحاظ ژنتیکی تعریف شده است (از براون، ۲۰۱۲؛ با کسب مجوز از بایوورسیتی اینترنشنال)

روابط بین متغیرهای DDV

حال که چارچوب مفهومی خود را برای تحلیل تنوع ژنتیکی در حال تکامل و تنش‌های زنـده در اختیـار داریم، می‌توانیم به روابط بین سه محور اصلی و پرسش‌های تحقیق مورد نظر بپردازیم.

تنوع: خسارت

اینکه چطور خسارت به تنوع مربوط می‌شود بـرای درک تنوع گیـاهـان زراعی بومی در محیط زنده اساسی است. در زیر برخی از پرسش‌های راهنمای تحقیق در پاسخ به تنش‌های زنده که خود از نظر ژنتیکی در محیط بومی متنوع هستند، ذکر شده است:

- عملکرد ارقام و ژنوتیپ‌های محلی نسبت به عملکرد ارقام مدرن یا خارجی چگونه است؟
- الگوی کلی ارتباط بین آسیب‌های وارده زنده و تنوع ارقام در مزارع کشاورزان و جوامع چیست؟
- آیا با تنوع بیشتر، فقط میزان خسارت میان ارقام توزیع می‌شود، یا صرفا به میانگین اجزا سود می‌رسد؛

یا در واقع هزینه‌ای است که کاهش مقاومت بر دوش تنوع می‌گذارد؟

- آیا میان روابط انواع گیاهان، یا انواع تهدیدات عوامل زنده تفاوت وجود دارد؟
- در نظام‌هایی که می‌توان آن‌ها را به روشی مشابه نمونه ساده بالا کمّی نمود، رابطه میان خسارت و معیارهای مختلف تنوع چیست؟

تنوع: آسیب‌پذیری ژنتیکی

همانطور که پیش‌تر اشاره شد، اگر تنوع ژنتیکی نیز معیار آسیب‌پذیری باشد، تحلیل رابطه بین این محورها دشوار است. با این حال متذکر شدیم که کشاورزان از سه محور می‌توانند با استفاده از تنوع ارقام، یعنی تعداد (غنای) ارقام کشت شده و یکنواختی محاسبه شده بر مبنای سطح زیر کشت هر رقم، بیشترین تاثیر را بر بُعد تنوع بگذارند. بدیهی است که مزیت فرض شده برای تاثیر تنوع بیشتر در کاهش آسیب‌پذیری نیاز به بررسی بیشتر دارد. برای مثال، بکارگیری مخلوط‌های ارقام زراعی یا مجموعه‌های متنوعی از ارقام گیاهان زراعی پرسش‌هایی راجع به ترکیب مطلوب آن‌ها (غنا و یکنواختی اجزا)، طرح کاشت (مرحله به مرحله، ردیف‌های تصادفی، یا ردیف‌هایی که بصورت یکی در میان کاشته شده، یا قطعات کوچک زمین و مزارع کوچک)، زراعت و مدیریت برداشت را مطرح می‌سازد.

کدام نوع از نظام‌ها رابطه میان تنوع و آسیب‌پذیری منافع کشاورزان را نشان می‌دهد؟

مسئله راهبرد تنوع ژنتیکی (رقم) و کاهش آسیب‌پذیری دارای یک معادل مشابه جالب در «نظریه سبد سهام یا پرتفولیو[1]» در مدیریت سرمایه‌گذاری است. پرسش مشابه مورد نظر، تخصیص بهینه سرمایه‌گذاری به سهام شرکت (مشابه اجزای مختلف راهبرد مختلط) برای به دست آوردن حداکثر بازده کل یا حداکثر تاب‌آوری است. یک نتیجه اساسی از این نظریه بر اجرای ماتریس واریانس کوواریانس عملکرد ژنوتیپ (سهم) در تعدادی از محیط‌ها (به موقع) که بر اساس احتمال وقوع آن‌ها تعیین شده است متمرکز است. انعطاف‌پذیری بیشتر عملکرد (حداقل آسیب‌پذیری) زمانی اتفاق می‌افتد که همبستگی منفی وجود داشته باشد، یعنی وقتی «سرمایه‌گذاری»های مختلف در کل پرتفوی، عملکرد متفاوتی را در پاسخ به چالش‌های مختلف در یک زمان در بازار در حال تکامل نشان می‌دهند. در مورد تنوع ارقام، آسیب‌پذیری زمانی که «همبستگی سودمند» خالص (تعریف شده به عنوان همبستگی‌های منفی منهای همبستگی‌های مثبت) مقدار مطلق زیادی داشته باشد، به حداقل می‌رسد.

1. Portfolio theory

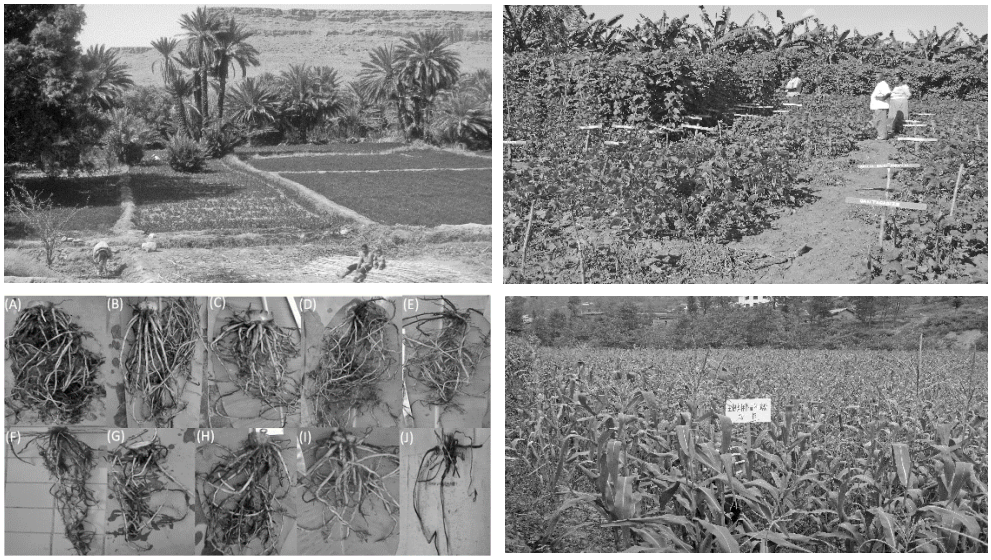
آسیب: آسیب‌پذیری ژنتیکی

رابطه میان آسیب وارده به محصولِ فعلی و خسارات احتمالی آینده به طور قابل تصوری بر تصمیم‌گیری کشاورزان در مورد تنوع تاثیر می‌گذارد. در جمعیت‌های میزبان که به شدت آسیب دیده‌اند و جمعیت زیادی از پاتوژن‌ها را در خود جای داده‌اند، ممکن است افزایش تلقیح احتمال تکامل بیوتیپ‌های بیماری‌زای جدید را افزایش دهد. بنابراین پرسش‌های مورد نظر عبارتند از:

- کشاورزان چگونه به آسیب وارده ناشی از بیماری به محصول واکنش نشان می‌دهند؟ آیا سمپاشی می‌کنند، ارقام یا روش‌های کشت را تغییر می‌دهند و یا فقط آسیب را تحمل می‌کنند؟
- آیا آسیب فعلی به محصول، خسارت سنگین‌تری را به دنبال دارد و بنابراین کشاورز را وامی‌دارد تا تغییری در شیوه‌های مدیریت ایجاد کند؟

نتیجه‌گیری

در این فصل به روش‌های استفاده از تنوع ژنتیکی گیاهان زراعی برای کنترل تنش‌های زنده و غیرزنده در محیط مزرعه پرداخته شد و موارد آن مورد بحث قرار گرفت. البته چنین مفهومی می‌تواند بخشی از یک طرح مدیریت یکپارچه آفات را تشکیل دهد. با این حال، این امر نیز مشخص شده است که روش کاربرد تنوع ژنتیکی گیاه در همه شرایط مناسب نیست. تعیین این امر که چه زمانی، کجا و چگونه تنوع ژنتیکی گیاه می‌تواند نقش اساسی در مدیریت فشارهای محیطی زیانبار در مزارع کشاورزان ایفا کند، خود یک چالش است. به منظور غلبه بر این چالش باید درکی از محیط اجتماعی- فرهنگی، اقتصادی و سیاسی که بر تصمیمات کشاورزان تاثیر می‌گذارد، داشته باشیم که در فصل‌های بعدی به آن می‌پردازیم (فصل‌های ۸، ۹ و ۱۰). این موارد بنیانِ ایجاد ابزارها و فرآیندهای تصمیم‌گیری برای کشاورزان، محققان و کارکنان توسعه را شکل می‌دهد. این ابزار و فرآیندها امکان مقایسه «راهبردهای غنی از تنوع» را با سایر روش‌های موجود مدیریت گیاهان زراعی فراهم می‌آورد تا بهره‌وری پایدار در شرایط تنش تضمین گردد (به فصل ۱۲ رجوع نمایید).



قاب ۸. در هر مزرعه‌ای می‌تواند طیف وسیعی از عوامل تنش‌زای زنده، خاک و اقلیمی در سطحی باشد که بر رشد گیاه و بهره‌وری محصول تاثیر بگذارد. بسیاری از ارقام سنتی در مزارعی تکامل می‌یابند که اغلب تحت تنش‌های متعددی قرار دارند. سمت چپ بالا: واحه‌ای از نخل خرما در مراکش. کشاورزان انواع خرمای زودرس را برای محدود کردن دوره مواجهه با گرمای شدید انتخاب می‌کنند، بنابراین برای جلوگیری از تنش گرمای بیش از حد تحمل، تنوع ژنتیکی را کنترل می‌کنند. سمت راست بالا: ارقام سنتیِ لوبیای رونده و ارقام لوبیای بوته‌ای که از سه مکان در اوگاندا جمع‌آوری شده تا به منظور آزمایش مقاومت در برابر لکه زاویه‌ای برگ (*Phaeoisariopsis griseola*) و آنتراکنوز با هم پرورش داده شوند. پایین سمت چپ: تنوع آسیب نماتد (*Radopholus similis*) بر ارقام موز در اکوادور. حروف به ارقام مختلف موز (*Musa* spp.) اشاره دارند: (A) دومینیو هارتون[1]؛ (B) دومنیکو[2]؛ (C) گروس مایکل[3]؛ (D) اریتو[4] (E) باراگانته[5]؛ (F) دومینیکو ورده[6]؛ (G) لیمنو[7]؛ (H) دومنیکو نگرو[8]؛ (I) گینئو دی ژاردین[9]؛ (J) ویلیامز[10]. پایین راست: آزمایش مخلوط واریته‌ای ذرت در شهرستان ژائوجو در استان سیچوانِ چین، که طی آن برای مدیریت بیماری در برابر بلایت برگ شمالی[11]، یک رقم مدرن ذرت به همراه سه رقم بومی دیگر کشت شد. عکس‌ها: د. جارویس (بالا سمت چپ)، جویس اَدوکوراچ (بالا سمت راست)، د. ورو/د. واکا، س. شوارتز-کاپلو/ ج. لوپز (پایین سمت چپ)، ه. ایکس. پنگ (پایین سمت راست).

1. Dominio Harton
2. Dominico
3. Gros Michael
4. Orito
5. Barraganete
6. Dominico Verde
7. Limeño
8. Dominico Negro
9. Guineo de Jardín
10. Williams
11. Northern leaf blight

"Copyright © 2016Bioversity International"
"CROP GENETIC DIVERSITY IN THE FIELD AND ON THE FARM: PRINCIPLES AND APPLICATIONS IN THE RESEARCH PRACTICES was originally published in English by Yale University Press in 2016 (ISBN 978-0-300-16112- 0). This translation is published by arrangement with Bioversity International."

فصل ۸

چه کسانی تنوع‌زیستی را مدیریت می‌کنند؟

مشخصه‌یابیِ محیط‌های زیست اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی

مترجم: مهدی اسماعیلی
mehdism@cenesta.org

در پایان این فصل خواننده به درکی از موضوعات زیر دست پیدا می‌کند:

- نحوه مشخصه‌یابیِ[1] اجتماعات کشاورزان و جوامع زراعی که درون محیط‌های زیست اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی خود تنوع‌زیستی را حفظ و از آن نگهداری می‌کنند.
- شیوه‌های تحلیلِ این امر که چگونه نقش‌های مقرّرِ اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی به الگوهای تنوع‌زیستیِ زراعی در میان کشاورزان و خانوارهایشان، شبکه‌های آن‌ها یا اتحادیه‌های رسمی کشاورزان و اجتماعات زراعی شکل می‌دهد.

نقش کشاورزان و مدیریت تنوع‌زیستیِ کشاورزی

نقش‌های مقرّرِ اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی که کشاورزان در اجتماعات خود و در طول دوره زندگی برعهده می‌گیرند به تصمیم‌های آن‌ها درباره مدیریت تنوع‌زیستی زراعی شکل می‌دهد. چنین نقش‌هایی از طریق شکل بخشیدن به دسترسی کشاورزان به دانش و منابع مختلف و کنش‌های متعاقب آن‌ها بر میزان و تنوع زراعیِ حفاظت شده اثر می‌گذارد. در پژوهش‌های اجتماعی به این امر پرداخته می‌شود که چگونه مردم به‌منظور کنش جمعی، درون نهادهای رسمی و غیررسمی گروه تشکیل می‌دهند و دست به کنش متقابل می‌زنند. فرهنگ را می‌توان تجلّیِ کنش متقابل میان جوامع انسانی و محیط‌زیست طبیعی، تاریخی و اجتماعی

1. Characterization

در طول زمان تعریف نمود. این محیط‌های زیست نه تنها نیازهای مادّیِ انسان به غذا، علوفه، آب، دارو و دیگر منابع طبیعی را برآورده می‌سازد، بلکه شالوده ارزش‌های اخلاقی، مفاهیم فضاهای مقدّس، تجربه‌های زیبایی‌شاختی و هویت‌های شخصی یا گروهیِ منبعث از محیط‌های محلّی را نیز فراهم می‌آورد (کاسام، ۲۰۰۹). پژوهش اجتماعی بر آیین‌ها و رسوم، باورها و ارزش‌هایی متمرکز است که یک جامعه یا گروه از طریق آن‌ها خود را تعریف می‌کند. پژوهش اقتصادی به تصمیم‌های اتّخاذ شده مردم در خصوص تخصیص و استفاده از منابع بر مبنای ارزش بازار و ارزش غیربازاری می‌پردازد. تحلیل نسبیت نقش‌های مقرّرِ اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی در مدیریت محصولات و ارقام زراعی، به دستیابی به فهم نظام‌های مدیریت محصولات و ارقام کشاورزی یاری می‌رساند و بنابراین راهنمای مفیدی در طراحی و اجرای برنامه‌های حفاظت از تنوع زیستیِ درون مزرعه محسوب می‌شود. به این منظور ویژگی‌هایی همچون سن، جنس، خویشاوندی، ثروت نسبی، تحصیلات، پایگاه اجتماعی، قومیّت و زبان باید در نظر گرفته شود. مشخصه‌یابی روابط اجتماعی و سرمایه اجتماعی نیز واجد اهمیتی بنیادین است.

ویژگی‌هایی که پیشتر به آن‌ها اشاره شد به عنوان بخشی از هر فعالیت مشخصه‌یابی، در مقیاس‌های فضاییِ متنوعی از قبیل واحد تولیدی مزرعه (اغلب یک خانوار زراعی[1])، گروه‌های کشاورزان (که علاوه بر شبکه‌های اجتماعی، اتحادیه‌های رسمی‌تر را نیز در برمی‌گیرد) و اجتماعات زراعی مورد مطالعه قرار گرفته است. یکی از دلایل اصلیِ تاکید بر لزوم مطالعه گستره‌ای از مقیاس‌های مکانی این است که غالبا تفاوت‌های میان ارقام زراعی در بین گروه‌ها و اجتماعات در مقایسه با تفاوت‌ها در درون گروه‌ها و اجتماعات نمود شدیدتری دارد. در طراحی مطالعه (و ساختارِ نمونه‌گیری در صورت استفاده از روش‌های کمّی) امکان این‌گونه مقایسه‌ها حائز اهمیت است.

توصیف ویژگی‌های متولّیان و مدیرانِ تنوع زیستی

در ادامه برخی از ویژگی‌های اجتماعی توضیح داده می‌شود که در درک و تحلیل مدیریت تنوع زیستیِ زراعی توسط کشاورزان مفید است.

سن

غالبا در یک جامعه، دانشِ راجع به تنوع‌زیستیِ زراعی و محیط‌های زیستِ زراعی در اختیار گروه‌های سنّیِ خاص قرار دارد. اگر چه ممکن است نسل‌های جوان‌تر نیز دانشی یگانه راجع به محصولات کشاورزی و

1. Farming household

گیاهان وحشیِ را در اختیار داشته باشند، در اکثر مواقع دانش بومی یا سنتیِ راجع به تنوع ژنتیکی زراعی کاملا درمیان اعضای کهنسال‌ترِ یک جامعه رشد می‌یابد. کشاورزان جوان احتمالا ترجیح‌های ایدئولوژیک یا شخصی متفاوتی از کشاورزان گروه‌های مسن‌تر دارند که به اتخاذ تصمیم‌ها و انتخاب‌هایی می‌انجامد که بر تنوع ژنتیکی نظام‌های کشاورزی آن‌ها تاثیر می‌گذارد.

جنسیت[1]

جنسیت به نقش‌ها و مسئولیت‌های اجتماعیِ اکتسابی و تعویض‌پذیرِ مردان و زنان در یک زمینه فرهنگی خاص اشاره دارد و ممکن است درون و میان فرهنگ‌های مختلف واجد تفاوت‌های گسترده باشد. جنسیت از جنس[2] متفاوت است؛ جنس بر تفاوت‌های زیست‌شناختی و ثابت میان مردان و زنان دلالت دارد، در حالیکه نقش‌های جنسیتی مجموعه‌ای از رفتارهای آموخته شده در یک جامعه بوده و بر کنش‌هایی مبتنی است که در فرآیند شرطی‌سازیِ اجتماعی برای مردان و زنان مناسب و پسندیده قلمداد می‌شود. نقش‌ها و روابط جنسیتی در پاسخ به شرایط اجتماعیِ در حال دگرگونی، تغییر می‌کنند.

در بسیاری از فرهنگ‌ها، مردان و زنان دانشی ویژه درباره گیاهان زراعی و یا حتی ارقام سنّتیِ یک گونه در اختیار دارند که همین امر جنسیت را به یک مقوله اجتماعی بسیار مهم در راه درک تنوع ژنتیکی زراعی و مدیریت آن‌ها در مزرعه تبدیل می‌کند (کادر ۸-۱). تفاوت‌های موجود در دانش و مسئولیت‌های مرتبط با گیاهان زراعی را می‌توان ناشی از گوناگونیِ کاربری‌ها، ترجیح‌ها، مالکیت یا رژیم‌های کاریِ مرتبط با مردان و زنان دانست. فضاهای تولید متفاوت، خواه یک باغچه در مجاورت خانه یا زمین زراعی یا باغی بزرگ‌تر که در تملّک یک خانوار است، می‌تواند تحت مسئولیت یکی از اعضای مونث یا مذکر خانواده قرار داشته باشد. چنین تقسیم کاری هم بر تولیدات زراعی که به‌منظور فروش یا مصرف کشت می‌شوند، و هم بر بذرهایی که به جهت کشت مجدد انتخاب و نگهداری می‌شوند قابل اعمال است. از آنجایی که نحوه به‌کارگیریِ دانش و مدیریت مرتبط با منابع ژنتیکی زراعی واجد ماهیتی جنسیتی است، داده‌ها در یک قالب مجزّا از مردان و زنان جمع‌آوری می‌شود. مجزّا کردن داده‌ها باید متضمن دستیابی به یک نمونه متعادل باشد؛ برای مثال جهت پیمایشِ ۶۰ خانوار از یک جامعه، بدون در نظر گرفتن جنسیت سرپرست هر خانوار، می‌طلبد که از میان ۳۰ خانوار (۵۰ درصدِ حجم نمونه) یک مرد بالغ و از ۵۰ درصد دیگر (۳۰ خانوار) یک زن بالغ مورد مصاحبه قرار گیرند.

1. Gender
2. Sex

کادر ۸-۱. مثال‌هایی از فضاهای جنسیت و تولید

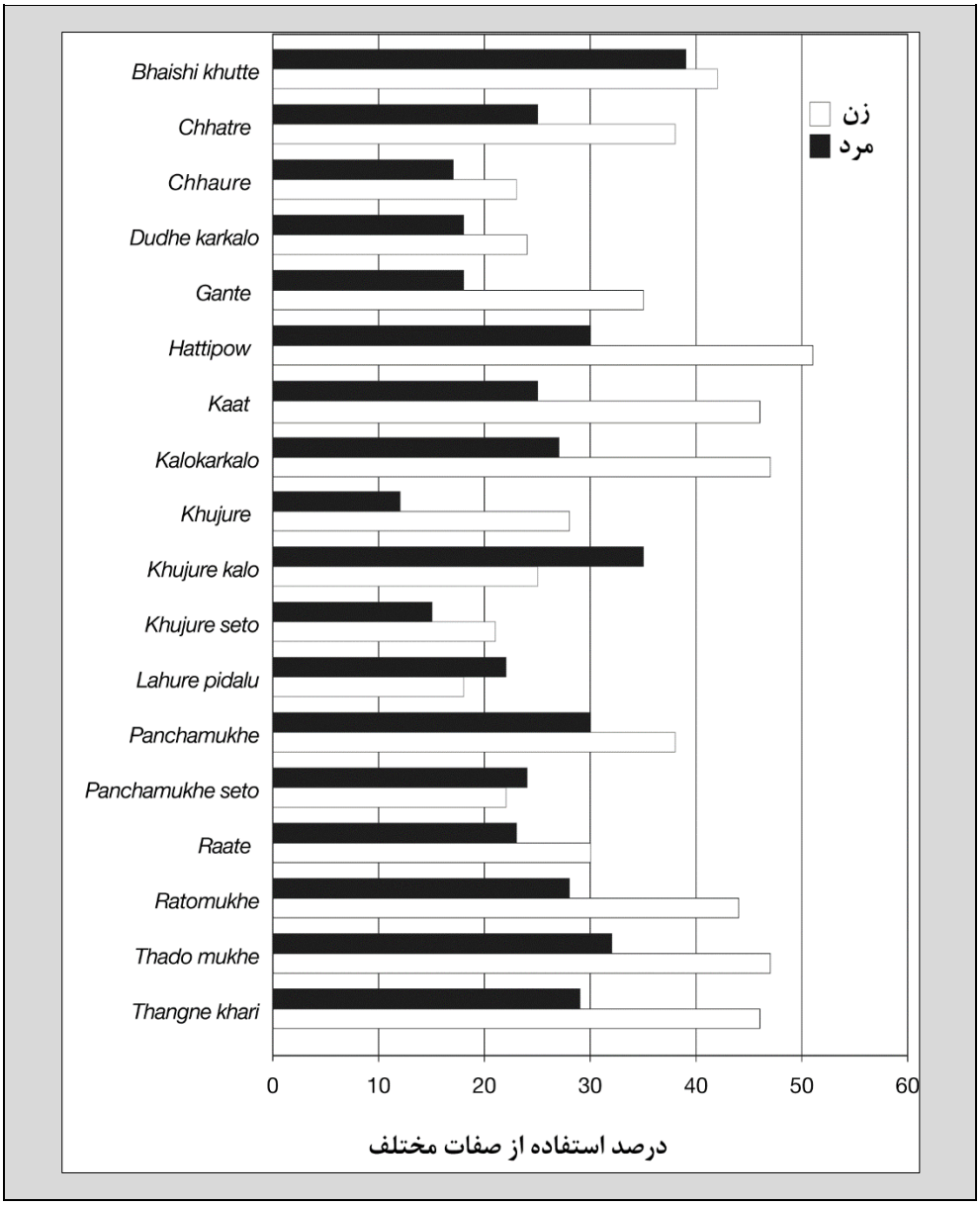
در منطقه یوکاتان در مکزیک، «میلپا[1]» یا مزارع ذرت به طور سنتی کانون حوزه اثرگذاری مردان به شمار می‌رود و مدیریت جریان گردش بذرِ محصولاتی که در منطقه کشت می‌شود، به‌ویژه بذر ذرت، لوبیا و کدو اساساً برعهده مردان است. اما زمانی که همان محصولات کشاورزی در باغچه‌های خانگی و قطعات زمین زراعیِ داخل روستا کشت می‌شوند، و از آنجا که چنین مکان‌هایی جایگاه نفوذ زنان محسوب می‌شود، عمدتاً زنان نقش مهمی در انتخاب، تهیه و تبادل بذر ایفا می‌کنند. به‌لحاظ انتخاب و حفظ ارقام، بنا به دلایل –هم مشابه و هم متفاوت– که مردان و زنان برای کشت یک رقم در یک فضای تولید دارند، این فضاهای تولید به‌طور متقابل به یکدیگر وابسته است. مزید بر آن، مردان و زنان در جهت انتخاب رقم (واریته) متناسب با فضای تولید بر یکدیگر تاثیر می‌گذارند (لوپ، ۲۰۰۴).

بیشتر خانوارها در در بورکینافاسو واحدهای تولید کشاورزی بزرگی هستند که یک فرد مذکرِ بزرگسال به‌عنوان رییس خانوار و همسر یا همسرانش، دختران مجردشان، و خانواده هسته‌ایِ تمام پسرانشان را شامل می‌شود. ممکن است واحدهای تولیدی بیش از ۵۰ عضو داشته باشند. بیشتر این واحدهای تولیدی مالک زمین‌های کشاورزیِ خانوادگی هستند که اکثریت مزارع این کشور را شامل می‌شود و همه خانوارهای عضو جهت تولید دانه‌های خوراکی عمده (سورگوم یا ارزن) بر روی این زمیـن‌ها به کار مشـغولند. باقی زمین‌های زیر کشت توسط اعضای منفرد خانوارها و به‌صورت مستقل مدیریت می‌شود و به‌طور معمول هریک از همسران یا پسران ارشد مالک کرتِ خاص خود هستند.

در شمال اتیوپی، خانوارهای زراعی که توسط زنان سرپرستی می‌شوند، یا آن دسته از خانوارهایی که سهم عمده آن‌ها را اعضای مونث تشکیل می‌دهند بیش از خانوارهای دیگر به پرورش طیف غنی‌تری از ارقام غلات (گندم، ذرت و تِف[2]) تمایل دارند (بنین و همکاران، ۲۰۰۶).

در نپال، تحقیقات بر روی نامگذاری علمیِ ارقام تارو (*Colocasia* spp.) نشان می‌دهد که زنان در استفاده از صفت‌ها جهت تعریف ارقام محلی تارو، منسجم‌تر و بی‌تناقض‌تر از مردان هستند (به نمودار زیر بنگرید). کشاورزان مونث در مقایسه با همتایان مذکر خود از طیف گسترده‌تری از صفات توصیف‌گر استفاده می‌کنند، این صفات را در مورد همه ارقام سنتی به صورتی منسجم‌تر اعمال می‌کنند و در خصوص صفت‌یابی ارقام بومی، به نسبت همتایان مذکر خود در تشخیص توصیف‌گرهای خاص قابل اعتمادترند (ریجال، ۲۰۰۷).

1. Milpa
2. Teff



خویشاوندی

خویشاوندی رابطه‌ای اجتماعی میان افراد یک جامعه است که به‌طریق بیولوژیک (زیستی) به یکدیگر پیوسته‌اند، یا این جایگاه را به واسطه ازدواج، فرزندخواندگی و سایر تشریفات آیینی کسب کرده‌اند. روابط

خویشاوندیِ درون یک جامعه اغلب نقشی تعیین‌کننده‌ای در تعیین دسترسی افراد به بذر و محصول زراعی و همچنین دانش تخصصی مرتبط با گیاهان زراعی از قبیل چگونگی تولید و استفاده از ارقام خاص ایفا می‌کند. روابط خونی و نیز آن‌چه انسان‌شناسانِ فرهنگی «خویشاوندیِ ساختگی»[1] یا روابط خویشاوندیِ اجتماعی می‌نامند (از قبیل قرارداد والدِ تعمیدی[2])، قادر است بر میزان و نحوه دسترسی به مواد گیاهی و اطلاعات تجربه محورِ راجع به کشاورزی اثر بگذارد. قوانین عرفیِ اقامت، ارث‌بری، نسب و ازدواج (برای مثال این‌که افراد باید در درون جامعه [درون همسری[3]] یا بیرون از آن [برون همسری[4]] ازدواج کنند) از جمله وجوه اساسی خویشاوندی است که تشخیص آن از طریق مصاحبه و دیگر روش‌های تحقیق اجتماعی حائز اهمیت است. چنین الگوهای بنیادین و قوانین خویشاوندی بر ساختار جغرافیاییِ تنوع ژنتیکی زراعی اثر می‌گذارد (لکلرک و کوپنز دِکنبروژ، ۲۰۱۲)، که شایع‌ترین اثر آن را می‌توان در تحکیم تبادل «عمودی»[5] بذر میان چند نسل از یک خانواده، قبیله یا دیگر پیوندهای خویشاوندی یافت (شکل ۸-۱).

ثروت و پایگاه درآمد

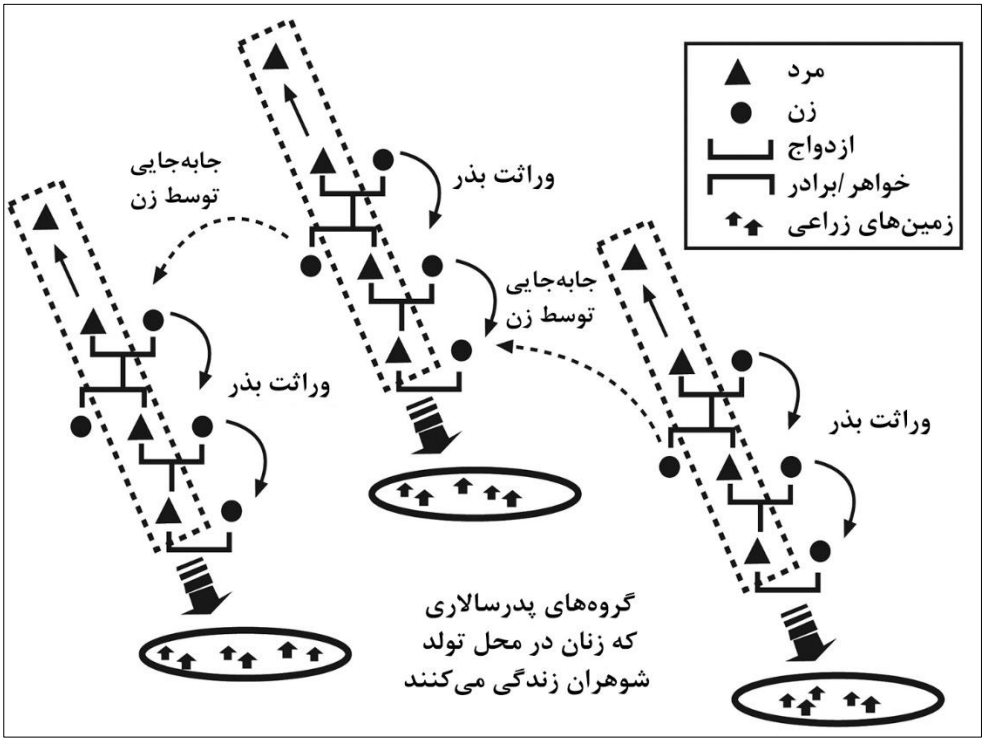
از آنجا که دارایی‌هایی همچون دام، ابزار، ماشین‌آلات و مسکن متضمن کسب اطمینان از ظرفیت تولید درآمدهای آتی است، غالبا ثروت به عنوان «درآمد دائمی» تعریف می‌شود. درآمدهای حاصل از زمین زراعی و خارج از زمین زراعی و اجاره بها و وجوه دریافتی از خویشاوندان یا دیگر روابط اجتماعی در شمول منابع درآمد محسوب می‌شود. مفهوم ثروت به یک روشِ نسبتا دوری[6]، بر مبنای زمینه خاصِ اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی کشاورزان تعریف می‌شود. برای مثال، در برخی جوامع آفریقایی، غالبا دام جزیی مهم در ارزیابی دارایی‌ها به شمار می‌آید، به‌ویژه در آن دسته از جوامع که دیگر منابع پس‌انداز یا سرمایه‌گذاری موجود نبوده و یا زمین تحت قوانین عرفی قرار داشته باشد. نقطه عزیمتِ سنجش ویژگی‌های ثروت، شناسایی موارد تشکیل دهنده ثروت در جامعه یا گروه اجتماعی تحت مطالعه است.

---

1. Fictive

۲. Godparent: در مسیحیت آن کس که به فرد نامی معین و هویتی اجتماعی می‌بخشد و در غسل تعمید او دخالت دارد، به نوعی رابطه خویشی با او برقرار می‌سازد که برای تمامی عمر پابرجاست؛ فرد وی را پدرخوانده خود می‌نامد و در جریان روابطی منظم و پایا با او جای می‌گیرد (مترجم).

3. Endogamy
4. Exogamy
5. Vertical exchange
6. Circular



شکل ۸-۱. انتقال عمودی بذر در میان جوامع موتامبی در کنیا. وقتی زن درون یک قبیله ازدواج می‌کند، از مادرشوهر خود ذخیره بذر دریافت می‌کند. هدفِ نظام انتقال بذر غالبِ قبیله موتامبی در کنیا از اقامت زن در سکونتگاه خانواده شوهر، حفظ ارقام محصول زراعی در درون اصل و نسبِ به وضوح تعریف شده قبیله است (از لکلِرک و کوپِنز دِکِنبروژ، ۲۰۱۲، بازنشر با مجوز ژورنال‌های دسترسیِ باز MDPI).

بسته به زمینه کشاورزی- محیط زیستی و اجتماعی-اقتصادیِ محلی، ثروت می‌تواند به صورت مثبت و یا منفی با تنوع ژنتیکی زراعی ارتباط یابد (فصل ۹ را مشاهده کنید). در پاره‌ای موارد ممکن است کشاورزان ثروتمندتر بتوانند ارقام بومی را صرفا به دلایل زیبایی‌شناختی همچون ترجیحات آشپزی حفظ و نگهداری کنند یا این ارقام را برای مصرف در مراسم سنتی و جشن‌هایی کشت کنند که بیانگر منزلت اجتماعیِ محلی است. در شبه جزیره یوکاتان در مکزیک، یک رقم محلی ذرت که دارای دانه‌های آبی رنگ است، جزء اصلی خورش یوکاتانی (رینِو نگرو) محسوب می‌شود که در مراسم عروسی، تولد و دیگر جشن‌ها و رویدادهای مهم صرف می‌شود. از خمیر ذرت برای لعاب دادن به خورش استفاده می‌شود و دلیل انتخاب

ذرت آبی آن است که رنگ خورش را تیره می‌کند. کمتر از ۱۵ درصد از خانوارهای روستایی یوکاتان به پرورش ذرت آبی مشغولند اما همین خانوارها نیز ترجیحات آشپزی را دلیل اصلی این امر می‌دانند (تاکسیل و همکاران، ۲۰۱۰). بنابراین آشپزها و مصرف‌کنندگان و کشاورزانی که ذرت آبی پرورش می‌دهند از کاربرد این رقم ارزش اقتصادی شخصی به‌دست می‌آورند، اگر چه این محصول به صورت عمده در بازار به فروش نمی‌رسد.

در عین حال کشاورزان فقیرتر درباره تنوع ژنتیکی زراعی مرتبط با بوم‌نظام‌های کشاورزیِ کم‌نهاده و حاشیه‌ای دانشی گسترده‌تر دارند. برای مثال مطالعه‌ای درباره شالیکاران نپالی نشان داد که خانوارهای محروم از منابع، بیشتر به تولید ارقام دانه درشت برنج می‌پردازند که نسبت به خشکسالی مقاوم بوده و مناسب مناطق حاشیه‌ای است. در حالیکه خانوارهای غنی از منابع بر ارقامی متمرکزند که کیفیت پخت بالایی داشته و در بازار به قیمت‌هایی گرانتر به فروش می‌رسند (رانا و همکاران، ۲۰۰۰).

تحصیلات

اغلب تصور می‌شود که تحصیلات رسمی افراد را از کار کشاورزی دور می‌کند و آن‌ها را به انجام فعالیت‌های درآمدزای دیگر هدایت می‌کند و زمان حضور آن‌ها در مزرعه را کاهش می‌دهد. تحصیلات مبین سطح سواد افراد است. در جاییکه مردم از سطح سواد به نسبت پایین‌تری برخوردارند، حتی کمترین سطح تحصیلات می‌تواند دسترسی گسترده‌تری به اطلاعات و همچنین پایگاه اجتماعی مورد نیاز جهت کسب دانشی خاص و نیز کاربست آن را برایشان فراهم آورد.

پایگاه اجتماعی

جایگاه اجتماعی افراد به ثروت و درآمد آن‌ها بستگی دارد، اما غالبا دارای ابعاد و ظرافت‌هایی است که ملاحظاتی دیگر را نیز در بر می‌گیرد. افراد یا خانوارهای دارای پایگاه‌های سیاسی یا اجتماعی خاص می‌توانند جنبه‌هایی ویژه از کشاورزی مانند آزمودن ارقام جدید، تولید گیاهان زراعی[1] و زمان‌بندی کشت را نیز مدیریت کنند. ممکن است افرادِ واجد نقش‌های آیینی یا فرهنگی خاص که دانشی منحصربه‌فرد درباره تنوع زراعی دارند، و نیز کشاورزان متخصص تولید بذر یا دیگر امور، فارغ از پایگاه ثروت خود به پایگاه اجتماعی بالا دست یابند. جایگاه اجتماعی می‌تواند بر نقش افراد در درون شبکه‌های اجتماعی تاثیر بگذارد و تاثیرش

1. Crop husbandry

را بر بهره‌برداران و ذینفعانِ این شبکه‌ها اعمال نماید.

جایگاه اجتماعی کشاورزان و نقش آن‌ها در نهادهای اجتماعیِ غیررسمی (و گاه رسمی) می‌تواند سبب تاثیر بیشتر آن‌ها بر نظام‌های محلیِ بذر و گردش تنوع زراعی گردد. نتایج یک مطالعه در ازبکستان نشان داد که میان مشارکت خانوارهای روستایی در نهادهای اجتماعیِ سنتی (شامل طیف وسیعی از نهادها از شرکت در مراسم عروسی و وقت گذراندن در مرکز روستا گرفته تا مشارکت در فعالیت‌های عام‌المنفعه) و سطح تنوع درختان میوه که در باغچه‌های خانگی نگهداری می‌شوند، همبستگی مثبت وجود دارد. باغچه‌های خانگی در ازبکستان، تنوعی از هلو، سیب، گردو، انگور و دیگر میوه‌ها و گونه‌های مغزدار را که خاستگاه آن‌ها آسیای میانه و شرق نزدیک است را در خود جای داده است. تحلیل نظام‌های بذر نشان می‌دهد که بیش از ۸۵ درصد از مواد کشتِ میوه و مغزدارهای مورد استفاده خانوارهای ازبکستانی در اختیار منابع غیررسمی بذر (برای مثال روابط خانوادگی، همسایه‌ها و فروشندگان بازار) است (وان دوسن و همکاران، ۲۰۰۶).

قومیت

قومیت یا هویت قومی به عضویت در یک گروه فرهنگی خاص اشاره دارد. قومیت یا هویت قومی از طریق اَعمال فرهنگی مشترک از جمله رسوم، سنت‌ها، غذاها، تعطیلات و زبان تعریف می‌شود، اگر چه به این موارد محدود نمی‌ماند. علیرغم وجود شباهت‌هایی در شرایط محیطی، گروه‌های قومیِ متفاوت ارقام زراعی منحصربه‌فردی را می‌کارند و بر مبنای سنت‌ها، هنجارها و ارزش‌های قومیِ خود از شیوه‌های مدیریت اگرواکولوژیکی متفاوتی استفاده می‌کنند.

در میان اجتماعات کِشوآ زبان[1] در پرو، واژه «کاوسای»[2] به مجموعه‌ای از انتظارات فلسفی و اخلاقی ارجاع دارد که نحوه سامان بخشیدن به امور زندگی را به افراد می‌آموزد. این مجموعه از طریق تقویت هنجارهای آشپزی، کشاورزان را به حفظ ارقام سنتیِ سیب زمینی، ذرت، اوکا (*Oxalis tuberosa*)، اولوکو (*Ulucus tuberosus*) و دیگر محصولات کشاورزیِ منطقه آند تشویق می‌کند. یکی از دلایل پایاییِ کاوسای این است که این نظام نه یک مفهوم فرهنگی صلب، بلکه مفهومی در حال تکامل بوده است. برای مثال در خلال دوره‌های زمانیِ تعارض اجتماعی، اجتماعات کِشوآ که از حقوق خود محروم می‌شدند، با تاکید ویژه بر کاوسای، از آن به عنوان راهی جهت کمک به توجیه و تقویت ادعاهایشان نسبت به زمین و

1. Quechua-speaking
2. Kawsay

منابع مولد بهره می‌گرفتند. باوجود اینکه هنجارهای آشپزی کاوسای بر تولید و تهیه تنوعی از مواد خوراکی سنتی منطقه آند (همچون سیب زمینی و کینوآ) تاکید می‌وزرد، به مرور زمان گیاهان زراعی غیربومی نظیر باقلا و بادام زمینی نیز وارد این فرهنگ شده است (زیمرر، ۱۹۹۶؛ هرمیدا، ۲۰۱۱).

ممکن است ارقام زراعی ارزش ویژه‌ای در مناسک یا بافتار[1] مذهبی کشاورزان یا اجتماعات کشاورزی داشته باشند. برای مثال در بخش‌هایی از اجتماعات کشاورزی اندونزی که در درجه اول به کشت برنج دیم در زمین‌های خشک اشتغال دارند، توده‌های کوچکی از ارقام سنتیِ سیب زمینیِ شیرین، تارو، یَم و اشک روباه (*Coix* spp.) نیز کاشته می‌شود. این محصولات فرعی کمک شایانی به معاش خانوار نمی‌کند و فروخته نمی‌شود و تنها به مناسبت نقش اساسی آن‌ها در مراسم و مناسک کشاورزی کشت می‌شوند (دوو، ۱۹۹۹).

زبان

زبان یکی دیگر از نشانه‌های مشترک در دانشِ واجد ویژگی‌های فرهنگی و اجتماعی درباره تنوع زراعی محسوب می‌شود. در زبان‌های مختلف، اطلاعات درباره نحوه شناسایی و مدیریت تنوع زراعی اغلب به طرزی متفاوت یا با سطوح مختلف از جزییات مفهوم‌پردازی شده است. تفاوت‌های میان‌نسلی در قابلیت‌ها یا ترجیح زبان (مانند زمانی که یک زبان ملی با شمارِ گویشوران بیشتر، جایگزین زبان یک گروه اقلیت قومی شود) می‌تواند با میزان حفظ تنوع زراعی همبستگی داشته باشد (پرالس و همکاران، ۲۰۰۵). برای مثال مطالعات متعدد بر روی سورگوم نشان می‌دهد که پراکنش و تنوع‌بخشی به این محصول در سراسر آفریقا از طریق الگوهای زبانی میان گویشوران زبان‌های نیلی/سودانی[2] و گویشوران زبان‌های بانتو[3] شکل گرفته است (لکلرک و کوپنز دِکنبروژ، ۲۰۱۲). یکی دیگر از احتمالات تاریخی که در طول زمان بر دسترسی اجتماعات به منابع ژنتیکی تاثیر داشته، روابط سیاسی یا تجاری میان گروه‌های قومی است.

روابط اجتماعی و توزیع تنوع زراعی

روابط اجتماعیِ درون یک اجتماع بر دسترسی افراد به بذر و ارقام زراعی و اطلاعات مورد نیاز جهت پرورشِ

1. Context

۲. گروهی از زبان‌های مرتبط با یکدیگر که در گستره‌ای میان سودان جنوبی و تانزانیا استفاده می‌شود (مترجم).

۳. زبان‌های بانتو گروهی متشکل از حدود ۵۰۰ زبان است که در گستره وسیعی از قاره آفریقا استفاده می‌شوند. این زبان‌ها شاخه‌ای از خانواده زبان‌های نیجر-کنگو هستند. گستره پراکندگی این زبان‌ها باعث شده‌است که این گروه با حدود ۳۱۰میلیون گویشور پرکاربردترین گروه زبان‌های بومی در آفریقا باشد (مترجم).

صحیح آن‌ها اثر می‌گذارد. کشاورزان برای تسهیل دسترسی به بذر و ارقام زراعی غالبا براساس روابط خویشاوندی و روابط ظریف‌ترِ درون‌اجتماعی[1] متکی هستند. برای کشاورزان جویای بذر، این روابط بین‌فردی تا حد زیادی از نگرانی آن‌ها بابت منشاء، صفات و کیفیت بذرها می‌کاهد؛ اطلاعاتی که شاید کشاورزان نتوانند پیش از کشت و به صورت مستقیم در انبار بذر ملاحظه یا ارزیابی کنند. بنابراین در نظام‌های غیررسمی بذر کارکرد روابط شخصی و پیوندهای اجتماعی به مثابه کارکرد گواهی بذر در بازارهای رسمی بذر است (بادستیو و همکاران، ۲۰۰۷؛ دالتون و همکاران، ۲۰۱۰).

بر خلاف مزیت فوق، موقعیت‌هایی نیز وجود دارد که در آن‌ها هنجارهای اجتماعی کشاورزان را مجبور می‌سازد تا برای تامین بذر مورد نیاز به جایی خارج از روابط خویشاوندی و دیگر شبکه‌های اجتماعیِ محلی رجوع کنند. برای مثال روستاییان منطقه ساحل و مالی، در اختیار نداشتن بذر کافی در زمان کاشت محصول اغلب به عنوان مسئله‌ای شرم‌آور تلقی می‌شود که نشان‌دهنده ضعف در توانایی و ظرفیت یک فرد به عنوان کشاورز است (اسمیل و همکاران، ۲۰۱۰). تحت چنین شرایطی کشاورزان مالیایی که به بذر نیاز دارند، به منظور به‌دست آوردن آن به جای اقوام درجه یک و همسایگان به سراغ بازارهای محلی و منطقه‌ای می‌روند. معامله در این بازارها را می‌توان به صورت غیرحضوری یا شاید حتی در لفافه خرید بذر برای مصرف خوراکی انجام داد [تا آبروی کشاورز حفظ شود] (لیپر و همکاران، ۲۰۱۰). با وجود اینکه در چنین مواردی احتمال هزینه فرصت، دست‌کم برای ارقام سنتی و دیگر انواع بذرِ بی‌گواهی وجود دارد، کشاورزان به چنین بازارهایی مراجعه می‌کنند. تحقیقات در مالی نشان می‌دهد که در بازارهای بزرگتر احتمال تامین بذر از منابع متعدد بیشتر است که این امر موجب قطعیت کمتر در تعیین هویت بذر و بنابراین اعتبار پایینِ صفات ریخت‌شناختی زارعی بذر می‌شود (اسمیل و همکاران، ۲۰۲۰).

تمام خانوارهای زراعی نقشی یکسان در مدیریت و نگهداری تنوع زراعی در درون اجتماع یا یک شبکه بذرِ خاص ایفا نمی‌کنند. در سطح محلی و نیز گاهی در سطح منطقه‌ای، کشاورزان خاص به‌عنوان منبع مهم تامین بذر، اطلاعات و تخصص در کشت تنوع زراعی محسوب می‌شوند. این افراد کلیدی که گاهی به آن‌ها «کشاورزان پیشرو[2]» گفته می‌شود، در اجتماع جایگاه متخصص یا استاد را نیز اشغال می‌کنند. بسیاری از این کشاورزان نقش‌های اجتماعی دیگری را نیز همچون گیاه‌شناس یا رهبر مراسم آیینی برعهده دارند.

نقش‌های کشاورزانِ پیشرو ثابت نیست و می‌تواند در گذر زمان دایما تغییر کند؛ مثلا ممکن است در صورت تغییر شرایط اجتماعی و اقتصادی، یک کشاورز جایگاه خود را به شخصی دیگر واگذار کند. برخی

1. Intra-community
2. Nodal farmers

از کشاورزان مقادیر بالایی از تنوع ارقام زراعی شامل ارقامی[1] نادر را در سطح محلی و منطقه‌ای در مزرعه نگهداری می‌کنند که توسط کشاورزان اندکی تولید می‌شود، ارقامی که در سطح محلی و حتی منطقه‌ای به عنوان کمیاب از آن‌ها یاد می‌شود (سالیک و همکاران، ۱۹۹۷). شاید افراد دیگری نیز باشند که مقادیر زیادی از تنوعِ نامعمول را در مزرعه نگهداری نکنند اما درون اجتماع و شبکه‌های اجتماعی خود به عنوان کشاورزانی سختکوش، ثابت قدم و ماهر شناخته شوند، کشاورزانی که حتی تحت شرایط محیطیِ نامطلوب نیز بالاتر از متوسط منطقه محصول برداشت می‌کنند. چنین افردی را می‌توان منبع مهم بذر برای دیگر کشاورزان قلمداد کرد. به‌ویژه در شرایطی که برداشت محصول ضعیف بوده است و بسیاری از کشاورزان در جستجوی بذر مورد نیاز خود هستند، این کشاورزان نقشی بزرگ در نظام‌های بذر محلی و منطقه‌ای ایفا می‌کنند.

از دیدگاه حفاظتی یکی از نقش‌های مهم کشاورزان در حفظ و توزیع سطوح بالای تنوع زراعی یا ارقام زراعی منحصربه‌فرد آن است که می‌توان در جهت افزایش دسترسی به تنوع زراعی، کشاورزان را هدف قرار داد و از آن‌ها حمایت کرد. انجام پیمایش یا مصاحبه‌های نیمه ساختار یافته (در ادامه شرح داده شده است) با یک نمونه آماریِ تصادفی از خانوارهای زراعی در درون یک اجتماع، معمولا یک سطحِ ابتدایی از اهمیت نسبیِ خانوارهای مختلف در مدیریت تنوع ژنتیکی زراعی را ارائه می‌کند، اما به منظور شناسایی همه افراد کلیدی کافی نخواهد بود. استفاده از نمونه‌گیری «گلوله برفی»[2] یکی از ابزارهای پیگیری است که به موجب آن مطلعین ابتدایی دیگر افراد یا خانوارها را برای ادامه پیمایش پیشنهاد می‌کنند، آن‌ها نیز به نوبه خود دیگران را معرفی می‌کنند و این روند همین‌طور ادامه می‌یابد. از این روش نمونه‌گیری می‌توان برای پیگیری مسیرهای تبادل بذر بهره برد و طی آن کشاورزان برجسته و تامین کننده منابع کشت درون‌جامعه و مدیران کلیدیِ تنوع ژنتیکی زراعی را شناسایی کرد. همچنین تهیه نقشه از شبکه‌های اجتماعیِ خاستگاه‌های بذر می‌تواند نتیجه مشابهی در پی داشته باشد (برای جزییات بیشتر فصل ۱۱ را مطالعه کنید).

اطلاعات بذر و مسائل مرتبط با آن در برخی شبکه‌های اجتماعی بیشتر از شبکه‌های دیگر در جریان است و به‌منظور حمایت از تنوع زیستی در نظام‌های محلیِ بذر، توانایی شناسایی این عوامل بسیار ضروری است (کادر ۸-۲). انواع اتحادیه‌های موجود در جوامع - بـا خاستـگاه درونی یا بیرونی- جزیی مهم از شبکه‌های اجتماعی محسوب می‌شوند. تمام اتحادیه‌ها یا نهادهایی که در جهت سودرسانی به کشاورزان فعالیت می‌کنند، در کارِ توسعه سرمایه اجتماعی یا دیگر قابلیت‌های کشاورزان هستند (کشاورزان زن و مرد)

1. Cultivar
2. Snowball sampling

تا ضمن توسعه شبکه‌های اجتماعی، کشاورزان بتوانند از مزایای آن‌ها بهره‌مند شونـد (جارویس و همکاران، ۲۰۱۱). برخی از اتحادیه‌ها از طریق مـجاری رسمـی و توسـط افرادِ خارج از جامعه تاسیس می‌شوند؛ اتحادیه‌هایی همچون کانون‌های اعتباری کشاورزان که هدف آن‌ها فراهم کردن ارقام زراعی اصلاح شده و دیگر نهاده‌های کشاورزی است را می‌توان در این دسته محسوب نمود. شماری از اتحادیه‌های دیگر درون روستاها و شهرهای کوچک تاسیس می‌شود و محور فعالیت آن‌ها برطرف کردن نیازهای روزمره جامعه از قـبیل تامین هزینه مراسـم عـروسی و خاکسپاری، تامین اعتبار اتحادیه‌های اعتباری غیررسمی و ایجاد کارگروه‌ها است؛ برخی از این اتحادیه‌ها فراگیرتر از دیگر انواع آن‌ها است و برخی دیگر عمدتا کارکرد اقتصادی دارد.

کادر ۸-۲. شبکه‌های اجتماعی و تنوع ارقام سنتی در آند مرکزی

در منطقه آند که در پرو، اکوادور و بولیوی واقع شده، سالانه چند میلیون کشاورز خُرد[1] ارقام سنتی سیب زمینی، اوکا و اولوکو، ذرت، لوبیا و دیگر گیاهان زراعی را تولید می‌کنند. معمولا خانوارهای زراعی عمده ذخیره بذر خود را از برداشت محصول خود تامین می‌کنند، اما مطالعات انجام شده نشان می‌دهد کشاورزان منطقه آند برای تامین حداقل ۱۵ درصد از بذر مورد نیاز کشتِ هر سـال خـود بـه منابع متعدد خارج از مزرعه متکی هستند (زیمرر، ۲۰۰۳). شبکه‌های اجتماعی با محوریت روابط خویشاوندی و اجتماعی[2] (یا والدین تعمیدی) مهمترین منابع خارج از مزرعه تامین بذر به شمار می‌آیند، اما اتحادیه‌های دهقانی محلی و منطقه‌ای، بـه‌ویـژه آن‌هایی کـه بـه‌مـنظور مقاصد حفاظتی سازمان یافته‌اند، در این مورد نقش مهمی ایـفا می‌کنـنـد. اتحادیه‌های کشـاورزی در همکاری با سازمان‌های مردم‌نهاد (NGO) ملی و محـلی بـه سازماندهی نمایشگاه‌های بذر، بانک‌های بذر جامعه‌محور و دیگر برنامه‌هایی یاری می‌رسانند که دسـترسی کشاورزان خُرده‌پا را به تنوع زراعی در سطوح محلی و منطقه‌ای تسهیل می‌کنند (تاپیا، ۲۰۰۰). در راستای ارتقای شبکه‌های اجتماعی در این کشورها، سازمان‌های مردم‌نهاد (سمن) به درجات مختلف با نهادهای ملیِ دولتی همچون وزارت کشاورزی کار می‌کنند تا دسترسی به تنوع زراعی را گسترش دهند (زیمرر، ۲۰۰۳).

در جهت دسترسی به بذر و اطلاعات مرتبط با آن می‌توان از طریق ابزارهای مصاحبه و پیمایش، اتحادیه‌های کلیدی را شناسایی کرد. به وسیله این دو شیوه از کشاورزان خواسته می‌شود تا انواع اتحادیه‌ها و دیگر نهـادهای اجتـماعی را که در آن‌ها مشارکت می‌کنند شنـاسایی نـموده و میزان مشـارکت خود را

1. Small-scale farmers
2. Compadrazgo (godparenting)

(به‌ویژه در رابطه با تبادل اطلاعات کشاورزی) نیز مشخص کنند (وان دوسن، ۲۰۰۶). با ترکیب این اطلاعات با دیگر داده‌های نظام بذر (به عنوان مثال کشاورزان بذر مورد نیاز خود را از کجا و چه کسی تهیه می‌کنند) تصویری کامل از اهمیت اتحادیه‌های موجود در شبکه‌های اجتماعی در دسترسی کشاورزان به تنوع ارقام زراعی ترسیم می‌شود. همچنین می‌توان از طریق تحلیل رگرسیون، رابطه میان مشارکت کشاورزان در اتحادیه‌ها یا دیگر نهادهای اجتماعی و میزان حفاظت آن‌ها از تنوع زراعی را مدلسازی کرد (به فصل ۹ بنگرید).

سرمایه اجتماعی، کنش‌های جمعی و حقوق مالکیت

شبکه‌های اجتماعی به اشکال غیرمستقیم حفاظت از تنوع‌زیستیِ زراعی را تحت تاثیر قرار می‌دهند، که این شیوه‌ها بازتاب دهنده نهادهای اجتماعی و ساختارهای سیاسی گسترده‌تر است. یکی از نقش‌های اساسی شبکه‌ها و اتحادیه‌ها (مانند اتحادیه‌ها و تعاونی‌های کشاورزی) تسهیل دسترسی کشاورزان به اعتبار و کسب اطلاعات درباره گزینه‌ها و شیوه‌های جدید مدیریت است. توسعه شیوه‌های مدیریت جمعیِ مناسب و تحکیم حقوق مالکیت افراد یا گروه‌ها، در گرو سرمایه اجتماعی قرار دارد که کشاورزان از طریق شبکه‌ها و اتحادیه‌ها بدست می‌آورند.

کنش‌های جمعی را می‌توان اقدامات داوطلبانه یک گروه در جهت کسب منافع و رژیم مالکیتِ مشترک دانست (ماینتزن‌دیک و ایزاگیره، ۲۰۰۹). کنش جمعی می‌تواند اقدامات مستقیم اعضای یک گروه یا عمل آن‌ها از طریق یک سازمان را شامل شود؛ برای مثال می‌توان به توافق بر سر اجرای قوانین مربوط به استفاده یا عدم استفاده از یک منبع ژنتیکی و یا هماهنگ کردن فعالیت‌های مزارع اشاره کرد. گاهی کشاورزان در برخورد با کمبودهای بازار و هزینه‌های مبادله[1]، از جمله هزینه‌های کسب اطلاعات و اعتبار و هزینه‌های بازاریابی، از کنش‌های جمعی کمک می‌گیرند.

حقوق مالکیت بر«ظرفیت گروهی در حمایت از ادعای یک فرد نسبت به یک جریان سودآور» دلالت دارد (برواملی، ۱۹۹۱). پروژه‌ها یا مداخلات سیاسی که حقوق مالکیتِ فرد یا گروه را تحکیم نماید و به مشارکت کشاورزان در فعالیت‌های جمعی یاری رساند، توانایی آن‌ها را در مذاکره با دیگر کنشگران اجتماعی بهبود می‌بخشد (ایزاگیره و دنیس، ۲۰۰۷). توسعه سازکارهای نهادی که مشارکت‌کننده‌های محلی را در راستای سازماندهی خود و ارتقای کاربرد ارقام زراعی سنتی - از طریق منطقه‌های ویژه،

1. Transaction costs

اتحادیه‌های خصوصی و ابتکارهای دولت محلی/منطقه‌ای- یاری می‌دهد را می‌توان در زمره چنین مداخلاتی قرار داد (ماینتزن-دیک و ایزاگیره ۲۰۰۹). چنین سازکارهایی می‌تواند به ارتباط نزدیک با نهادهای سیاستی منجر شود؛ نهادهایی سیاستی که در امر آموزشِ تولید و بازاریابی به کشاورزان، مذاکره بر سر تعیین قیمت محصولات، جمع‌آوری مالیات زمین و تسهیم داده‌ها از اتحادیه‌ها و تعاونی‌های کشاورزی حمایت می‌کنند. در نهایت همه این اقدامات به پایداری نظام‌های کشاورزی محلی و منطقه‌ای یاری می‌رساند (کاویلیا و کان، ۲۰۰۱؛ پرتی، ۲۰۰۸).

ابزار و روش‌های مستندسازی ویژگی‌های کشاورز و مرتبط کردن این ویژگی‌ها با تنوع ژنتیکی زراعی

دانشمندان علوم اجتماعی طیف گسترده‌ای از شیوه‌های تحقیق را توسعه داده‌اند که می‌توان از آن‌ها در جهت مستندسازی یا سنجش نقش‌های اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی تعریف‌شده کشاورزان بهره برد و این نقش‌ها را در ابعاد تحلیلیِ مختلف با تنوع زراعی مرتبط ساخت. غالبا این کار با تشخیص مشارکتیِ وضعیت واقعی و با بهره‌گیری از ترکیبی از روش‌های کمّی و کیفی آغاز می‌شود.

هدف از تشخیص مشارکتی دستیابی به «تصویری از پایین[1]» از طریق کاوش در نحوه درک و کنش گروه‌های بهره‌بردار نسبت به موقعیت‌های مسئله‌مند[2] است. خروجی‌های حاصل از تشخیص مشارکتی می‌تواند به تعریف دستورکاری برای مراحل بعدی پروژه یاری رساند، مواردی از قبیل: ۱) شناسایی و ارزیابی گزینه‌های فناوری که بر دانش و منابع محلی بنا شود؛ ۲) حصول اطمینان نسبت به این امر که نوآوری‌های فنی برای زمینه‌های اقتصادی-اجتماعی ، فرهنگی و سیاسیِ محلی مناسب باشد؛ ۳) ایجاد سازکارهایی برای تسهیم و استفاده بیشتر از نوآوری‌های کشاورزی؛ و ۴) ارزیابی و نظارت بر پیشرفت‌های کشاورزیِ حاصل از فرآیند تحقیق و توسعه.

تشخیص مشارکتی زمانی مفید واقع خواهد شد که هدف از پروژه بررسی مشکلات، نیازها و فرصت‌هایی باشد که توسط گروه‌های بهره‌بردار شناسایی شده باشد. این روش مکملِ سایر روش‌های تحقیقاتی است که طی آن‌ها افراد به صورت مستقیم به مشاهده و تفسیر موقعیت‌های بیوفیزیکی یا اجتماعی می‌پردازند اما لزوما جایگزین آن‌ها نمی‌شود (برای مثال دانشمندان جهت تجزیه و تحلیل آزمایشگاهی از خاک نمونه‌برداری می‌کنند). تشخیص مشارکتی بر شناسایی و اولویت‌بندی مسئله متمرکز است. همچنین مسایل و موضوعات

1. View from below
2. Problematic situations

مرتبط با ارزیابی نیازها و فرصت‌ها، تحلیل ذینفع/ جنسیت، ارزیابی نظام‌های معیشتی، مستندسازی دانش محلی و مطالعات پایه در شمول روش تشخیص مشارکتی قرار می‌گیرد.

به‌طور کلی مقصود از مطالعات تشخیصی تولید اطلاعات در مورد نظام‌های کشاورزیِ هدف است که تلاش می‌شود تا از طریق تحقیق و توسعه بهبود یافته و اصلاح شوند. مطالعات تشخیصی را می توان به‌طور گسترده ذیل گروه‌هایی قرار داد که مطالعه موارد زیر را برای کارکنان بخش تحقیق و توسعه ممکن می‌سازد: ۱) ویژگی‌های بیوفیزیکیِ بوم‌نظام‌های کشاورزیِ خاص؛ ۲) شاخصه‌های اجتماعیِ کشاورزان و دیگر مدیرانِ این بوم‌نظام‌های کشاورزی؛ و ۳) دانش اتنواکولوژیک و مردم‌نگارانه ساکنین محلی نسبت به پویایی بیوفیزیکی و اجتماعی بوم‌نظام‌های کشاورزی. سومین مقوله به معنای موسّعِ دانش، یعنی مفاهیم، ادراکات، باورها، ارزش‌ها ، تصمیمات و اقدامات بوده و به تشخیص مشارکتی امکان می‌دهد که بیشترین کارایی را داشته باشد.

روش‌های کیفیِ پژوهش‌های اجتماعی

روش‌های کیفی محقق را قادر می‌سازد تا زمینه اجتماعی و فرهنگی جامعه کشاورزی را به‌طور عمیق مستندسازی نموده و بی‌واسطه با مدیریت محلی تنوع ژنتیکی زراعی آشنا شود. مصاحبه، مشاهده مشارکتی[1] و مستندسازی تاریخ شفاهی[2]، از جمله ابزارهای کیفی هستند که به‌طور گسترده از سوی دانشمندان علوم اجتماعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. اکثر این موارد هم در مطالعات بر روی اشخاص و هم گروه‌ها قابل اجرا است. اطلاعات مربوط به زمینه اجتماعیِ مدیریت تنوع زراعی که به صورت کیفی بدست می‌آید، اغلب برای تفسیر کامل و دقیق داده‌هایی که به‌صورت کمّی گردآوری می‌شوند ضروری است.

مصاحبه

مصاحبه‌های فردی در قالب گروه‌های کوچک اغلب شرایط بهتری را برای گفتگو با برخی از اعضای اجتماع مانند زنان یا افراد فقیر فراهم می‌کند، چرا که احتمال آن می‌رود که حضور این افراد در محیط‌ها یا گروه‌های بزرگتر سبب شود تا در بیان نظرات خود محتاطانه عمل کنند (دیویس-کیس، ۱۹۹۰). چنانکه در فصل پنجم همین کتاب گفته شده، مزیت مصاحبه گروهی آن است که می‌توان دیدگاه‌های متعدد اعضای یک گروه یا اجتماع را به‌صورت همزمان جمع‌آوری نمود. در جریان مصاحبه‌های گروهی و در خلال کنش متقابل

1. Participant observation
2. Oral history

اجتماعی میان اعضای مختلف اجتماع و درحالیکه دیدگاه‌های خود را درباره موضوعات مورد بحث ارائه می‌کنند، ممکن است برخی از راه‌گشاترین اطلاعات در اختیار محقق قرار گیرد (فرویدنبرگر و گویه، ۱۹۹۰). سبک مصاحبه می‌تواند طیفی از مصاحبه‌های نسبتا آزاد (بدون ساختار)[1] با هدف کسب بینشی کلی درباره موضوعات زندگیِ محلی، تا مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته[2] را شامل شود که برای انجام آن محقق می‌باید موضوعات، نکات، یا پرسش‌های کلیدی مورد نیاز در هنگام مصاحبه را از پیش آماده نماید.

تاریخ شفاهی

تاریخ شفاهی نوعی مصاحبه است که هدف آن مستندسازی وقایع، روندها و تغییرات گذشته است که از منظر مشارکت‌کنندگان محلیِ تحقیق روایت می‌شود. تاریخ شفاهی را می‌توان یا در قالب گروهی مانند مستندسازی تغییرات تاریخیِ صورت گرفته در کاربری زمین یا مالکیت زمین در یک جامعه، یا به صورت فردی (برای مثال ثبت تجارب یک کشاورز در تولید، انتخاب و مدیریت ارقام زراعی) تهیه نمود. ترسیم نمودار زمانیِ تاریخی یا سیر تاریخیِ ترسیم‌شده[3]، معمولا روش بصریِ مفیدی در مستندسازی و سازماندهی اطلاعات تاریخ شفاهی است. در مقیاس زمانی کوتاه‌تر، ترسیم تقویم فصلی فعالیت‌ها همان هدف را محقق می‌نماید.

مشاهده مشارکتی

مشاهده مشارکتی نوعی مصاحبه گسترده است که طی آن محقق با فعالیت‌هایی از قبیل پاکسازی، کاشت، اصلاح شکلی، برداشت، یا انتخاب بذر برای چرخه کاشت در دوره بعد همراه می‌شود. اطلاعات ثبت‌شده هم از طریق صحبت‌های غیررسمی با مشارکت‌کننده‌ها در پژوهش و در روند کار روزمره، و هم از تجربه بی‌واسطه محقق در هنگام انجام کار جمع‌آوری می‌شود. یکی از مزایای مشاهده مشارکتی این است که فرد را قادر می‌سازد تا در قالب یک گفتگوی غیررسمی و طبیعی، پرسش‌هایی بسیار دقیق و مفصل (برای مثال در مورد شیوه‌های مدیریت نظام‌های کشاورزی و بذر) را مطرح سازد و اطلاعات به‌دست آمده را به همراه فعالیت‌های واقعی تایید و یا اطلاعات پیشین خود را با مشاهدات تطبیق دهد.

1. Open-ended interview
2. Semi-structured interview
3. Historical transect

نقشه‌کشی

نقشه‌کشی فعالیتی است که با مصاحبه ترکیب می‌شود. تهیه یک نقشه غیررسمی یا به کمک یک گروه (برای مثال نشان دادن زمین‌های کشاورزی در یک جامعه یا محیط‌های کشاورزی در اطراف یک روستا) و یا به‌همراه یک خانواده (برای مثال نشان دادن مزارع و کرت‌های یک کشاورز) حجم زیادی از اطلاعات مکانی را به‌طور موثری فراهم می‌آورد. کروکی‌ها[1] یا نقشه‌های ذهنی که در خلال برگزاری جلسات با مشارکت‌کننده‌ها در پژوهش ترسیم می‌شود معمولا فاقد اندازه‌گیری صحیح بوده و ممکن است شکل‌های زمین[2] و عوارض جغرافیایی را از منظری غیرمعمول نشان دهند. با این وجود چنین نقشه‌هایی الگوهایی مفید را در اختیار پژوهشگر قرار می‌دهد تا او را در طرح پرسش از شیوه‌ها و روندهای کشاورزی و مدیریت منابع ژنتیکی گیاهان در سطح مزرعه یاری کند (تاکسیل و نابان، ۲۰۰۰). در جاییکه مشارکت‌کننده‌ها در پژوهش با تفسیر نقشه‌های ترسیمیِ[3] رسمی همچون نقشه‌های توپوگرافی آشنا باشند، می‌توان چنین نقشه‌هایی را به‌عنوان مبنای بحث مورد استفاده قرار داد. همچنین فناوری GPS[4] ابزاری را جهت استانداردسازی اطلاعات به‌دست‌آمده ازطریق نقشه‌کشی مشارکتی دراختیار پژوهشگر قرار می‌دهد (فصل۶ را مطالعه کنید).

رسم نمودار

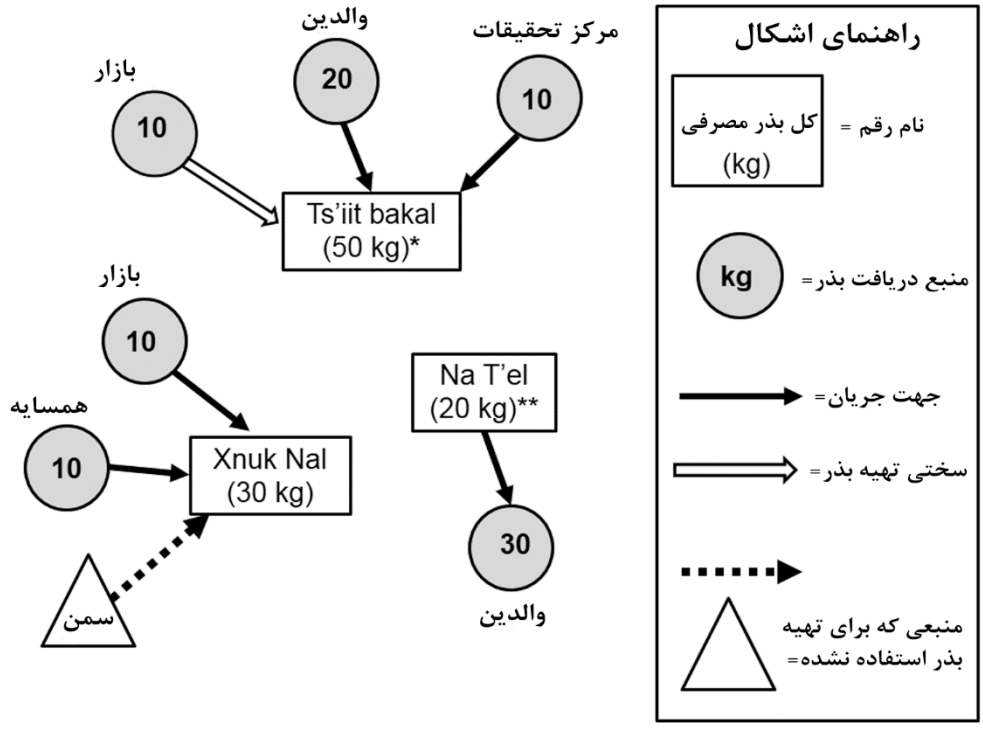
رسم نمودار فعالیتی است که از طریق آن فرآیندها، روابط و ساختارها را توضیح می‌دهند، حتی اگر اطلاعات موجود اصالتا ماهیت مکانی نداشته باشد. این روش را می‌توان به عنوان جایگزینی برای پرسش‌های بی‌شماری که از کشاورز پرسیده می‌شود به‌کار برد و زمان را مدیریت کرد. نمودار گردش بذر روشی تصویری و کارآمد است که به کشاورزان در انتقال اطلاعات دقیق درباره مکان و نحوه تهیه بذرِ ارقام مختلف یاری می‌رساند و می‌توان دریافت که کشاورزان به نوبه خود بذر چه افرادی را تامین می‌کنند (شکل ۸-۲). همچنین نمودارها روشی موثر برای انتقال اطلاعات مربوط به گردش بذر به سایر کشاورزان و دیگران است. نکته بسیار حائز اهمیت در رسم نمودار این است که معنای خطوط و اشکال دائما به همه افراد مطلع[5] توضیح داده شود. به‌منظور رسیدن به درکی صحیح از درصد گردش بذر در داخل و خارج از جامعه می‌توان بعدا نمودارهای منفرد را در یکدیگر ادغام کرد.

---

1. Vernacular maps
2. Landforms
3. Baseline maps

۴. نظام موقعیت‌یابی جهانی (Global positioning system)

5. Informant



شکل ۸-۲. نقشه‌ای که توسط پاسخ‌دهنده الف درباره جریان بذر ذرت تهیه شده است. (Ts'iit bakal* ۱۰ کیلوگرم از بازار، ۲۰ کیلوگرم از والدین، ۱۰ کیلوگرم از مرکز تحقیقات، ۱۰ کیلوگرم از بذر خودمصرفی که در مجموع ۵۰ کیلوگرم در آن فصل زراعی کشت شده است؛ Na T'el ۲۰ کیلوگرم بدون ذکر منبع بذر و ۲۰ کیلوگرم نیز بذر خودمصرفی بوده است)، وقتی که نمودارهای جداگانه جریان بذر به‌صورت یک مجموعه کامل درآید، می‌توان درک صحیحی از درصد بذرهایی که از منابع مختلف به یک جامعه وارد و از آن خارج می‌شود، به‌دست آورد (جارویس و کامپیلان، ۲۰۰۶).**

روش‌های کمّی‌سازی پژوهش‌های اجتماعی

روش‌های کمّی‌سازی پژوهش‌های اجتماعی مواردی چون جمع‌آوری داده‌های اجتماعی و اقتصادی به روشی نظام‌مند (سیستماتیک) را دربرمی‌گیرد، به گونه‌ای که نتایج از نظر آماری معتبر باشد و در نتیجه، بسته به اندازه جامعه آماری، نماینده کل جمعیت، جامعه یا منطقه باشد. اطلاعات کمّی در زمینه اجتماعیِ تنوع زراعی، معمولا با استفاده از ابزار پیمایشی یا پرسش‌های استاندارد و از طریق مصاحبه‌های فردی جمع‌آوری می‌شود. در صورت اجرای صحیحِ روش‌های پژوهش مشارکتی که در بخش پیش توضیح داده شد، می‌توان

دست‌کم سه نوع از اطلاعات کمّی را استخراج کرد:

۱. داده‌های مرتبط با شناسایی و مشخصه‌یابی، شامل فهرستی از نام‌ها، معیارها، توضیحات، دلایل و داده‌های اسمی مشابه بوده که برای شناسایی و توصیف یک موضوع خاص به‌کار می‌رود. معمولا این قبیل داده‌ها از درون پرسش‌های واکاوانه‌ای مانند «چه»، «چه زمانی»، «کجا»، «چگونه» و «چرا» استخراج می‌شود.

۲. داده‌های حاصل از رتبه‌بندی و مقایسه، شامل رتبه‌ها، امتیازها و داده‌های مشابهی است که برای جمع‌آوری ریزداده‌ها از کشاورزان یا سایر افراد مطلع خواسته می‌شود تا به مجموعه‌ای از متغیرها رتبه دهند و آن را با یکدیگر مقایسه کنند. جهت تسهیل در کدگذاری این نوع داده‌ها، مطلوب آن است که هنگام طراحی ابزارهای جمع‌آوری داده از طیف نمره‌ها یا مقیاس‌های یکسان استفاده کنیم. این داده‌ها عموما از طریق ابزارهای رتبه‌بندی و امتیازدهیِ ماتریس استخراج می‌شود. اظهار عقیده نوع دیگری از داده‌ها محسوب می‌شود که مستلزم رتبه‌بندی و مقایسه است. در مقیاس رتبه‌بندی، به هر پاسخ احتمالی یک نمره اختصاص داده می‌شود که این نمره‌ها بیانگر جهت، میزان یا حدّ توافق با باورها، نگرش‌ها، هنجارها و انگیزه‌های خاص است.

۳. داده‌های تصویری در برگیرنده نقشه‌ها، نمودارها و نمونه‌ها است و این ابزار بصری به افراد مطلع کمک می‌کند تا با رویت آن‌ها دانش خود را پیرامون یک موضوع خاص به آسانی بیان کنند. اغلب از این ابزار برای مصور کردن مکان، جهت، رابطه، الگو و روند استفاده می‌شود. داده‌های روی نقشه با نمادها، علایم و برچسب‌ها نشان داده می‌شود. این داده‌های تصویری را می‌توان با استفاده از تجزیه و تحلیل محتوا[1] پردازش کرد. تجزیه و تحلیل محتوا روشی برای استخراج معانی منتقل شده توسط کشاورزان از طریق نمادها (به‌عنوان داده‌های میدانی) بوده که رمزگذاری آن‌ها در پایگاه داده‌ها از طریق شناسه‌های عددی و مقادیر اختصاص یافته به آن‌ها انجام می‌شود. هر نقشه یا نمودار که خواه از اطلاعات پاسخ‌دهنده‌ها در جریان مصاحبه فردی و یا از گروهی از شرکت‌کنندگان در جلسه گروه بحث متمرکز[2] استخراج شده باشد، به عنوان یک واحد مشاهده در نظر گرفته می‌شود. با استفاده از تجزیه و تحلیل محتوا، مجموعه‌ای از نمودارها را می‌توان در یک پایگاه داده رمزگذاری کرد و سپس مانند داده‌های حاصل از یک پیمایش مرسوم تجزیه و تحلیل کرد.

1. Content analysis
2. Focus discussion group (FDG)

اطلاعات کمّی را می‌توان از گروه‌ها و یا افراد جمع‌آوری کرد. در هــر دو مورد، تشخیص آن واحد مشاهده[1] که اطلاعات کمّی برای آن جمع‌آوری شده حائز اهمیت است. داده‌های جمع‌آوری شده از یک جلسه گروه بحث متمرکز، صرف نظر از تعداد شرکت‌کنندگان در هر جلسه، به‌عنوان یک واحد مشاهده در نظر گرفته می‌شود. به همین ترتیب در فرآیند نقشه‌کشی که بخشی از کشاورزان به نمایندگی از کل جامعه و جهت مستندسازی اطلاعات مکانی به همکاری با تیم پژوهش می‌پردازند نیز خروجی به دست آمده در سطح گروه لحاظ شده و بنابراین یک واحد مشاهده در نظر گرفته می‌شود. هر نقشه که به طور جمعی توسط گروهی از کشاورزان کلیدیِ مطلع تهیه شده است، یک واحدِ مشاهده به‌شمار می‌آید. صرف نظر از اینکه برای جمع‌آوری پاسخ از ابزارهای مشارکتی یا پرسش‌های مستقیم استفاده شده باشد یا خیر، هریک از مصاحبه‌های فردی به‌صورت جداگانه یک واحدِ مشاهده در نظر گرفته می‌شود.

پرسشنامه‌ها و ابزار مشابه مورد استفاده در پیمایش به عنوان «موقعیت نقش بین فردی[2] عمل می‌کند که طی آن مصاحبه‌کننده برای استخراج پاسخ‌های مرتبط به فرضیه‌های تحقیق، از مصاحبه‌شونده‌ها پرسش‌هایی می‌پرسد. پرسش‌ها، گزینش واژه‌ها و ترتیب آن‌ها ساختار مصاحبه را مشخص می‌کند» (فرانکفورت-ناخماییس و ناخماییس، ۱۹۹۶).

با استفاده از نظام اطلاعات جغرافیایی (GIS)، نقشه‌برداری و تحلیل الگوی مکانی متغیرهای اجتماعی و اقتصادی به‌همراه عوامل محیطی، به‌طور فزاینده‌ای امکان‌پذیر شده است. برای مثال طی مطالعه‌ای که در مناطق مرکزی پرو انجام شده، محققان با کشاورزانِ هشت جامعه کار کردند تا توزیع مکانی ارقام سنتی سیب زمینی را به همراه الگوهای کاشت و تناوب زراعی ترسیــم کــنند تا دریابند که تصمیمات مربوط به مدیریت چطور در طول زمان بر حفاظــت کشاورزان از تنوع سیب زمینی تاثیر گذاشته است (دهان و خوارز، ۲۰۱۰). همچنین می‌توان اطلاعات مکانی را با پیمایش‌هایی ترکیب کرد که هدف از اجرای آن‌ها تمرکز بر اهمیت نسبی گروه‌های دارای پایگاه اجتماعی یا اقتصادی مختلف در مدیریت تنوع زراعی است.

ابزارهای نظرسنجی، یا پرسشنامه‌ها طی مصاحبه شخصی تکمیل می‌شــوند و وسیله‌ای برای جمع‌آوری داده‌های کمّی مستقیم از مطلعین به شمار می‌آیند. به‌منظور دستیابی به پاســخ‌های مد نظر در مطالعه می‌توان از سطح انعطاف‌پذیری متفاوتی در هر کــدام از مصاحبه‌های پیمایشی بــهره‌گیری نمود. در یک مصاحبه ساختاریافته باید پرسش‌ها با ترتیبی یکسان با هر شرکت‌کننده مطرح شود تا از امکان تفسیرهای مختلف از یک پرسش جلوگیری شود.

1. Unit of observation
2. Inter-personal role

همانند سایر روش‌های کمّی، یک پیمایشِ به‌درستی اجرا شده باید داده‌های مناسب را جهت تجزیه و تحلیل آماری و به‌ویژه برای ایجاد مدل‌های تجربی فراهم آورد که از طریق آن بتوان فرضیه‌ها را در مورد دلیل حفظ و افزایش یا کاهش تنوع زراعی در شرایط مختلف اقتصادی از سوی کشاورزان ارزیابی نمود (اسمیل و همکاران، ۱۹۹۴؛ وان دوسن، ۲۰۰۶). از این مدل‌ها می‌توان برای بررسی نحوه تصمیم‌گیری در مورد تنوع زراعی در هر دو سطح فردی و خانواده استفاده کرد و بسته به پرسش‌های خاصِ مطرح شده در ابزار پیمایشی، این مدل‌ها قادرند تا طیف وسیعی از متغیرهای کمّی اقتصادی، اجتماعی، محیط‌زیستی و کشاورزی را یکپارچه سازند.

یکی از متداول‌ترین روش‌های مدل‌سازی، ارتباط دادن یک متغیر وابسته (مثلا انتخاب انواع گیاهان زراعی) به مجموعه‌ای از متغیرهای مستقل (مانند سن و قومیت کشاورز، اندازه مزرعه یا در دسترس بودن نیروی کار) است. این مدل، متغیرهای مستقل را در یک تابع ریاضی ترکیب می‌کند (انواع مختلفی از توابع ریاضی وجود دارد). برای مثال یک تابع تولید گویای بده‌بستان‌هایی[1] است که کشاورزان جهت به حداکثر رساندن امکانات تولیدِ[2] نهاده‌های مختلف برای یک هدف خاص، مانند عملکرد محصول، تولید، درآمد خانوار یا حفظ تنوع زراعی با آن‌ها مواجه هستند. تابع سودمندی بیانگر مزایایی نسبی است که یک کشاورز یا خانوار زراعی از ویژگی‌های مختلف یک فعالیت به دست می‌آورد تا ارزش آن فعالیت را به حداکثر رساند؛ مانند نگهداری از باغچه خانگی یا تولید ارقام به لحاظ ژنتیکی متفاوت (بیرول و همکاران، ۲۰۰۶). هنگامی که یک مدل با جزییات کامل به عنوان یک تابع توصیف شد، از طریق کاربرد داده‌های پیمایشی و با استفاده از معادله رگرسیون بازبینی و بررسی می‌شود (برای جزییات بیشتر فصل ۹ را مشاهده کنید).

استفاده از داده‌های اجتماعی و اقتصادی در مدیریت تنوع زراعی

به‌منظور بهینه‌سازیِ کار، سیاست‌گذاران و متخصصان حفاظت از محیط زیست که هدف آن‌ها مدیریت تنوع ژنتیکی گیاهی در مزرعه است، باید بدانند که کدامیک از افراد، خانواده‌ها و یا جوامع مستعد حفظ تنوع هستند. این امر به‌ویژه در فضای سیاست‌گذاری که قرار است در آن برنامه‌های حفاظتی به روشی مقرون به صرفه اجرا شوند صادق است، زیرا بودجه عمومیِ اندکی وجود دارد که باید به‌درستی تخصیص داده شود (فصل ۱۰ را مطالعه کنید). ابزارهای مفهومیِ جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل اطلاعات درباره زمینه اجتماعیِ تنوع زراعی که در این فصل ذکر شد، در جهت شناسایی و درک اینکه چه گروه‌ها یا شبکه‌های اجتماعی‌ای

1. Trade-off
2. Productive possibility

باید مورد هدف سیاست‌های حفاظتی قرار گیرند مفید است. برای مثال مدل‌سازی اقتصادی (که در فصل ۹ مورد بحث قرار گرفته است) نشان می‌دهد که فعالیت‌های حفاظتی در مزرعه باید با برنامه‌های بهبود وضعیت معیشت در جوامع روستایی ادغام شود. در عین حال آن‌ها باید برای کار با خانواده‌هایی با وضعیت اقتصادی بهتر نیز آماده باشند، با خانواده‌هایی که دسترسی بیشتر آن‌ها به منابع تولیدی اغلب به آن‌ها امکان می‌دهد نقشی اساسی در حفظ و نگهداری ارقام زراعیِ غیرمعمول ایفا کنند.

به طور خاص مفهوم «خانوار زراعی[1]» به‌عنوان یک نهاد اجتماعی مهم در درک نحوه تکامل و تداوم تنوع زراعی تحت مدیریت کشاورزان در مناطقی اهمیت می‌یابد که هنوز کشاورزی در آنجا کاملا تجاری نشده است. با این وجود تحقیقات میدانی نشان داده است که باید توجه زیادی به تعریف واحد تصمیم‌گیری در زمینه‌های اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی معطوف شود.

از ابزار معرفی شده در این فصل همچنین می‌توان برای شناسایی نهادهای بالقوه‌ای مانند تعاونی‌های کشاورزان یا سازمان‌های روستایی بهره گرفت. به‌عنوان مثال مشخص شده است که شرکت‌های تعاونی تولیدی در جنوب ایتالیا به‌عنوان یک نهاد کلیدی، عامل ادامه حضور انواع مختلف گندمِ دوروم در منظر[2] زراعی هستند (دی‌فالکو و پرینگز، ۲۰۰۶). سرانجام این ابزار با روشن ساختن چگونگی ارزش‌گذاری کنشگران مختلف بر روی تنوع زراعی و اینکه چرا آن‌ها همچنان در مدیریت نظام‌های کشاورزی به حفظ تنوع ادامه می‌دهند، پیشنهادهایی را برای چگونگی طراحی موثرترین سیاست‌ها ارائه می‌دهد. اندازه‌گیری، تجزیه و تحلیل و درک ارزش‌های مستتر در تنوع زراعی – برای کشاورزان و برای جامعه به مثابه یک کل – محور اصلی فصل نهم است.

برای مطالعه بیشتر

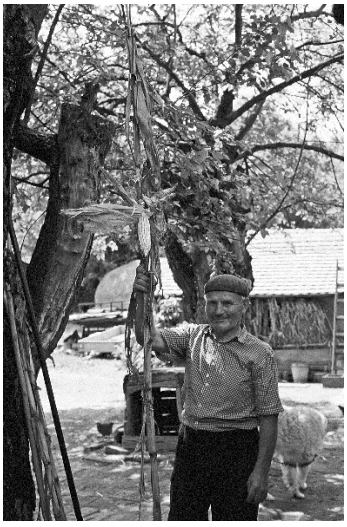
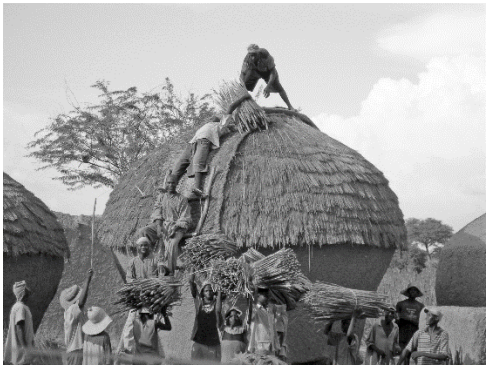
Brush, S. B. 2004. *Farmer's Bounty: Locating Crop Diversity in the Contemporary World.* Yale University Press, New Haven.

Chevalier, J. M., and D. J. Buckles. (2013). *Participatory Action Research: Theory and Methods for Engaged Inquiry.* Routledge, Milton Park, Abingdon, Oxon.

Howard, P. L., Ed. 2003. *Women and Plants: Gender Relations in Biodiversity Management and Conservation.* Zed Books, London.

Smale, M., Ed. 2006. *Valuing Crop Biodiversity: On-Farm Genetic Resources and Economic Change.* CABI Publishing, Wallingford, UK.

1. Farm household
2. Landscape

قاب ۹. زنان، مردان و کودکان در بسیاری از فرهنگ‌ها دارای دانشی منحصربه‌فرد در مـورد محصولات مختلـف زراعی و یا حتی انواع ارقام سنتی از یک گونه هستند و این امر سبب می‌شود که جنسیت و سن به طور خاص به مقوله‌های مهم اجتماعی برای درک تنوع ژنتیکی و مدیریت در مزرعه تبدیل شود. روابط و سرمایه‌های اجتماعی نیز در درک شیوه‌های مدیریت کشاورزان امری اساسی است. سمت چپ بالا: سونا تاپا برای ثبت تنوع زیستیِ جامعه اطلاعات پدربزرگش ناریان سوبدی در مورد ارقام سنتیِ کاشته شده در بگناس در نپال را یادداشت می‌کند. بالا سمت راست: کشاورزان مجارستانی رقم هریلوم را برای مصرف خانگی کشت می‌کنند. پایین سمت چپ: کشاورزان در بورکینافاسو برای ذخیره محصول با یکدیگر همکاری می‌کنند. پایین سمت راست :یک زنِ مایا در یوکاتانِ مکزیک، تورتیای ذرت تهیه می‌کند که بذرهای کدو حلوایی در خمیر آن قرارداده شده است؛ هر دوی این محصولات جزو ارقام سنتی هستند که به دلیل کیفیت غذایی بسیار ارزشمند هستند. عکس‌ها: بی. استاپیت (بالا سمت چپ)، دی. جارویس (بالا سمت راست)، آر. وودوهه (پایین سمت چپ)، جی. تاکسیل (پایین سمت راست).

"Copyright © 2016Bioversity International"
"CROP GENETIC DIVERSITY IN THE FIELD AND ON THE FARM: PRINCIPLES AND APPLICATIONS IN THE RESEARCH PRACTICES was originally published in English by Yale University Press in 2016 (ISBN 978-0-300-16112- 0). This translation is published by arrangement with Bioversity International."

فصل ۹

اندازه‌گیری ارزش‌های تنوع زیستی در مزرعه

مترجم: محمد جواد مصطفوی
mostafavi@mail.um.ac.ir

در پایان این فصل، خواننده می‌تواند به درکی از موارد زیر دست یابد:

- ابزارها و روش‌ها برای ارزش‌گذاری تنوعِ در مزرعه[1] از دیدگاهی اقتصادی.
- آزمودن روابط میان عوامل اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی و تنوعِ در مزرعه.
- شناسایی عوامل بیرونی موثر بر تصمیم‌گیری کشاورزان درباره تنوع زیستی.

افراد و جوامع در خصوص نحوه تخصیص منابع در دسترس خود دست به انتخاب‌هایی می‌زنند و اقتصاد علم مطالعه این انتخاب‌هاست. تحقیقات اقتصادی در مورد مدیریتِ در مزرعه منابع ژنتیکی زراعی، به جای تمرکز بر ژنتیک محصول زراعی یا عملکرد آن در محیطی کنترل شده، به ارقام و ویژگی‌های آن‌ها که کشاورزان در مزارع خود شناسایی می‌کنند توجه دارد. شناسایی منابع ژنتیکی زراعی به عنوان «کالاهای عمومی ناخالص[2]»، یکی از راه‌های تفکر درباره معضلات[3] اقتصادی مرتبط با تنوع ژنتیکی زراعی در نظام‌های تولید کشاورزی است. کالای عمومی ناخالص، ویژگی‌های اقتصادی بخش خصوصی و بخش

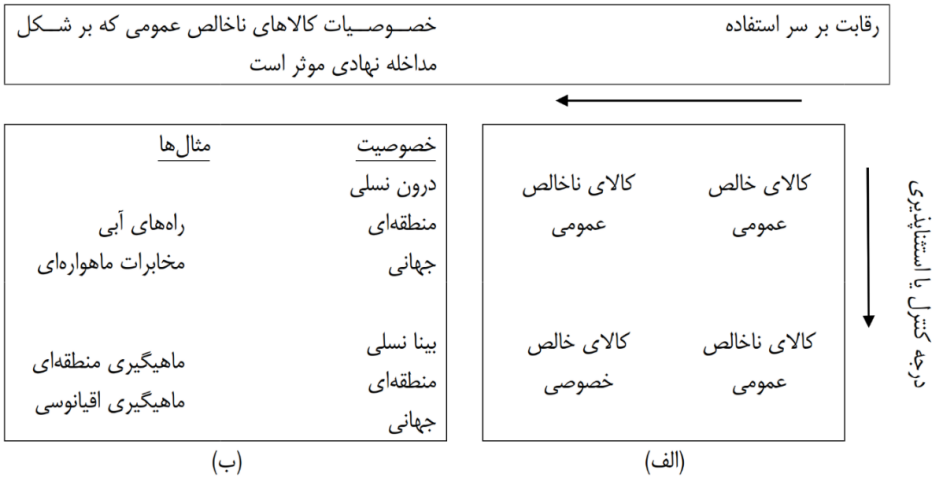
1. On-farm

۲. Impure public goods: بعضی از کالاها وجود دارند که به‌علت محدودیت در سطح پذیرش، پس از حدی از مصرف همزمان، افزایش تعداد مصرف‌کنندگان فقط با کاهش در فایده دیگران ممکن می‌گردد؛ این گونه کالاها را کالای عمومی ناخالص می‌نامند. خاصیت این گونه کالاها به گونه‌ای است که استثناناپذیر ولی در مصرف، رقابتی هستند. یعنی پس از تکمیل یک ظرفیت خاصِ مصرفی، اضافه شدن هر فرد دیگر باعث کاهش خدمات برای همه مصرف‌کنندگان می‌گردد. کالاهایی مثل استخر، تئاتر، سیرک، جاده، اتوبان و غیره، وقتی در «مرحله ازدحام» قرار گیرند، نمونه‌هایی ازکالاهای عمومی ناخالص هستند (مترجم).

3. Dilemma

عمومی را همزمان دارا است. همه کالاها را می‌توان در دو محور قرار داد که این محورها به وسیله میزان رقابت در استفاده و دشواری (یا هزینه) حذف استفاده‌کنندگان (شکل ۹-۱الف) مشخص می‌شوند.

مقدار کمی از بذرهای یک نوع گیاه زراعی مشخص که یک کشاورز به منظور تکثیر، آن را کاشته (نهاده تولید)، چنانچه محصول آن به عنوان دانه یا علوفه برداشت شود (خروجی تولید)، کالای خصوصی[1] محسوب می‌شود. ژرم‌پلاسم موجود در آن مقدار کم بذر که آن را از هر مقدار بذر دیگر متمایز می‌کند، کالایی عمومی به شمار می‌آید. بسیاری از کشاورزان همزمان می‌توانند از ژرم‌پلاسمی یکسان منتفع شوند و حذف سایر کاربران از بهره‌برداری از آن، پرهزینه خواهد بود. همچنین این امر در مورد گونه‌های غالبا دگرگرده‌افشان همچون ذرت که گرده‌ها و ژن‌های آن‌ها توسط باد از یک مزرعه به مزرعه‌ای دیگر منتقل می‌شود کاملا مشهود است. مشکل بعدی برای ارزیابی تنوع ژنتیکی محصول این است که محتوای ژنتیکی مقدار محدودی بذر یا دانه بدون کمک آزمایشگاه و فناوری پیشرفته تا حد زیادی قابل مشاهده نیست. این ملاحظات بیانگر این است که بازار منابع ژنتیکی در بسیاری از زمینه‌ها فاصله زیادی تا کامل بودن دارد. سرانجام، به این سبب که تصمیمات کشاورزان در خصوص استفاده و مدیریت ارقام زراعی در مزارع خود می‌تواند به کاهش جمعیت گیاهان و از دست رفتن آلل‌های دارای ارزش بالقوه منجر گردد، انتخاب آن‌ها [کشاورزان] پیامدهای بینانسلی و بینامنطقه‌ای به دنبال خواهد داشت (شکل ۹-۱ب). از اینرو، به ویژه یافتن ترکیبی مناسب از سیاست‌ها و نهادها برای حل مشکل دشوار است.



شکل ۹-۱. طبقه‌بندی‌های ساده کالاها براساس ویژگی‌های اقتصادی (اسمیل، ۲۰۰۶ ب، چاپ مجدد با اجازه از CABI)

1. Private good

ارزش‌های عمومی و خصوصی تنوع

نقطه آغاز، تمایز قایل شدن بین ارزش‌های خصوصی و عمومی تنوع است. ارزش‌های خصوصی، ارزش‌هایی هستند که در درجه اول به مالکان یا مدیران شخصی تعلق می‌گیرد، در حالیکه ارزش‌های عمومی و منافع حاصل از آن عمدتا به روش‌های کاملا غیرمستقیم و به‌وسیله تمامی اعضای یک اجتماع یا جامعه تسهیم می‌شود. زمانی که کشاورزان به منظور تولید محصولی که می‌توانند در بازار بفروشند، ارقام بومی[1] بسیار معتبر را پرورش می‌دهند، بر ارزش خصوصی تنوع تاکید می‌کنند. اگر همان توده‌های متنوع بومی از نظر نیاز کمتر به کاربرد سموم دفع آفات مزایای اکولوژیکی ایجاد کنند، کاهش هزینه‌های سموم دفع آفات و آسیب‌پذیری کمتر مزرعه در برابر مسمومیت ناشی از سموم، ارزشی خصوصی تولید خواهد کرد.

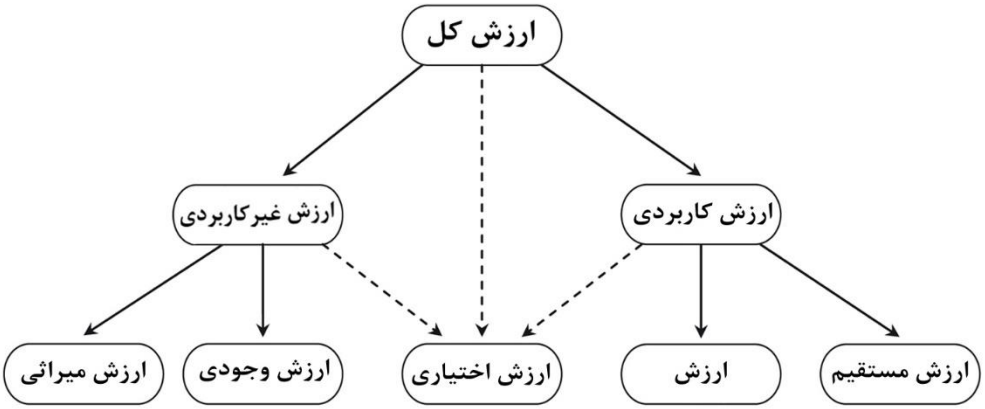
همچنین به‌دلیل اینکه کشاورزان پایین دست آب تمیزتری داشته و بقایای سموم آفت‌کش در محیط کاهش می‌یابد، ارزش عمومی نیز ایجاد می‌شود. اجتماع کشاورزان و جامعه در کل از محیطی سالم بهره‌مند می‌شوند. علاوه‌براین، ممکن است نسل‌های بعدی کشاورزان و مصرف‌کنندگان از تنوع ژنتیکی موجود در جمعیت‌های مختلف ارقام بومی که امروزه بصورت در مزرعه حفظ شده‌اند بهره‌مند شوند، مفهومی که با عنوان «ارزش اختیار[2]» شناخته می‌شود (اسمیل، ۲۰۰۶a). مزایای عمومی و خصوصی تنوع در مزرعه –و نحوه اندازه‌گیری آن‌ها– که در ادامه به آن‌ها پرداخته خواهد شد، با ارزش‌های اجتماعی و فرهنگی آغاز می‌شود که غالبا در مبادلات بازار پنهان می‌ماند.

ارزش کل اقتصادی

قالبی که اقتصاددانان اغلب مواقع برای شناسایی و اندازه‌گیری ارزش منابع طبیعی از جمله منابع ژنتیکی زراعی استفاده می‌کنند ارزش کل اقتصادی[3] است که در شکل ۹-۲ آمده است. اقتصاد یک نظام فایده‌گرا است که تمرکزش نه بر نظام‌های بیولوژیکی که بر جامعه بشری معطوف است. بنابراین ارزش اقتصادی منابع ژنتیکی زراعی از دو طریق استفاده مستقیم و غیرمستقیم انسان به‌دست می‌آید. ارزش مستقیم غذا، الیاف، علوفه دام و دارو و نیز ارزش غیرکاربردی[4] یا ارزش مطبوعیت[5] که کشاورز می‌تواند با کاشت یک رقم بومی با کیفیت و مورد تقاضا از آن برخوردار شود، در شمول استفاده انسانی قرار می‌گیرد. مفهوم ارزش

1. Landrace
تفاوت بین رقم و توده، مربوط به سلکسیون و استفاده از روش‌های اصلاح نباتات است که برای تولید رقم انجام می‌شود و برای توده بومی خیر (مترجم).
2. Option value
3. Total economic value
4. Non-use value
5. Amenity value

غیرکاربردی برای نخستین بار از سوی کروتیلا[1] (۱۹۶۷) مورد استفاده قرار گرفت. برای مثال، ارزش وجودی[2] به احساس رضایتی گفته می‌شود که صرفا از طریق دانستن این امر که چیزی وجود دارد –خواه مورد استفاده قرار گیرد یا نه– در افراد یا جوامع انسانی به وجود می‌آید. ارزش میراثیِ[3] یک بذر خاص، احساس رضایت حاصل از دانستن این امر است که نسل‌های آینده از رقمِ به ارث رسیده بهره‌مند خواهند شد.



شکل ۹-۲. ارزش کل اقتصادی و اجزای اصلی آن[4]

ارزش کاربردی غیرمستقیم منعکس‌کننده سهم منابع ژنتیکی محصول در زیستگاه‌های اطراف، اکوسیستم‌ها و سایر کارکردهای حمایت اجتماعی است. کاربرد مستقیم و غیرمستقیم دارای ابعاد جاری و آتی هستند. ارزش کاربردی دیگر که ارزش اختیار نامیده می‌شود، با وجود وقایع پیش‌بینی‌نشده آینده، انعطاف‌پذیری در تامین منابع ژنتیکی زراعی را تضمین می‌کند. گاهی اوقات این ارزش را حق بیمه[5] یک اجتماع یا جامعه می‌دانند، اگرچه اتفاق نظر کلی در مورد ارزش اختیار یا ارزش غیرکاربردی یا هر دوی آن‌ها وجود ندارد.

1. Krutilla
2. Existence value
3. Bequest value
4. D. Dziegielewska, T. Tietenberg, and S. N. Seo, “Total Economic Value.” In: Encyclopedia of Earth. Ed. C. J. Cleveland [Washington, D.C.: Environmental Information Coalition, National Council for Science and the Environment], http://www.eoearth.org /article/Total_economic_value, 2009)
5. Insurance premium

مبحث ارزش کل اقتصادی در مجموعه بزرگی از منابع مربوط به اقتصاد محیط زیست مورد توجه قرار گرفته و در بسیاری از زمینه‌ها به‌کار رفته است. پیرس[1] و موران[2] (۱۹۹۴) در تالیف خود این مفهوم را به ویژه در مورد تنوع زیستی به کار برده‌اند.

انتخاب رقم و حفظ تنوع

بنیادی‌ترین تصمیمی که کشاورزان در مورد تنوع می‌گیرند، انتخاب رقم[3] است: یعنی کشاورزان کدام ارقام را در چه نسبت‌هایی از سطح کاشت محصول بکارند. انتخاب رقم به شدت تحت تاثیر موادی[4] است که برای کاشت در دسترس کشاورز است. فرض می‌شود که کشاورزان واجد زمین، درآمد یا ارتباط کافی برای خرید یا مبادله کالا برای ارقام مورد نیاز خود را در اختیار دارند (به فصل ۱۱ مراجعه کنید). انگیزه اصلی برخی از مطالعات اولیه در مورد انتخاب رقم و حفظ تنوع، «فرضیه جابجایی[5]» بود (انتشار سریع رقم‌های مدرن به‌طور حتم منجر به از بین رفتن رقم بومیِ بالقوه ارزشمند می‌شود) که در مراحل اولیه انقلاب سبز در آسیا مشاهده شد (فرانکل، ۱۹۷۰؛ هارلان، ۱۹۷۲). مطالعات بعدی نشان داد که فرضیه جابجایی همواره صادق نبوده و در بسیاری از موارد کشاورزانی که رقم‌های جدید را پذیرفته‌اند، کماکان به کاشت ارقام بومی (که بیشتر از طریق شبکه‌های محلی یا منطقه‌ای تامین بذر تهیه می‌شود) در بخشی از زمین‌های خود ادامه می‌دهند (براش، ۱۹۹۵).

انتخاب رقم نیز تحت تاثیر میزان ناهمگنی محیطی همچون نوسانات بارندگی، انواع متفاوت خاک و شیوع آفت و بیماری است. این امر همان‌طور که در فصل‌های ششم و هفتم شرح داده شده است، در برابر خطرات محیط زیستی همچون نوعی بیمه عمل می‌کند. رقم کاشته شده و منطقه‌ای که به کشت آن رقم اختصاص داده می‌شود، می‌تواند تحت تاثیر تقاضای بازار و قابلیت دسترسی، ویژگی‌های اجتماعی و اقتصادی مزرعه خانوادگی (شامل در دسترس بودن نیروی کار بزرگسال) و ترجیحات فرهنگی، مذهبی و نمادین باشد. ارزش نمادین ارقام می‌تواند انتزاعی‌تر بوده و شامل ارزش‌های خودکفایی و استقلال باشد.

---

1. Pearce
2. Moran
3. Varietal choice
۴- در اینجا منظور از مواد، نهاده‌های دیگری (به غیر از بذر) است که در تولید ضروری هستند مثل زمین، آب، اقلیم و نظایر اینها.
5. Displacement hypothesis

انتخاب رقم حتی برای یک تک‌خانوار می‌تواند با گذشت زمان و گاهی به طور کاملا ناگهانی تغییر کند. برای مثال در زمان ناآرامی‌های داخلی یـا بلایای طبیعی که ممـکن است خودکفایی خانوار دیگر امکان‌پذیر نباشد، کشاورزان باید به استفاده از مجموعه‌ای متفاوت از ارقام موجودِ در دسترس خودشان روی آورند. ارقام زراعی به‌دلیل ارزش رژیمی یا تغذیه‌ای، خصوصیات پس از برداشت، طعم یا اهمیت آشپزی یا ویژگی‌های مرغوب بومی نیز مورد انتخاب قرار می‌گیرند. در مورد اخیر [ویژگی‌های بومی]، ارقام بومی بسیار ارزشمند می‌توانند با بالا بردن قیمت‌ها عملکرد کـمتر محصول زراعی را جبران کنند. گونه‌ها و ارقام خاص گیاهان زراعی از عناصر مهم خوراک‌های محلی و منطقه‌ای و یا واجد مزایای تغذیه‌ای در رژیم‌های غـذایی هسـتـند. بایـد بـه امر توجـه نـمود که وجود نقش مشخص گیـاهـان زراعی محلی در آشپزی سبب می‌شـود کـه نـتوان رقمی را به‌راحتی با دیگر رقم‌ها جایگزین نمود (برای مشاهده مثال‌ها به فصل ۸ مراجعه نمایید). همچنین امکان دارد در زمانی که ژرم‌پلاسم به وجود آمده توسط برنامه‌های متمرکز به‌نژادی به خوبی با مناطق حاشیه‌ای و ریز اقلیم‌های آن‌ها سازگار نباشد،کشاورزان رقم‌های سنتی را به انتخاب ارقام امـروزی ترجیـح دهند. انتخاب رقم ممکن اسـت تحت تاثیر استفاده کشاورزان از یا دسترسی آن‌ها به نهاده‌های تکـمیـلی از جمـله کودهـای شیمـیایی و سمـوم دفع آفات و یا یارانه‌های حامیِ رقم‌های خاص و نهاده‌های شیمیایی باشد.

با مرتبط ساختن درک کشاورزان از ارقام به اطلاعات مربوط به سـاختار ژنتیـکی می‌توان به شناسایی جمعیت‌های گیاهان زراعیِ هدف برای «گزینه‌های افزایش ارزش افزوده[1]» یاری رساند. تیمی از موسسه تحقیقات بین‌المللی برنج[2] که بر روی نظام‌های زراعی غرقابی دیم[3] در فیلیپین کار می‌کند، دریافته است که گروهی از ارقام بومی برنجِ بدون گلوتن – معروف به واگواگ[4] – در میان شماری از ارقام بومیِ برنجِ منطقه، بیشترین واکنش مثبت کشاورزان را به خود اختصاص داده است (پام و همکاران، ۱۹۹۹). کشاورزان به ویژه از کیفیت رایحه و افزایش خوب حجم این برنج پس از پخت تمجید کرده‌اند. تجزیه و تحلیل مطابقت روابط ژنتیکی نشـان داد که رقم‌های گروه واگواگ از نظر ژنتیکی از تمام ارقام دیـگر برنج که در بوم‌نظام‌های غرقابی دیم و آبی[5] فیلیپین کشـت می‌شوند متمایز اسـت. نتایج ژنتـیکی به‌وسیله اندازه‌گیری داده‌های مربوط

1. Add-value options
2. International Rice Research Institute
3. Lowland rain-fed farming system
4. *Wagwag*
5. Rain-fed

lowland کشت در شرایط غرقابی و upland یا شرایط باران کشت که در برخی مناطق به عنوان مثال در جنوب شرق آسیا با آب باران تولید می‌شود (مترجم).

به چند شکلی[1] به دو روش ایزوآنزیم و ریزماهواره[2] نیز تایید شد. با این وجود، ارقام برنج واگواگ نسبت به رقم‌های جدید برنج عملکرد کمتری دارند و به مدت زمان رسیدگی[3] بیشتری نیاز دارند. تیم تحقیق نتیجه گرفت که با این فرض که در طی زمان هیچ تغییر عمده‌ای در ساختار آلل برنج واگواگ به وجود نیاید، یک برنامه به‌نژادی یا مدیریتی با هدف کاهش مدت زمان رسیدگی رقم‌های واگواگ می‌تواند ارزش افزوده و جذابیت آن‌ها را برای کشاورزان افزایش دهد و در عین حال به حفظ تنوع ژنتیکیِ در مزعه برنج در فیلیپین نیز کمک کند (پام و همکاران، ۱۹۹۹).

هنگامی‌که محققان مفهوم کاهش آسیب[4] را به رسمیت شناختند، پیشرفت بزرگی در تفکر در مورد ارتباط بین فشارهای آفات و بیماری‌ها و کاربرد نهاده‌ها در مزارع حاصل شد. در مزارع منفرد، نهاده‌ها می‌توانند تاثیر مستقیمی بر عملکرد بگذارند که از تاثیر استفاده از نهاده‌های تولیدی همچون کود، نیروی کار یا نوع بذر نشات می‌گیرد که می‌تواند تاثیر مستقیمی بر عملکرد محصول داشته باشد. نهاده‌ها همچنین می‌توانند واجد اثر کاهش آسیب باشند که با تاثیر استفاده از نهاده‌های کنترلی مانند حشره‌کش‌ها، قارچ‌کش‌ها یا رقم‌های مقاوم ارتباط دارد و مستقیما باعث افزایش محصول نمی‌شوند اما موجب کاهش تاثیر آفات یا بیماری‌ها بر محصول زراعی می‌شوند. از زمان کار آغازین لیختنبرگ[5] و زیلبرمن[6] (۱۹۸۶)، محققان علوم کاربردی، مدل‌هایی را مشخص نموده‌اند می‌تواند اثر نهاده‌ها را در کاهش آسیب و افزایش عملکرد تفکیک کند.

در جدول ۹-۱ برخی از مرجع‌های اصلی در منابعِ مربوط به کاهش آسیب و همچنین تعدادی از منابعی که تنوع ژنتیکی محصول زراعی را به تولید محصول در مزارع ارتباط می‌دهد فهرست شده است. محققان علوم کاربردی رابطه تنوع ژنتیکی محصول زراعی با عملکرد بالقوه و تغییرات عملکرد را آزموده‌اند، اما هیچ مطالعه‌ای رابطه تنوع ژنتیکی محصول زراعی با کاهش آسیب را بررسی نکرده است.

1. Polymorphism
2. Microsatellite
3. Maturation
4. Abatement
5. Lichtenberg
6. Zilberman

جدول ۹-۱. تأثیر تنوع ژنتیکی گیاه زراعی بر عملکرد گیاه زراعی در مزرعه

اثر تنوع ژنتیکی گیاه زراعی	اثر مشخص	مدل	منبع
اثر عملکرد	عملکرد بالقوه	کارکرد مرسوم تولید شامل تنوع ژنتیکی	هدلی، ۱۹۶۸
	نوسان عملکرد	شامل ریسک و عدم قطعیت	سمال و همکاران، ۱۹۹۸؛ ویدافسکی و همکاران، ۱۹۹۸؛ دی‌فالکو و همکاران، ۲۰۰۶
		کارکرد تولید پویا با اثر تاخیری در نظارت بر تاثیر تنوع ژنتیکی در طی زمان	دی‌فالکو و چاواس، ۲۰۰۶
اثر کاهش آسیب	اثر آفت‌کش‌ها و دیگر نهاده‌های کنترل‌کننده	کارکرد کاهش آسیب، که یک کارکرد مرسوم تولید است که مسبب اثر کاهش آسیب نهاده‌های کنترل است.	لیختنبرگ و زیلبرمن، ۱۹۸۶؛ بَبکاک و همکاران، ۱۹۹۲؛ کاراسکو-توبر و موفیت، ۱۹۹۲؛ اوده لانسینک و کارپنتییر، ۲۰۰۱؛ ثرتل و همکاران، ۲۰۰۳؛ قائم و دی یانوری، ۲۰۰۵ ؛ پمسل و همکاران، ۲۰۰۵
	تاثیر تنوع ژنتیکی محصول زراعی	کارکرد کاهش آسیب، که یک کارکرد مرسوم تولید است که مسبب اثر کاهش آسیب نهاده‌های کنترل است.	هیچ منبعی یافت نشد.

هریک از رقم‌ها نوعا به طور همزمان واجد ویژگی‌های مطلوب و نامطلوب است و بعید است کشاورزان برای تامین تمامی نیازهای زراعی و مصرفی خود فقط به یک رقم تکیه کنند. با این وجود که کشاورزان در بسیاری از مناطق جهان دستِ‌کم بخشی از نیاز خود به غذا و علوفه را از طریق تولید خود تامین کنند، تجزیه و تحلیل اقتصادی نسبتا اندکی به موضوع انتخاب رقم محصول زراعی، صفاتی غیر از عملکرد دانه و تغییرات (واریانس) عملکرد پرداخته است. این در حالی است که برای کشاورزان مقدار تولید (اعم از دانه یا علوفه) متغیر مهمی است و به کیفیت مواد عرضه شده نیز توجه زیادی دارند. برای مثال برخی از رقم‌های اصلی نسبت بالاتری از علوفه به دانه را تولید می‌کنند، در حالی که برخی دیگر دانه‌هایی را تولید می‌کنند که برای فرآوری در مزرعه یا غذاهای بخصوصی مناسب‌تر هستند.

در اوگاندا، محققان اهمیت نسبی صفات تولیدی و ویژگی‌های رقم را برای توضیح الگوهای تنوع موز مورد بررسی قرار داده‌اند (ادمیدس و همکاران، ۲۰۰۶). بیشتر تولید موز در اوگاندا در اختیار کشاورزان

معیشتی است که به ایجاد قطعات کمتر از نیم هکتار و استفاده روش‌های کم‌نهاده تمایل دارند. کشاورزان اوگاندایی مجموعه‌ای چشمگیر از رقم‌های موز بومی کوهستانی را همچون رقم‌های هیبریدِ به تازگی اصلاح شده و رقم‌های اصلاح نشده با منشاء جنوب شرقی آسیا به‌عمل می‌آورند. محققان بر اساس تعداد مات[۱] و سهم مات‌هایی که توسط کشاورزان اوگاندایی به رقم‌های موز اختصاص داده شده، کلون‌های موز را طبقه‌بندی کرده به تنوع آن‌ها را اندازه‌گیری کرده‌اند. مات یک نظام ریشه‌ای کم‌عمق است که در طول عمر خود چندین ساقه در سطح زمین ایجاد می‌کند. محققان مجموعه‌ای از ویژگی‌های رقم‌های موز را شناسایی کردند که در تصمیم‌گیری کشاورزان در خصوص این که کدام گونه‌ها و در چه تناوبی کاشته شوند اهمیت دارد. با استفاده از داده‌های نظرسنجی به‌دست آمده از ۵۱۷ مزرعه خانوادگی در اوگاندا، محققان اهمیت نسبی هر صفت رقم را کمّی‌سازی کردند. این مطالعه نشان داد که در توضیح تنوع موز، صفات تولیدی همچون بیماری یک رقم یا مقاومت به آفات به‌طور کلی از ویژگی‌های مصرفی آن مانند کیفیت پخت مهم‌تر هستند (ادمیدس و همکاران، ۲۰۰۶).

در مورد سودمندی بالقوه تنوع رقمی محصول زراعی یا رقم‌های خاص برای ارائه خدمات اکوسیستم مانند تنظیم و کنترل آفات و بیماری‌ها، حفظ تنوع گرده‌افشان‌ها و حمایت از تنوع زیستی خاک و سلامت خاک کار تحقیقاتی کمتری انجام پذیرفته است (دی‌فالکو و همکاران، ۲۰۰۷). استفاده از چنین رقم‌هایی می‌تواند ریسک‌های اقتصادی و سلامتی ناشی از مقادیر زیاد نهاده‌های کشاورزی مانند کود و سموم آفت‌کش را هم برای کشاورزان در مقیاس کوچک و هم محیط زیست کاهش دهد، اما میزان توجه کشاورزان به این عوامل در انتخاب رقم‌هایی که می‌کارند تا حد زیادی ناشناخته است. عوامل بیرونی مانند دسترسی به بازار و شرایط اگرواکولوژی به سبب اینکه از کنترل بی‌واسطه کشاورزان خارج هستند، تصمیمات اتخاذ شده از سوی کشاورزان را محدود می‌کنند. در فصل یازدهم موانع بر سر راه کشاورزان در دسترسی به مواد کاشت مطلوب خود در زمان نیازشان با جزئیات بیشتری مورد بحث قرار خواهد گرفت.

فرضیه‌هایی که فشرده‌سازی[۲]، اگرواکولوژی و توسعه بازار را به انتخاب رقم‌ها توسط کشاورزان پیوند می‌دهد، تنها هنگامی می‌توانند مورد آزمایش قرار گیرند که تنوع قابل مشاهده‌ای در این عوامل در میان نمونه‌ای از جوامع وجود داشته باشد. اشکوب‌بندی (لایه‌بندی)[۳]، روشی مناسب برای آزمون فرضیه‌های ارتباط ویژگی‌های محیط زیستی، اجتماعی و اقتصادی با تنوع است. داده‌ها از حیث ویژگی‌های خانوار،

---

۱. Mat: در باغبانی اصطلاحی ویژه موز است و به توده‌ای اطلاق می‌شود که از ریزوم، ساقه گل دهنده و پاجوش‌ها تشکیل می‌شود (مترجم).

2. Intensification
3. Stratification

شامل برخی از متغیرهای اجتماعی و فرهنگی که پیشتر در فصل هشتم و ویژگی‌های محیطی که در فصل‌های ششم و هفتم مورد بحث قرار گرفتند در هر اشکوب (لایه) جمع‌آوری شدند. درآمد، نوع تولیدکننده (مثلا معیشتی یا تجاری)، اتکا به درآمد خارج از مزرعه، تامین نیروی کار، قومیت، سن، جنسیت، مالکیت زمین و کیفیت زمین در زمره متغیرها یا فاکتورهای نمونه هستند (جدول ۹-۲). پس از آن، به این علت خانوارهای زراعی (کشاورز) همزمان به‌عنوان تولیدکننده و مصرف‌کننده در نظر گرفته می‌شوند، متغیرهای انتخاب شده فرضیه‌بندی شده تا تقاضای کشاورزان برای رقم‌هایی مشخص را شکل دهند. تقاضای کشاورزان برای ارقام و صفات آن‌ها منوط به گروهی از عوامل خارجی است که در اینجا مورد بحث قرار گرفته است.

جدول ۹-۲. متغیرهای مستقل مورد استفاده در تحلیل انتخاب رقمی در میان کشاورزان برنج‌کار در نپال. منبع: گوچان و همکاران، ۲۰۰۸.

نام متغیر	*تعریف متغیر*	*اثر فرض‌شده*
مشخصات خانوار		
AGEPDM	سن تصمیم‌گیرنده تولید (سال)	(+)
EDUPDM	تحصیلات تصمیم‌گیرنده تولید (سال)	(+ و -)
EDUCDM	تحصیلات تصمیم‌گیرنده مصرف (سال)	(+ و -)
AAGLABR	افراد بالغ و فعالِ مشغول در مزرعه (تعداد)	(+)
FAADTPCT	درصد زنان از کل بالغین مشغول در مزرعه	(+)
LANIMLV	ارزش حیوانات بزرگ (گاو نر، حیوان شیرده)	(+)
TOTEXP	میانگین مخارج ماهانه خانوار از زمان آخرین برداشت محصول پیش از این فصل (درآمد بیرونی)	(+ و -)
TOTEXP	نسبت میانگین پنج‌ساله برنج تولید شده (به کیلوگرم) به برنج مصرف شده (به کیلوگرم)	(+ و -)
مشخصات مزرعه		
IRPCNT	درصد سطح برنج‌کاری شده تحت آبیاری	(+ و -)
LNDTYPS	تعداد انواع زمین برای برنج‌کاری	(+)
RDPLCULH	کل مسیر پیاده‌روی (دقیقه) از خانه تا قطعه برنج‌کاری شده تقسیم بر هکتار زیر کشت	(+)
مشخصات بازار		
TMKTDS	کل مسیر پیاده‌روی از خانه و قطعات مزرعه تا بازار محلی (دقیقه)	(+)
LRSOLD	دانه رقم بومیِ فروخته شده توسط خانوار در فصل قبل (کیلوگرم)	(+)
MVSOLD	دانه رقم مدرنِ فروخته شده توسط خانوار در فصل قبل (کیلوگرم)	(-)

مدل‌های اقتصادسنجی

هنگامی‌که داده‌های توصیف‌کننده خانوار زراعی جمع‌آوری شده باشد، از طریق اِعمال تئوری اقتصاد خُرد بر انتخاب رقم، می‌توان تصمیم‌های کشاورزان را با استفاده از مدل‌های اقتصادسنجی تحلیل کرد (برای آشنایی باکتاب‌هایی در زمینه این مدل‌ها به بخشِ برای مطالعه بیشترِ همین فصل مراجعه کنید). مدل اقتصادسنجی مدلی است که در آن از نظریه اقتصادی برای قیاس روابط علّی و آزمون آن‌ها با تحلیل رگرسیون چندگانه استفاده می‌شود. اگرچه تحلیل رگرسیون هم از سوی اکولوژیست‌ها و هم توسط اقتصاددانان بسیار مورد استفاده قرار می‌گیرد، اما هر رشته‌ای آن را به روش‌های کاملا متفاوتی بکار می‌برد. اکولوژیست‌ها از تحلیل رگرسیون به‌عنوان راهی برای آزمون الگوهای مشاهده شده در یک مجموعه داده، به ویژه استقلال مکانی مشاهدات و شناسایی مختصرترین توضیح روابط بین متغیرها استفاده می‌کنند. در مقابل، اقتصاددانان به‌طور معمول از رگرسیون چندگانه برای آزمون روابط بین متغیرها در یک مدل نظری که قبل از جمع‌آوری داده‌ها توسعه یافته استفاده می‌کنند. از نظر اقتصاددانان رگرسیون ابزاری برای شناسایی و تایید متغیرهای وابسته و مستقل (یا توضیحی) در یک مدل است. علیرغم کاربردهای متفاوت، تحلیل رگرسیون برای دانشمندان علوم طبیعی و نیز اجتماعی، ابزار آماری ضروری به شمار می‌آید (آرمزورث و همکاران، ۲۰۰۹).

در رگرسیون چندگانه، متغیر وابسته نمایانگر شاخص تنوع -چه انتخاب رقم و یا تنوع رقم- با فاکتورهای ذکر شده در بالا که به‌عنوان متغیرهای مستقل در نظر گرفته می‌شوند مرتبط است (جدول ۹-۳). رگرسیون چندگانه تاثیرات دیگر را کنترل می‌کند، امکان آزمون اثرات جداگانه هر متغیر مستقل و یا گروهی از متغیرها را فراهم می‌آورد و در عین حال تاثیر دیگر متغیرها را کنترل می‌کند. در تحلیل تنوع محصول زراعیِ در مزرعه، متغیر وابسته را می‌توان از راه‌های بسیاری اندازه گرفت (مثلا همچون انتخابی میان دو نوع از جمعیت‌های محصول زراعی)؛ از طریق تعداد کل گونه‌ها برای کاشت؛ از راه اختصاص واقعی سطح زیر کشت در میان رقم‌ها؛ و همچون شاخص تنوع مکانی برای رقم‌های نامیده شده (جدول ۹-۴). در کار ۹-۱ مثال‌های دیگری از تصمیمات کشاورزان در مورد تنوع رقمی آمده که از طریق تحلیل رگرسیون چندگانه دریافته شده است.

جدول ۹-۳. ایجاد ارتباط میان متغیرهای تنوع به متغیرهای جامعه با استفاده از رگرسیون چندگانه (منابع: براش و همکاران، ۱۹۹۲؛ منگ، ۱۹۹۷؛ فن‌دوسن، ۲۰۰۰؛ اسمیل و همکاران، ۲۰۰۱؛ بنین و همکاران، ۲۰۰۴؛ بیرول، ۲۰۰۴)

داده‌های حاصل از مصاحبه‌های کشاورزان در چندین مطالعه موردی با استفاده از رگرسیون چندگانه به صورت آماری مورد آزمون قرار گرفت. علامت مثبت (+) نشان می‌دهد که با افزایش متغیر تنوع افزایش می‌یابد. علامت منفی (–) نشان می‌دهد که با افزایش متغیر تنوع کاهش می‌یابدو (۰) به این معنی است که اثر از نظر آماری معنی‌دار نبوده است. سلول خالی نشان می‌دهد که متغیر در مطالعه موردی رگرسیون مورد استفاده قرار نگرفته است.

	پرو: تنوع ارقام بومی سیب‌زمینی	ترکیه: تنوع ارقام بومی گندم	مکزیک: سیستم میلپا، کل تنوع گیاه زراعی و رقم	مکزیک: تنوع ارقام بومی ذرت	اتیوپی: تنوع رقم‌های غلات	مجارستان: باغچه‌های خانگی، ارقام بومی
سن سرپرست‌خانوار	۰	۰	+		+، ۰، –	+
تحصیلات		۰	+		+، ۰	
تحصیلات زن					+، ۰	
عرضه نیروی کار مزرعه		–	۰		+، ۰	۰
درآمد خارج از مزرعه، مهاجرت	–	–	–	۰		
دارایی‌ها	–، +، ۰	–		۰	–، ۰	–، ۰

جدول ۹-۴. متغیرهای وابسته در یک تحلیل رگرسیون چندگانه انجام شده در میان کشاورزان برنج در نپال. منبع: گوچان و همکاران ۲۰۰۸

تنوع	غیر یکنواخت، جمعیت ناهمگن	بله = ۱ در غیر اینصورت = ۰	هر رقم بومی مطابق با این معیار انتخاب
کمیابی	صفات منحصر به فرد، غیرمعمول	بله = ۱ در غیر اینصورت = ۰	هر رقم بومی مطابق با این معیار انتخاب
سازگاری	سازگاری وسیع	بله = ۱ در غیر اینصورت = ۰	هر رقم بومی مطابق با این معیار انتخاب

کادر ۹-۱. نمونه‌هایی از مدل‌های اقتصادسنجی برای مفروض داشتن رابطه‌ها

یافته‌های زیر از مطالعاتی در مکزیک، اتیوپی و ترکیه به دست آمده است و استفاده از تحلیل اقتصادسنجی به منظور درک ارزش تنوع ژنتیکی گیاهی را نشان می‌دهد:

- کشاورزان در شرق اتیوپی، زمانی که با شرایط شدید خشکسالی روبرو شوند به ارقام بومی سورگوم بیشتر از ارقام اصلاح شده زودرس اعتماد می‌کنند (کاواتاسی و همکاران، ۲۰۱۱).
- برای کشاورزان در تیگرای[1] (اتیوپی)، تنوع رقم در مزارع گندم موجب افزایش بهره‌وری و کاهش نوسان عملکرد می‌شود و محصول گندم آن‌ها را کمتر در معرض خطر قرار می‌دهد (دی‌فالکو و همکاران، ۲۰۰۷). نتایج اقتصادسنجی در مطالعه کشت ذرت در ایالت چیاپاس[2] (مکزیک) این فرضیه را تایید می‌کند کشاورزان با استفاده از طبقه‌بندی خاک عامیانه رقم‌های ذرت را انتخاب می‌کنند و رقم‌های ذرت را با روش‌هایی قابل پیش‌بینی، با شرایط تشخیص داده شده خاک مطابقت می‌دهند (بلون و تیلور، ۱۹۹۳).
- در ترکیه، جایی که کشاورزان همچنان در کنار رقم‌های مدرن به کشت ارقام بومی گندم نیز ادامه می‌دهند، شواهد اقتصادسنجی حاکی از آن است که رقم‌های مدرن و بومی ممکن است در طولانی مدت همزیستی داشته باشند که این امر منافع خصوصیِ مثبت کشاورزان و منافع عمومی تنوع مکانی را در پی خواهد داشت (منگ، ۱۹۹۷ ؛ نگاسا و همکاران، ۲۰۱۲).

تنوع: اهمیت مقیاس

بازارها به عنوان نهادهایی اجتماعی درگیر مبادله کالا و یا خدمات میان مشارکت‌کنندگان در آن هستند و تاثیر بسیاری بر مدیریت رقم توسط کشاورزان می‌گذارند. هنگامیکه کشاورزان تصمیم می‌گیرند محصولاتی را برای بازار تولید کنند، سلایق و ترجیحات مصرف‌کنندگان در تعیین قیمت‌ها نقش بزرگی بازی می‌کند. سلیقه و ترجیحات، تقاضا برای محصول را تعیین می‌کند که مطابق با طیف وسیعی از عوامل از جمله سطح درآمد مصرف‌کنندگان، استانداردهای قابل ملاحظه برای کیفیت محصول و الزامات نگهداری و فرآوری پس از برداشت، می‌تواند تغییر کند. مصرف‌کنندگان ترجیحات خود را با پرداخت پاداش برای آن‌چه که بیشتر دوست دارند ابراز می‌نمایند و وقتی این نشانه‌ها به کشاورز منتقل می‌شود، وی انگیزه‌ای برای کاشت رقم محصولی خواهد داشت که بهترین تفاوت قیمتی را به دست می‌آورد. صفاتی که از نظر بازار ارزشمند محسوب می‌شوند، صفات بسیار غالب در رقم‌های مدرن است که از وجود «موانع» بازاری برای کاشت ارقام بومی حکایت دارد. با این حال، در مواردی نیز که که صفات منحصر به فرد ارقام بومی در بازارهای مختلف

1. Tigray
2. Chiapas

و در مقیاس‌های مختلف (از محلی تا جهانی) و در هر دو موقعیت روستایی و شهری تفاوت قیمت ایجاد می‌کنند. برای مثال ارقام بومی ذرت در مناطق مرتفع مرکز مکزیک در بازارهای ویژه تفاوت قیمت پیدا می‌کنند و همچنین مطالعاتی تجربی در اسپانیا و پرتغال میزان تمایل مصرف‌کنندگان به پرداخت مبلغ بیشتر برای ارقام بومی گوجه فرنگی و سیب در مقایسه با ارقام امروزی را کمّی‌سازی کرده است (کلمن و هلین، ۲۰۰۹؛ بروگارولاس و همکاران، ۲۰۰۹؛ دینیس و همکاران، ۲۰۱۱).

هنگامی‌که صفات رقمی در بازار واجد ارزش باشند (مانند گوجه‌فرنگی‌های سنتی اُواهاکا[1] که از خصوصیات آشپزی آن به‌طور گسترده استقبال شده است)، می‌توان با استفاده از یک مدل قیمت‌گذاری دوگانه[2] ارزش آن را کمّی کرد و برای آن قیمت تعیین کرد. تحلیل دوگانه شامل یک برآورد نسبتا ساده رگرسیون خطی مربوط به قیمت‌های گرفته شده از نمونه‌های بازار متناظر با مشخصات اندازه‌گیری شده در آن نمونه‌ها است. علامت و معنی‌داری ضرایب رگرسیون، برآورد مقدار نهایی هر خصوصیت را میسر می‌سازد. با همکاری شیمی‌دانان، دانشمندان گیاهان زراعی و سایر متخصصان می‌توان ویژگی‌های مشاهده شده که مصرف‌کنندگان بابت آن حاضر به پرداخت تفاوت قیمت هستند (شامل عطر، رنگ و کیفیت پخت و پز) را به خصوصیات فیزیکی یک بذر یا محصول زراعی مرتبط ساخت. دیگر تحلیل‌های اقتصادی مرتبط مانند ارزیابی بهره‌وری بازار یا هزینه‌های فرآوری و نگهداری، می‌توانند دیدگاهی ارزشمند در خصوص نحوه عملکرد بازارها در منطقه یا در نظام زراعیِ مورد مطالعه ارائه دهد.

رویکردی مرتبط موسوم به تحلیل زنجیره ارزش[3] می‌تواند برای شناسایی موانع دستیابی به ارزش بیشتر برای ارقام بومی، ترسیم روابط بین فعالان بازار و تنگناها در گردش منابع ژنتیکی محصول زراعی و برای فهم چگونگی رفتار قیمت‌ها در بازار محصول و بذر مورد استفاده قرار گیرد (جولیانی، ۲۰۰۷؛ کروییسن و همکاران، ۲۰۰۹؛ اندرسون و همکاران، ۲۰۱۰). اصطلاح «زنجیره ارزش» به مسیری اطلاق می‌شود که طی آن ارزش یک کالا (همچون یک محصول کشاورزی) هنگام حرکت از سوی تولیدکننده (مثلا یک کشاورز) از طریق یک یا چند واسطه (مثلا معامله‌گران، بازرگانان، فرآوری‌کنندگان) تا زمانی که به‌دست مصرف‌کننده برسد افزایش می‌یابد. در نتیجه جابجایی کالا از طریق زنجیره ارزش، سلسله‌ای از هزینه‌های مبادله[4] بوجود می‌آید که در قالب هزینه‌های اطلاعات، مذاکره، نظارت و یا هزینه‌های اجرایی طبقه‌بندی می‌شوند (پینگالی و همکاران، ۲۰۰۶). یک تعریف مختصر از زنجیره ارزش که توسط

---

۱. Oaxaca: ایالتی در مکزیک (مترجم).

2. Hedonic price model
3. Value chain analysis
4. Transaction cost

اندرسون[1] و همکاران (۲۰۱۰:۳۹) به نقل از کاپلینسکی[2] و موریس[3] (۲۰۰۱) ارائه شده، به این قرار است: «طیف کاملی از فعالیت‌های مورد نیاز برای آنکه یک محصول یا خدمت را از زمان ایده‌پردازی تا مراحل مختلف تولید (شامل ترکیبی از تبدلات فیزیکی و صرف خدمات مختلف تولیدکننده) هدایت کند تا به مشتریان نهایی رسیده و در پایان و پس از مصرف آن را دفع کند».

رویکرد زنجیره بازار ابزار تحلیلی بسیار مفیدی برای شناسایی نحوه ارتباط فعالان مختلف بازار (تولیدکنندگان، فرآوری‌کنندگان، معامله‌گران، مصرف‌کنندگان) است. این رویکرد امکان تحلیل این امر را که چه کسی چه کاری می‌کند و یا در کدام مرحله از زنجیره، کاری انجام می‌دهد را فراهم می‌آورد. تحلیل زنجیره بازار دربرگیرنده مواردی همچون سازماندهی، روابط قدرت میان فعالان، پیوستگی‌ها و جنبه‌های حاکمیتی است.

به منظور کمّی‌سازی این مسئله که چگونه ارقام بومی گیاهان زراعی از زمان حرکت از سوی تولیدکننده به سمت مصرف‌کننده ارزش بازاری پیدا می‌کنند، نقطه آغازین تحلیل زنجیره ارزش ایجاد نقشه‌ای مفهومی از بازار برای بذر یا دیگر مواد کاشتنی یک محصول زراعی است. به‌طور معمول یک نقشه کامل بازار سه عنصر به هم پیوسته را تداعی می‌کند (اندرسون و همکاران، ۲۰۱۰؛ آلبو و گریفیت، ۲۰۰۵):

۱. فعالان عمده درگیر در زنجیره ارزش.
۲. زیرساخت‌ها، نهادها، سیاست‌ها و روش‌های مرسومی که بر فضای گسترده‌تر بازار تاثیر می‌گذارند (که «محیط امکان‌ساز[4]» نیز نامیده می‌شود). نهادها و سیاست‌های شکل‌دهنده محیط امکان‌ساز اغلب در مقیاسی (مثلا سیاست‌های ملی کشاورزی) عمل می‌کنند که از کنترل بی‌واسطه فعالان زنجیره ارزش فراتر است (اندرسون و همکاران، ۲۰۱۰). در حالت ایده‌آل، پویایی‌ها و روندهای قدرت در محیط امکان‌ساز که کل زنجیره ارزش را تحت تاثیر قرار می‌دهد از طریق نقشه بازار آشکار می‌شود و این امر می‌تواند فرصت‌هایی را برای سیاست گذاری‌های جدید یا ایجاد نهادهای حامی تنوع ژنتیکی محصول زراعی فراهم نماید.
۳. ارائه‌دهندگان خدمات (مثل کسب و کارها، خدمات ترویج) که به فعالیت‌ها و عملکردهای زنجیره ارزش کمک می‌کنند. ارائه‌دهندگان خدمات تاثیری کلیدی بر کارایی زنجیره‌های ارزش دارند و از راه‌های مختلفی قادر به ایجاد ارزش افزوده هستند (جدول ۹-۵).

1. Anderson
2. Kaplinski
3. Morris
4. Enabling environment

جدول ۹-۵. شیوه‌هایی که از طریق آن‌ها و هنگام انتقال از تولیدکننده به مصرف‌کننده، کسب و کارها و خدمات ترویج به بذر و سایر کالاها ارزش افزوده می‌بخشند. (اندرسون و همکاران، ۲۰۱۰)

مقوله خدمات ارائه شده	نمونه‌های بخصوص
اطلاعات بازار	قیمت‌ها، روندها، خریداران، تامین‌کنندگان
خدمات مالی	اعتبار، پس‌انداز، بیمه
تضمین کیفیت	نظارت، اعتباربخشی
پشتیبانی فنی	تولید محصول، متنوع سازی، بازاریابی
حمل و نقل	کالاها، فعالان

بنابراین این عناصر با اندازه‌گیری مناسب تنوع، همچون غنا یا یکنواختی گونه‌ای یا خصوصیات خاص موجود در ارقام بومی در دسترس مرتبط هستند.

اجرای تحلیل زنجیره ارزش با تعریف مقیاس و محدوده نقشه بازار، انتخاب بازارهایی به عنوان نمونه و سپس جمع‌آوری داده‌های کمی و کیفی از طریق مشاهده معاملات بازار و نظرسنجی از فروشندگان آغاز می‌شود. یک روش مفید برای تفکر درباره مقیاس مناسب جهت تحلیل زنجیره ارزش، تحلیل «محدوده بازار[1]» است؛ منطقه‌ای جغرافیایی که ساکنان آن دارای روابط تجاری واقعی یا بالقوه با یک مرکز بازار قابل تعریف هستند (اندرسون و همکاران، ۲۰۱۰).

با درک بهتر سهمی که هریک از فعالان بازار در زنجیره تامین محصول دارند، تحلیل زنجیره ارزش در جهت شناسایی ناکارآمدی‌ها، نابرابری‌ها و ضررهایی می‌کوشد که در سطوح مختلف زنجیره قابل جبران باشد. تحلیل «محیط امکان‌ساز» بر روندهایی تاکید دارد که کل زنجیره بازار را تحت تاثیر قرار می‌دهد و به بررسی قدرت‌ها و منافعی می‌پردازد که محرک تغییر هستند. چنین دانشی می‌تواند به تعیین مسیرها و فرصت‌های انجام اقدامات واقع‌بینانه، لابی‌گری و کارآفرینی سیاستی[2] یاری رساند (آلبو و گریفیث، ۲۰۰۵).

هنگامی‌که عوامل اولیه تحلیل مشخص شد، برگزاری جلسات با ذینفعان با این هدف که این قبیل جلسات تا حد امکان مجموعه کاملی از فعالان (مستقیم و غیرمستقیم درگیر در آن بازار) از جمله تولیدکنندگان، بازرگانان، خرده‌فروشان، صادرکنندگان، کارشناسان زراعی، سازمان‌های مردم‌نهاد، نمایندگان وزارتخانه‌ها و دیگران را شامل شود، روشی مفید برای جمع‌آوری اطلاعات تعیین‌کننده در خصوص زنجیره ارزش است

۱. Market-shed: به سراسر منطقه‌ای گفته می‌شود که در اطراف یک بازار قرار دارد و کاربران ساکن در آن محدوده برای دسترسی به بازار کمترین هزینه سفر را متحمل می‌شوند (مترجم).

2. Policy entrepreneurship

(جولیانی، ۲۰۰۷). این جلسات می‌تواند به ایجاد اعتماد و اطمینان در زمینه‌های کیفیت و قیمت در بین فعالان زنجیره ارزش (مانند کشاورزان، تولیدکنندگان مواد غذایی، خرده‌فروشان، سازمان‌های انجمنی و آژانس‌های دولتی) کمک کند و احتمالا به ایجاد سرمایه‌گذاری مشترک با شرکت‌های بخش خصوصی بی‌انجامد که در کاهش هزینه‌های مبادله از اهمیت برخوردار است (آلمکیندرس و همکاران، ۲۰۱۰؛ لیپر و همکاران، ۲۰۱۰).

اندازه‌گیری ارزش‌های غیربازاری تنوع

به‌دلیل عدم موفقیت در محاسبه هزینه‌های خارجی، ارزش کامل تنوع رقم محصول زراعی و خدمات آن توسط بازار در نظر گرفته نمی‌شود. اگر اختیار در دست بازار نهاده شود، ارزش‌های اجتماعی، فرهنگی، بیمه‌ای و اختیاری تنوع نادیده گرفته خواهد شد. خانوارهای روستایی غالبا قادر نیستند خصوصیات رقم‌های گیاهان زراعی را که برای آن‌ها بیشترین اهمیت را دارد از طریق مبادلات بازار به‌دست آورند. تحت چنین شرایطی، کشاورزان در نهایت مصرف‌کننده بخشی از محصولات تولیدی خود هستند و از آن‌ها به‌عنوان تولیدکننده معیشتی یاد می‌شود. تولید معیشتی چالشی بر سر راه تخمین دقیق ارزش رقم‌های کشت شده توسط کشاورزان به وجود می‌آورد.

یکی از ساده‌ترین رویکردها در تخمین ارزش غیربازاری، روش‌های رتبه‌بندی یا درجه‌بندی که ۱) ویژگی‌های محصول زراعی همچون ویژگی‌های تولیدی و مصرفی که برای کشاورز مهم است را از او استخراج کرده و ۲) از کشاورز می‌خواهد که ارزیابی کند کدام رقم مورد علاقه او خصوصیات مورد نظرش را تا چه میزانی تامین می‌کند. «هزینه»های تولید و مصرف که از این طریق مشخص می‌شود را می‌توان از لحاظ نفر- ساعت کار انجام شده در مدیریت مزرعه (برای تولید محصول) و فرآوری پس از برداشت و قبل از مصرف، کمّی نمود.

اجرای روش‌های فوق ساده است، زیرا کشاورزان رقم‌های خودشان را به خوبی می‌شناسند و معمولا مشکلی در رتبه‌بندی و درجه‌بندی ویژگی‌های ارقام خود ندارند. با این حال، در راه اجرای رویکرد رتبه‌بندی و درجه‌بندی برخی از محدودیت‌ها وجود دارد. نخست، مهم است که بتوان ویژگی‌های انتزاعی‌تر رقم معرفی شده توسط کشاورزان را به ویژگی‌های فیزیولوژیکی محصول زراعی که توسط دانشمندان یافته شده، ارتباط داد. دوم رتبه‌بندی و درجه‌بندی معمولا به ایجاد فهرستی طولانی از خصوصیات رقم‌ها می‌انجامد که ممکن است تحلیل و استفاده ازآن را در جهت اهداف آماری به کاری پرزحمت بدل کند. در مجموع اگر

هدف از مطالعه این باشد که دریابیم خانوارهای معیشتی چه نگرشی به جوانب مثبت و منفیِ رقم‌های مختلفی که می‌کارند دارند، روش‌های فوق معمولا کافی خواهند بود. در این شرایط همیشه مهم است که مردان و زنانِ پیـر و جـوان و در صـورت امکان، گروه‌های مختلف درآمدی را بررسـی کرد، زیرا آن‌ها اغلب برداشت‌های متفاوتی از ارزش نسبی رقم‌های مختلف دارند. متغیر دیگری کـه باید در نظر گرفت این است که آیا هزینه‌های تولید از جمله کود و یا تراکم کاشت به طور قابل توجهی در رقم‌های مختلف متفاوت است یا خیر. اگر اینچنین است، چنین تفاوت‌هایی باید ثبت گردد.

به خاطر تصمیمات یا اقدامات انسانی، جهت تخمین تغییرات ارزش غیربازاری کالاها و خدمات شماری از ابزار تحلیلی از سوی اقتصاددانان به کار گرفته شده است. به سبب وجود پروتکل‌های سخت‌گیرانه، برخی از رویکردها مستلزم جمع‌آوری دقیق و متمرکز اطلاعات است و بنابراین می‌تواند پرهزینه باشد. همچنین می‌توان از ترکیبی از رویکردها همچون روشی برای بررسی صحت داده‌ها استفاده کرد. به‌طور کلی، ابزارهایی که بر رفتار مشاهده شده[1] متکی هستند (روش‌های ترجیحات آشکار[2] مانند تحلیل انتخاب رقم بر اساس داده‌های پیمایش [مثل تحقیق پام[3] و همکاران (۱۹۹۹)] و تحلیل دوگانه که پیش‌تر توصیف شد) بر ابزارهای مبتنی بر رفتار فرضی[4] (رویکردهای ترجیحات بیان شده[5]) ترجیح داده می‌شوند.

از ابزارهای ترجیحات بیان شده برای ارزیابی ارزش غیرکاربردی استفاده می‌شود. ارزیابی مشروط[6] و روش آزمون انتخاب[7] دو رویکرد متداول محسوب می‌شود. طی روش ارزیابی مشروط از پاسخ‌دهندگان در مورد تمایل آن‌ها به پرداخت هزینه برای کالای یا خدمتی که قیمت بازاری ندارد پرسش می‌شود. از رویکرد ارزیابی مشروط به‌طور گسترده‌ای در اقتصاد محیط زیست و منابع طبیعی استفاده شده است (مثلا برای تخمین ارزشی که مردم برای طبیعت وحش[8] قائل می‌شوند و یا جهت تعیین ارزش خدمات اکوسیستم [هانمان، ۱۹۹۴]). دانش محدود پاسخ‌دهندگان در مورد کالا یا خدمات و سوگیری بالقوه مرتبط با پاسخ‌ها در زمره مشکلات رایج در ارزیابی مشروط قرار می‌گیرند.

روش آزمون انتخاب برخی از ایـن سوگیری‌ها را به حداقل می‌رسـاند و از آنجایی که بر صفات مبتنی است، اختصاصا برای تحلیل صفات رقم‌های محصول زراعی بسیار مناسب است. در این روش فهرستی از

1. Observed behavior
2. Revealed preference
3. Pham
4. Hypothetical behavior
5. Stated preference
6. Contingent valuation
7. Choice experiment
8. Wilderness

پیش تعریف شده از گزینه‌ها در اختیار پاسخ‌دهنده قرار می‌گیرد تا از میان آن‌ها انتخاب کند (مثلا جدول ۹-۲ را ببینید). اگرچه دانش پاسخ‌دهندگان نیز می‌تواند چالش‌هایی ایجاد کند اما اجرا نسبتا ساده است. تحلیل به روش‌های آماری پیشرفته‌ای نیاز دارد که می‌تواند پیچیده باشد.

از روش آزمون انتخاب همچنین می‌توان برای تخمین ارزش غیرکاربردی ارقام بومی نیز استفاده کرد. در یک مطالعه باغچه‌های خانگی در مجارستان (کادر ۹-۲)، آزمون‌های انتخاب که با همکاری کشاورزان در سه منطقه مختلف انجام گرفت نشان داد که پاسخ‌دهندگان ساکن در سکونتگاه‌های دورافتاده و به لحاظ اقتصادی حاشیه‌ای، بیشترین ارزش را برای تنوع زراعی (شامل ارقام بومی و غنای ارقام مدرن) در باغچه‌های خانگی خود قائل بودند (بیرول و همکاران، ۲۰۰۶). مطالعه مشابهی در مکزیک از روش آزمون انتخاب جهت تخمین ارزیابی کشاورزان از غنای گونه‌های زراعی و غنای ارقام ذرت در نظام میلپا[1] و بررسی علاقه کشاورزان به کشت ذرت دستکاری شده ژنتیکی[2] استفاده شد (بیرول و همکاران ۲۰۰۹).

در چارچوب نظریِ خانوارهای کشاورزی، قیمت سایه[3] به ارزش مشاهده نشده کالا یا خدمات ارائه شده به تصمیم‌گیرندگان خانوار اشاره دارد. قیمت سایه که ارزشی متفاوت از قیمت بازار است، از خانواری به دیگر متغیر است و با توجه به خصوصیات خانوارها از قبیل قومیت، زبان، ثروت و چرخه زندگی آن‌ها و دسترسی آن‌ها به بازارهای تامین کننده کالا و خدمات تعیین می‌شود. انتظار می‌رود هرچه خانوار از بازارها دورتر و معیشتی‌تر باشد، قیمت سایه با قیمت بازار اختلاف بیشتری داشته باشد.

طی یک مطالعه اخیر، با استفاده از رگرسیون چند متغیره، بر اساس داده‌های حاصل از پیمایش از نمایندگانی در سطح ملی، روشی برای تخمین قیمت سایه ارقام بومی ذرت در مکزیک ابداع شد (ارسلان و تیلور، ۲۰۰۹). محققان دریافتند که در ارقام بومی ذرت، قیمت سایه بسیار بالاتر از قیمت بازار است، اما قیمت رقم‌های اصلاح شده ذرت، به ویژه در مناطق بومی جنوب و جنوب شرقی مکزیک به قیمت بازار نزدیک است. این یافته تایید می‌کند برخی از کشاورزان برای ادامه کشت ارقام بومی انگیزه‌هایی اقتصادی دارند.

برای مطالعه درآمدی بر رویکرد آزمون انتخاب را با مثال‌هایی از کاربردهای آن در زمینه کشورهای در حال توسعه می‌توان به کتاب بنت[4] و بیرول[5] (۲۰۱۰) مراجعه نمود.

1. Milpa system
2. Genetically modified
3. Shadow price
4. Bennet
5. Birol

کادر ۹-۲. روش آزمایش انتخاب: نمونه‌ای از مجارستان

در پیمایش از خانوارهای مجارستانی که محافظت از باغچه‌های خانگی می‌پردازند، نمونه‌ای از مجموعه انتخاب در پیش روی پاسخ‌دهندگان قرار داده شد. این مجموعه انتخاب به صورت یک ترکیب تصادفی از مشخصات (یا خصوصیات) باغچه‌های خانگی ایجاد شده بود که در تحقیقات پیشین مورد شناسایی قرار گرفته بودند. ویژگی‌های اصلی در این مطالعه عبارت بودند از: تعداد کل ارقام محصول زراعی کاشته شده، وجود یا عدم وجود ارقام بومی، وجود یا عدم وجود دام، استفاده از روش‌های ارگانیک و خودکفایی خانوار زراعی. به هر پاسخ‌دهنده یک مجموعه انتخاب مانند زیر ارائه گردید و پرسش زیر در پیش روی او نهاده شد:

با فرض اینکه باغچه‌های خانگی زیر تنها انتخاب شما باشد، ترجیح می‌دهید کدام یک گزینه‌ها را کشت کنید؟

مشخصات باغچه خانگی	باغچه خانگی نمایه A	باغچه خانگی نمایه B	
تعداد کل رقم‌های زراعی که در باغچه خانگی کاشته شده است	۲۵	۲۰	هیچیک از دو باغچه خانگی A و B؛ محصولی در باغچه خانگی کشت نخواهم کرد.
رقم بومی در باغچه خانگی وجود دارد	نه	بله	
تولیدات باغچه خانگی با تولیدات دامی تلفیق شده است	بله	بله	
تمام تولید در باغچه خانگی با روش‌های ارگانیک انجام می‌شود	نه	نه	
بخش مورد انتظاری (به درصد) از مصرف سالانه خانگی از طریق تولید مواد غذایی در باغچه خانگی تامین می‌گردد	۴۵	۷۵	

سپس از مخاطب خواسته شد که یک گزینه را برای «من ترجیح می‌دهم که در ۱) باغچه خانگی A، ۲) باغچه خانگی B، ۳) هیچکدام به کشت محصول مشغول شوم» را بررسی کند.

به هریک از کشاورزان شرکت‌کننده در آزمایش انتخاب، پنج یا شش مجموعه انتخاب متفاوت ارائه گردید که هر مجموعه حاوی جایگشت‌های متفاوتی از مشخصات تعیین شده برای دو باغچه خانگی فرضی (A و B) بود. در این مطالعه، در مجموع ۱۴۸۷ انتخاب از ۲۷۷ کشاورز شرکت‌کننده در سه منطقه مختلف مجارستان ثبت شد که مجموعه داده‌های اصلی‌ای را تشکیل می‌داد که مورد تحلیل آماری قرار گرفتند.

(منبع: بیرول و همکاران، ۲۰۰۶)

استفاده از اطلاعات درباره نحوه ارزیابی کشاورزان از تنوع در تصمیمات و پیشنهادهای مدیریتی

دولت‌ها و سایر نهادها معمولا یارانه‌های تولید، تخفیف‌های مالیاتی، کنترل قیمت‌ها و سایر سیاست‌های کشاورزی که به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم بر تصمیمات کشاورزان درخصوص تنوع تاثیر می‌گذارد را توصیه کرده و به موقع به اجرا می‌گذارند. بسیاری از سیاست‌ها، تصمیماتِ در سطح مزرعه راجع به انتخاب رقم و حفظ تنوع را تحریف کرده و در نهایت علیه حفاظت تنوع زیستی کشاورزی به کار گرفته است (پاسکال و پرینگز، ۲۰۰۷). درک نحوه ارزشگذاریِ تنوع در میان کشاورزان نخستین گام در راه طرح‌ریزی سیاست های کشاورزی است که بتواند انگیزه‌هایی را برای حفظ تنوع در سطح مزرعه به‌وجود آورد. دو ارزش بازاری و غیربازاری از آغازگاه‌های مهم در ایجاد سیاست حمایت از تنوعِ در مزرعه است که موضوع فصل ۱۰ را به خود اختصاص داده است.

برای مطالعه بیشتر

Bennett, J. W., and E. Birol, Eds. 2010. *Choice Experiments in Developing Countries: Implementation, Challenges and Policy Implications.* Edward-Elgar Publishing, Cheltenham, UK.

Kontoleon, A., A. Pascual, and M. Smale, Eds. 2009. *Agrobiodiversity, Conservation and Economic Development.* Routledge, London and New York.

Lipper, L., C. L. Anderson, and T. J. Dalton. 2010. *Seed Trade in Rural Markets: Implications for Crop Diversity and Agricultural Development.* Earthscan, London.

Nicholson, W., and C. Snyder. 2011. *Microeconomic Theory: Basic Principles and Extensions*, 10th ed. Thomson/South-Western.

Smale, M., Ed. 2006. *Valuing Crop Biodiversity: On-Farm Genetic Resources and Economic Change.* CABI Publishing, Wallingford, UK.

Wooldridge, J. 2009. *Introductory Econometrics*, 4th ed. South-Western, Cengage Learning.

قاب ۱۰. به‌دلیل عدم موفقیت در محاسبه هزینه‌های خارجی، ارزش کامل تنوع رقم محصول زراعی و خدمات آن توسط بازار در نظر گرفته نمی‌شـود. بسیاری از کشاورزان در فاصله زیادی از بازارهای شهری و منطقه‌ای زندگی می‌کنند و به وسایل حمل‌ونقل کارآمد و قابل اطمینان دسترسی ندارند. سمت چپ بالا: کشاورزی در پرو، در امتداد رودخانه اوکایالی[1] (شاخه‌ای از آمازون) ذرت خود را برای فروش به روستاهای دیگر می‌برد. سفر با قایق به نزدیک‌ترین شهر (پوکالپا[2]) ممکن است سه روز به‌طول انجامد. پایین چپ: زنی محصول جو خود را به بازاری در جوملا[3] در نپال می‌آورد. بالا سمت راست: دستچینی از رقم‌های محلی سیب در یک بازار میوه در ازبکستان. باغچه‌های خانگی روشی برای کاربری زمین اطراف مزارع محلی است که در آن انواع مختلفی از گونه‌های گیاهی یک‌ساله و چندساله توسط اعضای خانوار کاشته و نگهداری می‌شوند و می‌توانند درآمد خانوار را تامین نمایند. پایین سمت راسـت: باغچه خانگی در یاشکابا[4] (یوکاتان، مکزیک) که توسط یک زن اداره می‌شود. او رقم‌های ذرتی را می‌کارد که ممکن اسـت در مزارع اصلی وجود نداشته باشد و آن‌ها را با چندین رقم فلفل قرمـز و کولتیوارهای چند ساله به‌صورت مخلوط کشت می‌کند. عکس‌ها: ال.کولادو (بالا سمت چپ)، ای. اچ. دی. براون (بالا سمت راست)، د. جارویس (پایین سمت چپ)، جی. توکسیل (پایین سمت راست).

1. Ucayali
2. Pucallpa
3. Jumla
4. Yaxcabá

"Copyright © 2016Bioversity International"
"CROP GENETIC DIVERSITY IN THE FIELD AND ON THE FARM: PRINCIPLES AND APPLICATIONS IN THE RESEARCH PRACTICES was originally published in English by Yale University Press in 2016 (ISBN 978-0-300-16112- 0). This translation is published by arrangement with Bioversity International."

فصل ۱۰

سیاست[1] و تنوع ژنتیکیِ در مزرعه[2]

مترجم: علی رزم خواه
ali.razmkhah@unive.it

در پایان این فصل، خواننده به درک صحیحی از موارد زیر دست خواهد یافت:

- چارچوب‌های قانونی و سیاستی چگونگی تاثیرگذاری بر توانایی کشاورزان در دسترسی، استفاده، تبادل و نگهداری تنوع ژنتیکی زراعی در مزرعه.
- سازوکارهای ممکنِ سیاسی در راستای مفهومِ به رسمیت شناخته شده «حقوق کشاورزان» جهت ایجاد مشوق‌های لازم برای کشاورزان در زمینه‌های حفاظت و بهره‌برداری از تنوع زیستی در سطح مزرعه.

مقدمه

در این فصل توضیح داده خواهد شد که چگونه چارچوب‌های قانونی و سیاستی موانعی بازدارنده بر سر راه کشاورزان در جهت نگهداری و مدیریت تنوع گیاهی ایجاد می‌کند. همچنین به منظور ترغیب کشاورزان برای تداوم استفاده از منابع ژنتیکی گیاهی در مزرعه، در راستای مفهوم به رسمیت شناخته شده حقوق کشاورزان در معاهده بین‌المللی ذخایر ژنتیکی گیاهی برای غذا و کشاورزی، تصویری از مفاهیم و روش‌های تحلیل و توسعه معیارهای سیاستی ارائه می‌شود.

اغلب مثال‌های این فصل به قوانین و سیاست‌های ملی دولت‌ها اشاره می‌کند، چرا که انتظار می‌رود معیارهای عمومیِ در سطح ملی بیشترین تاثیر را بر مدیریت تنوع زیستی زراعی داشته باشد. با این حال عبارت «سیاست» را می‌توان و باید در گستره وسیع‌تری درک کرد؛ از جمله در سیاست‌ها و قواعد داخلیِ سازمان‌های عمومی و خصوصیِ درگیر در تحقیق و توسعه کشاورزی (برای مثال مراکز بین‌المللی تحقیقات کشاورزی، موسسه‌های تحقیقات ملی، حامیان بین‌المللی پروژه‌های توسعه و صنایع خصوصی).

1. Policy
2. Genetic diversity on-farm

چارچوب‌های قانونی و سیاستی که بر قابلیت کشاورزان در استفاده از تنوع زیستی در مزرعه تاثیر منفی می‌گذارد

نوسازی (مدرنیزاسیون) کشاورزی عموما یکی از اجزای اصلی راهبردهای توسعه که دولت‌ها اتخاذ می‌کنند، است. این مسئله اغلب بر ماشینی کردن فرایندهای تولید، آبیاری اراضی خشک و پذیرش «بسته‌های فناوری[1]» تکیه دارد، بسته‌هایی شامل گونه‌ها و ارقام گیاهی اصلاح شده و نهاده‌های شیمیایی (کود، سم و علف‌کش) که بتوان با استفاده از آن‌ها به افزایش عملکرد دست یافت. این بسته‌های فناوری اغلب بر مبنای مدل خطی و نسبتا ساده‌ای تهیه و توزیع می‌شوند به این ترتیب که دانشمندان و محققان بسته‌ها را در موسسه‌های تحقیقاتی و شرکت‌های کشاورزی – شیمیایی توسعه می‌دهند و به کشاورزان عرضه می‌کنند که در این رویکرد کشاورزان به عنوان بهره‌برداران منفعل فناوری در نظر گرفته می‌شوند (بیگز، ۱۹۹۰).

اگرچه نمونه‌هایی از رویکردهای مبتنی بر توسعه همکاری‌ها در جهت تولید و گسترش فناوری در جهان در حال گسترش است، ولی سیاست‌های مسلط و جاری دولت‌ها مدل خطی است و نه فناوری. مدل خطی ساده و کلاسیک استوار است. در مجموع این سیاست‌ها طراحی شده‌اند تا ۱) تضمین شود که فناوری‌ها در راه هدف نهایی کشاورزیِ مدرن برای افزایش عملکرد به کار گرفته شود، و ۲) از فعالان عرصه کشاورزی در چارچوب آنچه که بر اساس درک ساده‌انگارانه از تولید و انتقال فناوری انجام می دهند حمایت کند.

در این بخش، چگونگی برآورده شدن این دو هدف به وسیله سیاست‌های عمومی و نتایج آن برای فراهمی و استفاده از تنوع ژنتیکی در مزرعه تشریح شده است. همچنین ضمن ارائه نمونه‌ها و مثال‌هایی از نقاط مختلف جهان توضیح داده می‌شود که چگونه می‌توان به منظور کاستن و یا جلوگیری از عواقب منفی سیاست‌های ذکر شده به ابتکارهای مختلفی دست زد.

ابزارهای سیاستی با هدف تضمین حرکت فناوری در مسیر نوسازی کشاورزی: قوانین بذر

اصطلاح «قوانین بذر» به مجموعه‌ای از قوانین و مقرراتی گفته می‌شود که دولت‌ها تدوین و اجرا می‌کنند تا اطمینان یابند که ارقام کشاورزی در دسترس کشاورزان از نظر افزایش عملکرد واجد ارزش زراعی بوده و در بلند مدت یکنواخت و پایدار باشند. عبارت «نظام رسمی بذر[2]» اغلب برای اشاره به قوانین بذر و بازیگرانی به کار برده می‌شود که الزامات آن قوانین را برای توسعه ارقام جدید، تولید و توزیع بذرها رعایت می‌کنند. موسسه‌های رسمی تحقیقاتی و نظام‌های تولید بذر در زمره این بازیگران قرار می‌گیرند.

1. Technology packages
2. Formal seed system

در ابتدای امر و در میانه قرن نوزدهم میلادی قوانین بـذر در نتیـجه توسـعه تولیدات به‌نژادی تخصصی گیاهان در اروپا ایجاد شد و هدف از ایجاد آن شفافیت در بازار بذری بود که در آن ارقام گیاهی به سرعت در حال افزایش بودند (بیشاو و وان گوستل، ۲۰۰۹). در چارچوب مقررات جاری، ارقام زراعی باید پیش از عرضه در بازار ثبت شوند. برای ثبت رقم جدید، رقم مورد نظر باید از تمامی ارقام متمایز باشد، ویژگی‌های اساسی یکنـواختی داشـته باشـد و از پایداری بالایی پس از تکـثیرهای متعـدد برخوردار باشد (تیپ: تمایز، یکنواختی و پایداری[1]). این معـیارها ضمانت می‌کند که یک کشاورز پس از تهیه بذرهای ثبت شده به رقمی یکسان دست خواهند یافت و تمامی گیاهان درگذر زمان عملکرد برابری خواهند داشت.

به علاوه، آزمون ارزش زراعی[2] (VCU) الزامی برای عرضه تجاری بذر در نظر گرفته شد تا کشاورزان ارزیابی مستقلی از عملکرد، کیفیت و ارزش بذر داشته باشند. زمانیکه کشورهای در حال توسعه نیز با الهام از نظام موجـود در اروپا نظام‌های بازاری بذر را ایجاد کـردند، رویه‌های ثبـت و گـواهی رقم مشابه با مدل اروپایی را پذیرفتند (گرین، ۲۰۰۵).

ارقام سنتیِ گزینش‌شده توسط کشاورزان و ارقام بهبود یافته حاصل از به‌نژادی مشارکتی غالبا معیارهای پایداری و یکنواختی مورد نیاز در قوانین بذر را محقق نمی‌کنند. به‌علاوه، معمولا کشاورزان نمی‌توانند هزینه‌های مرتبط با ثبت ارقام گیاهی را برعهده گیرند و کشاورزان در برخی از کشورها حتی نمی‌توانند برای ثبت رقم اقدام کنند چون دانشمند و پژوهشگر به حساب نمی‌آیند. در نتیجه ارقام کشاورزان در بازار قانونی بذر عرضه نمی‌شود (لسکین و فلیتنر، ۱۹۹۷؛ لووارز، ۲۰۰۲).

اغلب بذرهای عرضه شده در بازارهای قانونی و رسمی بذرهای صنعتی هستـند که نیازهای کشاورزان سنتی را به‌ویژه در کشاورزی کم‌نهاده و در شرایط سخت محیطی برآورده نمی‌کنـند. در کشاورزی صنعتی بـرای اطمینـان از حـاصلخیزی، کنترل آفـات و بـیـماری‌ها و کنترل علف‌های هرز از نهاده‌های شیمیایـی کشاورزی استفاده می‌شود؛ تامین آب با نظام‌های آبیاری ماشینی یا بارش‌های قابل پیش بینی و کافی تضمین می‌شود. در این وضعیـت ممکـن اسـت راهـبردهای بهبود محـصولات کـشاورزی روی آن دسـته از خصوصیت‌های گیاهی که به گیاه امکان می‌دهد بدون استفاده از نهاده‌های کشاورزی از منابعی مانند آب و عناصر غذایی خاک بهره‌برداریِ بهینه کند تمرکزی نداشته باشد. این ویژگی‌ها معمولا مناسب نظام‌های کشاورزی سنتی هستند که در آن‌ها استفاده بیش از حدی از نهاده‌های خارجی انجام نمی‌شود و ارقام زراعی با شرایط متغیر و حدّی اقلیمی دست و پنجه نرم می‌کنند. علاوه بر این بنابر تعریف ارقام مدرن، یکنواخت و

1. DUS = Distinctness, uniformity, and stability
2. Value for Cultivation

پایدار هستند. اما در نظام‌های کشاورزی سنتی، یکنواختی همه گیاهانِ یک گونه همواره ارزش تلقی نمی‌شود.

در مقابل همانطور که در فصل هفتم تشریح شده است، تنوع زیستی می‌تواند موجب اطمینان از پایداری عملکرد در شرایط نامطلوب شود. به همین دلیل ظرفیت (پایداری) ارقام گیاهی در بازتولید ویژگی‌های یکسان در طولانی مدت لزوما برای کشاورزان سنتی مطلوب نمی‌باشد، چرا که ظرفیت ارقام برای تغییر و سازگاری با شرایط ناپایدار (مشروح در فصل ۱۱) آن‌ها را با تغییرات محیطی سازگار می‌کند.

در کشورهای در حال توسعه به ندرت قوانین بذر در سطوح محلی اجرا می‌شوند و ارقام جدید و سنتی به صورت آزادانه در میان کشاورزان تبادل شده و در بازارهای محلی به فروش می‌رسند (لووارز و بورگو، در دست چاپ). با این حال جایگزینی ارقام سنتی با ارقام جدید متمایز، یکنواخت و پایدار از سوی منابع رسمی با ارائه خدمات جانبی پشتیبانی می‌شود. خدماتی که استفاده از این ارقام را به تسهیلات اعتباری، یارانه و صنعت فرآوری مواد غذایی پیوند می‌دهد که از ارقام یکنواخت استفاده می‌کنند (تریپ، ۱۹۹۷).

نظام‌های رسمی بذرِ فعلی توان برآورده ساختن تمام تقاضاها ندارند. سازمان‌های دولتیِ (عمومی) تولیدکننده بذر ظرفیت و توانایی کافی برای فراهم کردن بذر در زمان مناسب و باکیفیت مطلوب را ندارند. شرکت‌های خصوصی بذر به‌ویژه شرکت‌های معظم و نیمه‌معظم بذر در کشورهایی که بازاری برای بذرهای بهبود یافته در آن‌ها وجود ندارد فعالیت نمی‌کنند.

علاوه بر این و براساس اولویت‌های بخش خصوصی، مزیت سرمایه‌گذاری در تکثیر و توزیع بذرهای هیبرید (بذرهایی که برای حفظ ویژگی‌های منحصربه فرد آن‌ها باید هر سال خریداری شوند) و گونه‌هایی است که تقاضای زیاد و ساختاریافته برای آن‌ها وجود دارد. این امر سبب می‌شود ارقامی که اغلب توسط کشاورزان حاشیه‌ای کاشته می‌شود نادیده گرفته شوند، کشاورزانی با نقدینگی اندک که به ارقامِ فاقد حمایت‌های یارانه‌ای ملی دسترسی محدودی دارند. این مسئله به صورت خاص در مورد حبوبات مصداق دارد، چرا که تولید حبوبات نیاز به مصرف میزان زیادی بذر در واحد سطح داشته و ذخیره و انبار کردن آن سخت است و البته این مشکلات برای برخی گونه‌های محلی دیگر نیز وجود دارد. کشاورزان خُرده‌پا ساکنِ مناطق دور افتاده برای تامین بذر و کشت این محصولات درفصل زراعی بعدی به محصول خود و بازارهای محلی به عنوان منابع اصلی وابسته هستند.

محدودیت اصلی منابع غیررسمی بذر این است که تضمینی برای کیفیت بذرهای گواهی نشده از جمله خلوص چنین بذرهایی وجود ندارد. این چالش زمانی تشدید می‌شود که مهاجرت و عوامل دیگر به فروپاشی

شبکه‌هایی اجتماعی منجر می‌شود که حافظ تبادل بذر و سازوکارهای کنترل کیفی بذرِ غیررسمی هستند (فصل ۱۱ را مطالعه کنید). به‌علاوه غیرقانونی بودن فروش بذرهای گواهی نشده مانع از توسعه و شناسایی رسمی مدل‌های جایگزین عرضه و تامین بذر می‌شود (لیپر و همکاران، ۲۰۱۰). به این ترتیب کشاورزان نمی‌توانند به عنوان تامین‌کننده بذر از مزایای شناسایی رسمی ارقام خود سود ببرند و همچنین نمی‌توانند به عنوان مصرف‌کننده، بذرِ ارقام با کیفیت و گواهی شده مورد نظر خود را بدست آورند.

از آنجا که این محدودیت‌ها در تعدادی از کشورها شناسایی شده است، مدل‌های مختلفی برای ساماندهی تجاری‌سازی ارقام سنتی و جدید، به شیوه‌ای که سازگاری بهتری با نیازهای کشاورزان سنتی داشته باشد پیشنهاد و آزمایش شده است. بعضی از آن‌ها در فصل ۱۲ به عنوان بخشی از ابزارهای بهبود دسترسی کشاورزان به تنوع ژنتیکی مواد گیاهی برای استفاده در نظام‌های تولیدی ارائه شده است.

برای مثال می‌توان به مصوبه شماره ۲۰۰۸/۳۵ وزارت کشاورزی و توسعه روستاییِ ویتنام با هدف حمایت از تلاش‌های کشاورزان در تولید اقتصادی و باکیفیت بذر اشاره نمود. این سند فرایند دریافت پشتیبانی مالی (تا ۱۰۰٪) برای گردآوری، ذخیره، انتخاب، ارزیابی، ثبت و تولید بذرهای ارقام محلی را تشریح کرده و شرایط و روندهای نظارت کیفی بر بذرِ انواع گونه‌های محلی را تبیین می‌کند تا آن‌ها نیز همانند ارقام ثبت شده در فهرست رسمی ارقام گیاهی تجاری در ویتنام توزیع شوند.

در سال ۲۰۱۰ میلادی دو رقم بومی برنج (تولید شده توسط کشاورز) در فهرست رسمی به ثبت رسید و کشاورزان از حمایت رسمی برای تولید و تجاری‌سازی بذر این ارقام با کیفیت مورد نظر را برخوردار شدند. ارزش و اهمیت مصوبه حاضر همچنین در فرایندی است که منجر به تصویب آن در سال ۲۰۱۱ شد: این اقدام قانونی نتیجه یک فرایند کاملا مشارکتی در کشوری است که معمولا تصمیمات سیاسی به روشی بسیار متمرکز اتخاذ می‌شود.

ابزارهای سیاسی حامیِ بهبود محصولات کشاورزی جهت توسعه ارقام جدید: حقوق مالکیت معنوی

قوانین حقوق مالکیت معنوی، حقوق انحصاری به‌نژادگران در بهره‌برداری از ارقام اصلاح شده را برای سال‌ها تضمین می‌کند. بدون روش‌های مختلف کنترل بر استفاده از ارقامِ به‌نژادگران، تولیدکنندگان بذر می‌توانند آن‌ها را به بازار عرضه کنند و کشاورزان می‌توانند ارقام را به صورت آزادانه مجددا مورد استفاده قرار دهند، بدون آنکه الزامی به خرید بذر برای کشت‌های بعدی داشته باشند. این مسئله مانع دستیابی

به‌نژادگران به سود حاصل از فروش محصول تولیدی می‌شود. اولین نظام ویژه حفاظت از حقوق مالکیت معنوی برای ارقام گیاهی در سال ۱۹۳۰ میلادی در ایالات متحد آمریکا و از طریق سند حق اختراع گیاهان[1] اعمال شد. در اروپا حمایت از ارقام گیاهی با پیشگامی فرانسه آغاز شد و با همراهی کشورهای دیگر در قالب «کنوانسیون بین‌المللی حفاظت از ارقام جدید گیاهی[2]» توسعه یافت. این چارچوب قانونی به دنبال حفاظت از ارقام جدید گیاهی بوده که به وسیله روش‌ها و فنون «علمی» تولید شده و به طور کلی، ارقامی پایدار، یکنواخت و مورد پذیرش در مدل کشاورزی صنعتی به حساب می‌آیند.

بر اساس توافق و درک مشترک جهانی که حفاظت متعارف و همگون مالکیت معنوی تسهیل‌کننده تجارت کالا و خدمات در حوزه تجارت بین‌المللی است، توافقنامه جنبه‌های تجاری مالکیت معنوی (تریپس[3])، پذیرفته شده در سال ۱۹۹۲ میلادی، سطح حداقلیِ حفاظت‌های ضروری از حقوق مالکیت معنوی را به تمام دولت‌های عضو سازمان تجارت جهانی ارائه می‌دهد. در رابطه با گیاهان و ارقام گیاهی، تریپس مقرر می‌دارد که دولت‌های عضو ۱) می‌توانند حق اختراع (پتنت) را به گیاهان تسّری دهند و [یا] ۲) به نظام حفاظت از ارقام جدید گیاهی مجوز دهند. اجرای این مقررات در کشورهای در حال توسعه در توافقنامه‌های دوجانبه با ایالات متحد، کشورهای اروپایی و ژاپن مورد توجه قرار گرفته و این توافقنامه‌ها شامل پذیرش معیارهای موثر در حفاظت از مالکیت معنوی است.

همزمان با گسترش حوزه جغرافیایی و موضوعی حمایت از حقوق مالکیت معنوی بار دیگر بحث‌هایی حول نقش کشاورزان به مثابه حفاظت‌کنندگان و منابع اصلی تنوع گیاهان نیز شکل گرفته است. موضوعات پیش رو جزء اصلی‌ترین موارد در این مباحث هستند (گروه کروسیبل، ۱۹۹۴):

۱- حقوق مالکیت معنوی محدودیت‌هایی را بر استفاده، ذخیره‌سازی، تکثیر و یا تغییر ژرم‌پلاسم گیاهی تحمیل می‌کند. نظام‌های حفاظت از ارقام گیاهی برگرفته از کنوانسیون بین‌المللی حفاظت از ارقام جدید گیاهی، به صورت تاریخی به کشاورزان اجازه ذخیره ارقام حفاظت شده را داده‌اند تا از آن‌ها برای تولید محصولات خود استفاده کنند. بازبینی کنوانسیون بین‌المللی حفاظت از ارقام جدید گیاهی در سال ۱۹۹۱ میلادی این استثنا را برای اعضای این کنوانسیون اختیاری کرد. برخی دولت‌ها به کشاورزان حق غیر مشروطی داده‌اند تا بذرهای حاصل از برداشت محصول پیشین خود را مجددا بکارند، در حالیکه برخی دیگر این حق را به محصولات مشخصی محدود کرده‌اند و یا صرفا آن را برای کشاورزان خُرده‌پا مجاز می‌دانند.

1. The plant patent act
2. The International Convention for the Protection of New Varieties of Plants (UPOV)
3. The Agreement on Trade-Related Aspects of Intellectual Property (TRIPS)

برخی تصمیم‌ها در اداره‌های ثبت اختراع در ایالات متحد و اروپا راه اعمال حق اختراع برای انواع موجودات زنده را هموار کرده است. بر اساس قوانین اروپایی، ارقام گیاهی را نمی‌توان بر اساس حق اختراع موضوع حفاظت قرار داد. با این وجود، در عمل حفاظت بر اساس حق اختراع بر فرآیندهای به‌نژادی و گیاه حاصل از آن و نیز اجزا و بذور آن اعمال می‌شود (اداره ثبت اختراع اروپا، ۲۰۰۹). در این چارچوب، استثنای قانونی ارقام گیاهی از حق اختراع، موردی اضافی محسوب می‌شود. در ایالات متحد و در کشورهای دیگر اعمال حق اختراع بر ارقام گیاهی به صورت صریح در قانون مجاز بر شمرده شده است. نظام‌های حق اختراع هیچ استثنایی برای کشاورزان، مشابه با مستثنیات یوپو (UPOV)، قائل نیستند. در زمینه دانش و فناوری کشاورزی، درخواست‌ها برای دریافت حق اختراع و یا حقوق مالکیت معنوی رشد چشمگیری داشته است که درخواست برای اعمال کنترل بر بهره‌برداری از گیاهان، ارقام گیاهی و بذرهای آن‌ها، به‌ویژه در کشورهای توسعه یافته و اقتصادهای نوظهور در شمول آن قرار می‌گیرند. این مسئله به افزایش نگرانی از آثار احتمالی اعمال حقوق مالکیت معنوی بر ۱) به‌نژادگران و پژوهشگرانِ نیازمند دسترسی به ژرم‌پلاسم اصلاح شده جهت توسعه ارقام گیاهی، و ۲) کشاورزانِ نیازمند به ارقام گیاهی حفاظت شده و مدرن برای مقابله با تنش‌های زنده و غیرزنده را تشدید نموده است. با این همه این تاثیرات هنوز توسط شواهد تجربی به اثبات نرسیده است. گذشته از این اگرچه محدوده جغرافیایی و دامنه اعمال حفاظت در حال گسترش است اما مزیت‌های این نظام‌های حمایتی به کشورهای با درآمد بالا و متوسطِ رو به بالا اختصاص می‌یابد و باعث می‌شود که کشورهای فقیر از این فناوری‌ها کناره بگیرند. علاوه بر این بخش عمده‌ای از گونه‌های حفاظت شده زینتی هستند و بیشتر ارقام گیاهی از حفاظتی برخوردار می‌شوند که دارندگان حقوق را قادر می‌سازد دیگران را صرفا در زمینه بازاریابی محدود و یا از آن محروم کنند. دارندگان حقوق نمی‌توانند این قبیل محدودیت و محرومیت را بر به‌نژادی با مواد حفاظت شده و یا ذخیره‌سازی بذر برای کشت‌های آتی نیز اعمال کنند. در نتیجه محققان و کشاورزان در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه در استفاده از ارقام حفاظت شده در فعالیت‌های خود آزاد هستند (کو و همکاران، ۲۰۰۴).

۲- نظام‌های حقوق مالکیت معنوی امکان حفاظت از ابتکارها و خلاقیت‌های کشاورزان و جوامع کشاورزی را ندارد. این نظام‌ها به صورت بالفعل به‌نژادگران حرفه‌ای را به عنوان یگانه گروهی در نظر می‌گیرد که قابلیت انجام ابتکار در کشاورزی را داراست. مشابه آنچه در قوانین بذر انجام می شود، حفاظت از ارقام گیاهی مستلزم وجود ارقامی جدید، متمایز، یکنواخت و پایدار است. رقم‌های محلی و بذرهای کشاورزان به ندرت این معیارها را رعایت می‌کنند و بنابراین برای این نوع حفاظت مناسب نیستند. برخی از

قوانین ملی برای محافظت از رقم‌های محلی و رقم‌های جدید تولید شده توسط کشاورزان، نظام‌های ویژه حقوق مالکیت معنوی را ایجاد کرده است. سند حفاظت از رقم‌های گیاهی تایلند (مصوب سال ۱۹۹۹ میلادی)، سند حقوق کشاورزان و حفاظت از رقم‌های جدید گیاهی هندوستان (مصوب سال ۲۰۰۱ میلادی) و سند حفاظت از رقم‌های جدید گیاهی مالزی (مصوب سال ۲۰۰۴ میلادی) نمونه‌هایی از این نظام‌ها به شمار می‌آیند. با این وجود موفقیت چنین قوانینی در دستیابی به حفاظت از تنوع زراعی و حمایت از حقوق کشاورزان محل پرسش بوده است. همچنین مخالفت زیادی با این عقیده وجود دارد که اعطای حقوق خصوصی به رقم‌های سنتی برای کشاورزان و جوامع کشاورزی سودمند خواهد بود (ایزاگیره و دنیس، ۲۰۰۷). بنا بر استدلال ژافه و ون وایک[1] (۱۹۹۵) اعمال نظام حفاظت از رقم‌های گیاهی باعث تغییر این اصل می‌شود که «وقتی کشاورزان از رقم‌های حفاظت شده استفاده می‌کنند، حق طبیعی آن‌ها برای ذخیره بذر به حق قانونی یا حتی کمتر از آن، یک مزیت، تبدیل می‌شود. چنین حق قانونی در معرض تصمیم‌گیری سیاسی است و احتمالا در آینده مستعد محدود شدن خواهد بود».

۳- طرح‌های مالکیت معنوی کنونی ابزاری جهت شناسایی و یا اعطای پاداش به کشاورزانی که ارقام سنتی و یا دانش اجدادی آن‌ها به عنوان منبع ایجاد ارقام مدرن از سوی دیگران مورد استفاده قرار گرفته است را فراهم نمی‌کند.

۴- ناکامی نظام مالکیت معنوی منجر به اعطای حق ثبت اختراع و محافظت از ارقام گیاهی در مقایسه با ارقامی شده است که تحت مالکیت عمومی[2] قرار دارند و بطور سنتی کشاورزان آن‌ها را تولید کرده‌اند. یک مورد مشهور اخیر قضیه لوبیای انولا[3] است. در سال ۱۹۹۹ میلادی اداره ثبت اختراعات و علایم تجاری ایالات متحد[4] (USPTO) و دفتر حفاظت از ارقام گیاهی ایالات متحد[5] (USPVPO) به ترتیب حق ثبت اختراع و گواهی حفاظت شده[6] برای یک رقم لوبیا با زمینه مشترک به نام انولا را به لری م. پراکتور[7] اعطا کردند. در درخواست ثبت اختراع، متقاضی توضیح داد که بذر لوبیا را از بازاری در مکزیک خریداری کرده و پس از چند سال کاشت، «رقم جدیدی از لوبیا را تولید کرده است که بذرهای زرد رنگِ کاملا متمایزی تولید می‌کند و در فصول مختلف بدون تغییر باقی می‌ماند». چندین سازمان از جمله مرکز بین‌المللیِ

1. Jaffe and van wijk
2. Public domain
3. Enola bean
4. The United States Patent and Trademark Office
5. The United States Plant Variety Protection Office
6. PVP
7. Larry M. Proctor

کشاورزی گرمسیری[1]، سازمان غذا و کشاورزی ملل متحد[2] و سازمان مردم‌نهاد ای.تی.سی هلند[3]، اعمال حق ثبت اختراع برای رقم انولا را محکوم کردند. مرکز بین‌المللیِ کشاورزی گرمسیری با ارائه شواهدی از وجود ۲۶۰ رقم لوبیا زرد در بین نمونه‌های لوبیای ذخیره شده در بانک ژن خود، توانست ادعای پراکتور را به چالش بکشد. همچنین این موسسه با ارائه چندین مقاله علمی در مورد لوبیای زرد نشان داد که سابقه پژوهش بر روی این ارقام از پیش وجود داشته است. در جریان تجدیدنظر در حق ثبت اختراع، مطالعات متعددی نشان دهنده هویت کاملا منطبقِ انولا با ارقام موجود از گونه پرونوی مکزیکی[4] بود که معمولاً توسط کشاورزان آمریکای لاتین کاشته می‌شوند. همچنین در دیگر مطالب علمی، هویت ژنوتیپ بذر زرد رنگ ارقام لوبیای زرد، پیش از درخواست ثبت اختراع مدعی تائید شده است (پالوتینی و همکاران ۲۰۰۴).

نتایج آزادسازی رقم «Azufrado Peruano 87» توسط وزارت کشاورزی مکزیک که برای نخستین بار در سال ۱۹۸۷ میلادی انجام شد، نشان داد که این رقم ریشه[5] ژنتیکی یکسانی با بذر لوبیای انولا دارد. در سال ۲۰۰۳ میلادی اداره ثبت اختراعات و علایم تجاری ایالات متحد در مصوبه اولیه خود تمام ادعاهای حق ثبت را رد کرده و در دسامبر ۲۰۰۵ میلادی آن‌ها را به صورت نهایی مردود اعلام کرد. متقاضی دریافت حق ثبت (پراکتور) در چارچوب قوانین اداره ثبت اختراعات و علایم تجاری ایالات متحد درخواست تجدیدنظر کرد و درحالیکه این درخواست در هیئت تجدید نظر ثبت اختراعات و مداخلات در حال بررسی بود، حق ثبت اختراع بر قوت خود باقی ماند. سرانجام هیئت تجدید نظردر آوریل سال ۲۰۰۸ میلادی و ۹ سال پس از آنکه متقاضی به ازای هر ۴۵۰ گرم بذر لوبیای زرد فروخته شده در ایالات متحد، مبلغ ۶۰ سنت به دست آورده بود، تمام ادعاهای ثبت اختراع را رد کرد. این حکم در ژوییه سال ۲۰۰۹ میلادی مورد تایید دادگاه تجدید نظر فدرال آمریکا قرار گرفت.

ابزار سیاست‌گذاریِ حمایت از کشاورزان برای پذیرش ارقام جدید گیاهان زراعی در بازارهای ملی و بین‌المللی: یارانه‌ها

یارانه مشوقی است که عموما از سوی دولت به افراد پرداخت می‌شود تا آن‌ها را به انجام فعالیت‌هایی ترغیب کنند که احتمالا بدون دریافت یارانه دست به انجام آن نخواهند زد. در کشاورزی نیز یارانه ابزار متداولی

1. The International Centre for Tropical Agriculture (CIAT)
2. The Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)
3. ETC Group, the Netherlands
4. Mexican Peruano-type
5. Fingerprint

است که با کاهش مخاطرات و هزینه‌های اولیه، فراگیری استفاده از یک فناوری جدید، پذیرش و ترویج آن فناوری را گسترش می‌دهد. یارانه با جبران خسارت‌های ناشی از شکست موقت در بازار، جبران هزینه‌های ثابت ایجاد زیرساخت‌های لازم و کاهش ریسک، سبب افزایش استفاده از نهاده‌ها (بذر اصلاح شده، کود و سموم دفع آفات) در جهت افزایش تولید گیاهان زراعی منجر می‌شود که در نهایت می‌تواند به کاهش فقر کمک کند (بانک جهانی، ۲۰۰۸). نمونه‌های بسیاری از موفقیت در اعمال یارانه‌ها و تاثیر آن بر گسترش و توزیع ارقام و محصولات کشاورزی وجود دارد. برای مثال بدون حمایت عمومی [دولتی] در قالب مشوق‌ها، اطلاعات و زیرساخت‌ها، انقلاب سبز نمی‌توانست در آسیا به موفقیت برسد. تکثیر انواع ارقام گندم و برنج با عملکرد بالا، به ویژه در هندوستان و چین، از طریق پشتیبانی سیاسی قوی، سرمایه‌گذاری و توسعه کشاورزی امکان‌پذیر شد. به همین ترتیب، مشوق‌های اقتصادی، از جمله اختصاص یارانه به بذر ذرت و مواد غذایی با پایه این گیاه، نقش مهمی در پذیرش و انتشار آن در آفریقا بازی کرده است. اخیرا برنامه بسته‌های یارانه‌ایِ کوچک که توسط دولت‌های محلی در بنگال غربی اجرا شده است، به انتشار ژرم‌پلاسم تقویت شده برنج و سایر محصولات کشاورزی یاری رسانده است.

روند فزاینده استفاده از یارانه به‌طور بالقوه می‌تواند به مانعی در راه تقاضا و استفاده از تنوع زراعی در تولید محصولات کشاورزی تبدیل شود. به‌طور کلی از یارانه برای بهبود گونه‌های غلات عمده (شامل برنج، گندم و ذرت) استفاده می‌شود و این یارانه‌ها از طریق نظام‌های توزیع عمومی در اختیار کشاورزان قرار می‌گیرند. این مسئله به ابزاری برای دلسردی و عدم تمایل کشاورزان به کشت محصولات دیگر تبدیل می‌شود، از جمله گونه‌های دانه ریز، حبوبات و غده‌ای که معیشت کشاورز به آن‌ها وابسته است. این امر می‌تواند بر استفاده از ارقام محلی و یا ثبت نشده‌ای که از طریق روش‌های جایگزینی مانند به‌نژادی مشارکتی و انتخاب مشارکتی ارقام توسعه می‌یابند نیز تأثیر بگذارد (این مسئله در فصل ۱۲ مورد بحث قرار می‌گیرد).

نتایج برخی از مطالعات نشان می‌دهد که چگونه در فیلیپین، یارانه‌های گسترده دولتی بر ارقام برنج هیبرید، قابلیت کشاورزان را برای انتخاب آگاهانه میان ارقام برنج هیبرید و استاندارد[1] کاهش داده است (کوروراتون و کورونگ، ۲۰۰۰؛ دیوید، ۲۰۰۷). در هندوستان برخی از محصولات کشاورزی محلی و بومی مانند ارزن، سورگوم و حبوبات[2] را که برای امنیت غذایی کشاورزان مهم هستند، تحت پوشش یارانه‌های کشاورزی قرار ندارند، در حالیکه ۵۰ تا ۶۰ درصد از قیمت بذرهایی همچون برنج هیبرید تحت پوشش یارانه قرار می‌گیرد. بعضی اوقات بذر بصورت رایگان توزیع می‌شود ولی این امر لزوما همیشگی

1. Inbred
2. Pulse

نبوده و این بذرها گاهی از کیفیت مناسب برخوردار نیستند. همچنین در این کشور یارانه به کود، ماشین‌آلات، آبیاری و سایر نهاده‌های کشاورزی نیز اختصاص می‌یابد.

در برخی از جمهوری‌های شوروی سابق در آسیای میانه، دولت‌ها تولید محصولات اولویت‌دار را تنظیم و کنترل می‌کنند. در تاجیکستان، ترکمنستان و ازبکستان هنوز ساختار نهادی برای فرماندهی و کنترل وجود دارد که در برخی موارد کشاورزان را ملزم به تبعیت از یک الگوی مشخص و صلبِ کشت پنبه و یا گندم کرده و آزادی آن‌ها را در روند تصمیم‌گیری درباره الگوی کشتِ خود، محدود می‌کند. چنین مداخله فراگیری از طریق طرح‌ریزی دقیق برای زمان و نحوه تحویل بذر پنبه، میزان اراضی زیر کشت، زمان کاشت و برداشت و قیمت محصول صورت می‌گیرد. در عوض، این طرح‌ها با برنامه‌های حمایتی دولتی همراه است که دسترسی کشاورزان پنبه‌کار را به آب و همچنین یارانه‌های اقتصادی بر انرژی و کود تضمین می‌کند. رویه دولت برای حمایت از دسترسی به آب و سایر نهاده‌های کشاورزی برای تولید گندم یا پنبه، کشاورزان را به سوی کنار گذاشتن گیاهان زراعی غیر اولویت‌دار و گسترش نظام‌های کشاورزی تک‌محصولی سوق می‌دهد (لاپِنیا و همکاران، ۲۰۱۳). در قزاقستان، طرح‌های یارانه به محصولات مشخصی اختصاص می‌یابد. این یارانه‌ها به صورت عمده نیازهای تولیدکنندگان بزرگ غلات را مرتفع کرده و کشاورزان خُرده‌پا از آن‌ها بهره‌ای نمی‌برند. در سال ۲۰۰۹ میلادی یک سازوکار حمایت مالی نیز برای کشت و باغداری درختان چند ساله میوه و توت و انگور برقرار شد، اما این حمایت نیز تنها برای ارقام موجود در نظام گواهی و ثبت ملی ارقام گیاهی و برای شیوه‌های کشاورزی مدرنِ با دست کم پنج هکتار مساحت در دسترس بود. این امر، سازوکاری برای پشتیبانی از کشاورزی محلی خُردِ مبتنی بر کشت ارقام و گونه‌های بومی و اجدادی با استفاده از شیوه‌های سنتیِ کم‌نهاده را در پیش‌بینی نکرده است (لاپِنیا و همکاران، ۲۰۱۳).

مدیریت تنوع زراعیِ در مزرعه می‌تواند تحت تاثیر برنامه‌های مختلف یارانه دولتی قرار گیرد که صرفا اهداف کشاورزی را دنبال نمی‌کنند. برای مثال در مکزیک برنامه‌های دولتی کشاورزی نقش مهمی در تقویت پذیرش ذرت هیبرید ایفا کرده است، در حالیکه به نظر می‌رسد برنامه کاهش فقر که بخش مهمی نیز در مورد توانمندسازی زنان (برنامه موسوم به «فرصت‌ها[1]») در آن گنجانده شده بود، باعث حفظ و نگهداری ارقام مختلف شده است (بِلون وهِلین، ۲۰۱۰).

در هندوستان، نظام‌های توزیع غذای یارانه‌ای برای فقرا (فروشگاه‌های با قیمت مناسب[2]) از مصرف مواد غذاییِ بر پایه گندم، برنج، ذرت و شکر حمایت می‌کنند. برنامه‌های دیگر امنیت غذایی، مانند برنامه‌های

1. Opportunities
2. Fair price shops

حامیِ وعده‌های ناهار[1] در مدرسه نیز که صرفا بر محصولات با تولید انبوه متکی هستند، تاثیری منفی بر میزان تقاضای مواد غذاییِ تهیه شده از محصولات کشاورزی بومی و محلی هند و در نتیجه بر علاقه و توجه کشاورزان به ادامه کشت این محصولات تأکید دارد (لوپز نوریگا و همکاران، ۲۰۱۲).

فرآیندهای سیاست‌گذاری: مروری بر مفاهیم و روش‌ها

اصطلاح «فرآیند سیاست‌گذاری[2]» معمولا به یک فرآیند پیچیده و پویا اشاره دارد که از طریق آن، موضوعات و مسایلِ مورد توجه عمومی در دستور کار قرار گرفته و در تصمیم‌گیری دولت‌ها مد نظر قرار می‌گیرد. در طول مسیر، سازوکارهای نامحسوسِ بی‌شماری به طرز تفکر و گفتگو درباره این موضوعات شکل می‌دهد (کیلی، ۲۰۰۱). فرآیندهای سیاست‌گذاری موارد زیر را شامل می‌شود (کارل، ۲۰۰۲):

- تدوین (شامل گردآوری اطلاعات، تجزیه و تحلیل و تصمیم‌سازی)
- پیاده‌سازی (که مستلزم ایجاد قوانین، مقررات و نهادها است) و
- نظارت و ارزیابی

مطابق دیدگاه کلاسیک و همچنان پرمخاطبِ سیاست‌گذاری، فرایندهای سیاست‌گذاری از یک الگوی خطی از بالا به پایین پیروی می‌کنند که در آن فرض گرفته می‌شود که تصمیم‌گیرندگان از تخصص لازم برخوردارند تا بتوانند از اجرای تصمیمات و اقدامات منطقی و پیشبینی شده خود در مراحل متوالی اطمینان حاصل کنند. براساس نظر فیشر[3] (۱۱۹۰)، و هاگوود[4] و گان[5] (۱۹۸۴) این مراحل شامل موارد زیر است:

- شناخت و تعریف ماهیت موضوع
- شناسایی خط سیرهای عملی موجود
- سبک و سنگین کردن مزایا و مضرات گزینه‌ها
- انتخاب گزینه‌ای با بهترین راه حل
- اجرای سیاست
- ارزیابی نتیجه

1. Midday meals
2. Policy process
3. Fischer
4. Hogwood
5. Gunn

مدل خطی می‌تواند فرآیندهای سیاست‌گذاری را تا حدودی توضیح دهد، اما شواهد نشان می‌دهد که در واقع همه چیز با این روش ساده کار نمی‌کند. شکل‌گیری و اجرای سیاست‌ها فرآیند پیچیده‌ای است که روند و نتیجه آن در جریان مذاکره میان ذینفعان، ترکیب انواع مختلف دانش و بازی قدرت بازیگران تعریف می‌شود (دوبوزینسکیس، ۱۹۹۲). علاوه بر این، اجرای سیاست‌ها نیازمند مجموعه‌ای از اقدامات از جمله ظرفیت‌سازی، مشارکت ذینفعان اصلی، حل و فصل اختلافات، مصالحه، برنامه‌ریزی احتمالی، بسیج منابع و سازگاری است تا سیاست‌ها به نتایج عملی دست یابد (ساتون، ۱۹۹۹).

طیف گسترده‌ای از روش‌های ممکنِ سیاست‌گذاری نشان می‌دهد که هیچ الگوی جهانی و معتبر واحدی برای سیاست‌گذاری وجود ندارد. چگونگی ایجاد سیاست بستگی به بستر و زمینه دارد. با توجه به محتوای موجود و تجربیات گذشته، پیشنهاد می‌شود که کار سیاسی در پروژه‌های تحقیق و توسعه درباره حفاظت و استفاده از تنوع زراعیِ در مزرعه، بر ارکانی که در زیر می‌آید استوار باشد.

شناسایی حوزه‌های نیازمندِ اصلاحات سیاستی

نیاز به مداخله سیاست‌گذارانه باید بر اساس تجزیه و تحلیلِ به هم پیوسته نیازها و محدودیت‌های کشاورزان در دسترسی به تنوع زراعی و مدیریت آن داشته و با سیاست‌ها و چارچوب‌های قانونی موجود همچون سطح عملکرد و خلاءهای آن‌ها ارزیابی شود. پرسش‌هایی مانند موارد زیر می‌تواند به چنین تحلیلی کمک کند:

- سیاست‌های موثر بر تصمیمات کشاورزان در مورد اینکه چه بکارند، کدامند؟
- چنین سیاست‌هایی در چه سطحی فعال هستند؟ بین‌المللی، منطقه‌ای، ملی یا محلی؟
- آیا این سیاست‌ها به صورت عملی، اجرایی شده است؟ مسئولیت اجرای آن‌ها برعهده کدام نهادها خواهد بود؟
- چه فرآیندهای سیاسی برای رفع نیاز کشاورزان لازم است؟ آیا رویکردها یا راه‌حل‌های مؤثرتری وجود دارد؟
- کدام بخش از فرآیندهای سیاست‌گذاری شامل گردآوری اطلاعات، تجزیه و تحلیل، تصمیم‌گیری، تدوین قوانین و مقررات، نهادسازی، ارزیابی به توجه بیشتری نیاز دارد؟
- کدام محدودیت‌ها در اصلاحات سیاستی را می‌توان پیش‌بینی کرد؟

درک زمینه‌هایی که فرآیند سیاست‌گذاری در آن رخ می‌دهد

تعیین منافذ احتمالی جهت نفوذ سیاسی، ارزیابیِ امکان‌سنجی مداخلات احتمالی سیاسی، و انتخاب رویکردها و روش‌های مناسب برای تدوین و اجرای سیاست، در جهت شناخت و درک زمینه سیاسی از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. زمینه سیاسی بنابر شماری از عناصر تعریف می‌شود که برخی از مهم‌ترینِ آن‌ها عبارتند از:

- نوع نظام حاکم بر کشور (دموکراتیک یا غیردموکراتیک)
- ساختار دولت (متمرکز یا غیرمتمرکز)
- شفافیت یا فقدان آن در دیوانسالاری
- فرهنگ کشور در رابطه با مشارکت شهروندان در قانون و سیاست‌گذاری
- مجراهای موجود برای نفوذ و توسعه سیاست
- اولویت‌های دولت در رابطه با توسعه اجتماعی و اقتصادی و کشاورزی
- تمایل و توانایی ساختار دولت برای انجام اصلاحات در سیاست‌ها و نهادهای مرتبط با کشاورزی
- تغییرات ناگهانی یا پیش‌رونده که پیامدهای شدیدی در حوزه کشاورزی دارد، مانند گذار به اقتصادِ بازار، تصویب توافق‌نامه تجارت بین‌المللی، عرضه فناوری‌های جدید تولید، و جنگ یا توافق‌نامه صلح

ایجاد ابزارهای مشارکتی برای تحقیق و توسعه سیاستی

مشارکت ذینفعان فرایندی است که طی آن افراد، گروه‌ها و سازمان‌ها تصمیم می‌گیرند تا در تصمیم‌گیری‌هایی که بر آن‌ها تأثیر می‌گذارد یا می‌توانند بر آن‌ها تأثیر بگذارند، نقش فعالی ایفا کنند – سیاست‌هایی که به تدریج در نظام‌های سیاستی ملی و بین‌المللی مرتبط با محیط زیست و کشاورزی گنجانیده شده‌اند. وارد کردن ابزارهای مشارکتی در تصمیم‌گیری سیاستی، پاسخی مبتنی بر درک و شناخت پیچیدگی‌های موجود در ایجاد و اجرای سیاست‌ها و دور شدن از فرآیندهای سیاستی و فرایندهای خطی کلاسیک است.

استدلال می‌شود که مشارکت ذینفعان، احتمال به حاشیه رانده شدنِ افراد مرتبط با زمینه‌های تصمیم‌گیری را کاهش می‌دهد (مارتین و شرینگتون، ۱۹۹۷). مشارکت ذینفعان می‌تواند با فراهم کردن فضای مناسب برای انواع مختلفی از دانش‌ها اعم از (محلی، سنتی و علمی) آن‌ها را برای مواجهه، همسازی و درک بهتر

از مسائل پیچیده توانمند کند (گرینوود و همکاران، ۱۹۹۳؛ استرینگر و رید، ۲۰۰۷). به این ترتیب، مشارکت ذینفعان می‌تواند احتمال اتخاذ تصمیم‌های فراگیر و عادلانه را افزایش دهد، تنوع و افزایش ارزش‌ها و نیازها را مطرح سازد و پیچیدگی تعامل میان انسان و محیط را به رسمیت بشناسد. مشارکت ذینفعان امکان گسترش روابط جدید و جلوگیری از روابط خصمانه را فراهم کرده و به افـراد کمک می‌کند تا حقانیت نظرات یکدیگر را به رسمیت شناسند (استرینگر و همکاران، ۲۰۰۶). در نتیجه این موارد، مشارکت ذینفعان کیفیت سیاست‌ها را بهبود بخشیده و بنابراین میزان پذیرش، دوام و گسترش آن‌ها را در بین گروه‌های هدف افزایش می‌دهد (فیشر ۲۰۰۰؛ بییر، ۲۰۰۲).

مزایای بالقوه رویکردهای مشارکتی در فرایند تدوین سیاست‌ها به ویژه در زمان مواجهه با مسئله تنوع ژنتیکی زراعی اهمیت می‌یابد (فصل‌های ۵ و ۸ را مطالعه کنید). موضوع سیاست‌گذاری مستلزم مشارکت ذینفعان مختلف (از کشاورزان تا دانشمندان حوزه گیاهان، نمایندگان بخش خصوصی و سیاست‌گذاران) و استفاده ترکیبی از طیف گسترده‌ای از رشته‌های آکادمیک (همچون زیست‌شناسی، زراعت، مردم‌شناسی، جامعه‌شناسی، اقتصاد و سیاست) است. این پیچیدگی برای فرآیندهای سیاست‌گذاری پیامدهای بسیاری به همراه دارد.

در وهله نخست، ساختار تفکیکیِ سنتی دولت‌های فعلی ممکن است مانعی بر سر راه اجرای کامل سیاست‌های مربوط به حفاظت از تنوع ژنتیکی گیـاهـان زراعی باشـد، زیرا ممکـن است این سیاست‌ها نیازمند شناسایی، پشتیبانی و اجرا از سوی ادارات دولتی مختلفی به جز اداراتی باشد که به طور سنتی مسئولیت مدیریت کشاورزی و منابع طبیعی (شامل وزارتخانه‌ها، ادارات کشاورزی و محیط زیست) را برعهده دارند. دوم اینکه عدم مشارکت کافی ذینفعان در فرایندهای تصمیم‌گیری می‌تواند به ایجاد سیاست‌ها و ابزارهای قانونی منجر شود که نیازهای ذینفعان را برآورده نکرده و یا در تضاد با منافع و یا شرایط فرهنگی و اجتماعی-اقتصادی آن‌ها باشد. این مسئله، اغلب برای کشاورزان خُرده‌پا ساکن در مناطق دورافتاده روستایی رخ می‌دهد.

سرانجام، برقراری ارتباط میان جامعه علمی و سیاستـگذاران ضروری است تا بتوان تضمین نمود که سیاست‌های حفاظتی و مدیریتی بر شواهد و منطق علمی و مقررات قانونی مبتنی هستند و از نظر فنی مقرون به صرفه بوده و تاثیرات اقتصادی-اجتماعی سیاست‌ها در مراحل مختلف آن‌ها لحاظ شده است.

هنگام تعیین این امر که فعالیت‌های مرتبط با امور سیاستی باید از کدام ابزار مشارکتی بهره ببرند و اینکه ذینفعان تا چه حد در یک پروژه معین درگیر شوند، باید عوامل مختلفی در نظر گرفته شوند؛ از جمله:

۱) اهداف پروژه؛

۲) منابع مورد نیاز و در دسترس؛

۳) زمینه سیاسیِ پیرامون پروژه (همانطور که در بالا توضیح داده شد)؛ و

۴) چه کسی رهبری فرایندهای سیاست‌گذاری در پروژه را برعهده دارد (سازمان دولتی، سازمان تحقیقاتی، سازمان جامعه مدنی). اگر پروژه از مؤلفه‌های مداخله‌ای (مشارکتی) قوی برخوردار باشد و ارزیابی سیاست‌ها و اصلاحات از جمله اهداف اصلی آن باشد، توصیه می‌شود پروژه ابزارهای مشارکتی اتخاذ شود که علاوه بر جمع‌آوری اطلاعات و نظرات از ذینفعان مختلف، تبادل نظر و درک متقابل میان آن‌ها را نیز تسهیل کند. با توجه به نقش محوری کشاورزان به مثابه حافظان و پدیدآورندگان تنوع زراعیِ در مزرعه، فعالیت‌های جهت داده شده برای شناسایی منافع کشاورزان ضروری است. در حالت آرمانی، این سیاست‌گذاری توسط کشاورزان و با همکاری سایر افراد انجام می‌شود تا صدای جوامع محلی به گوش سیاست‌گذاران رسانده شود.

انواع مختلفی از ابزار مشارکتی با هدف افزایش مشارکت افراد در سیاست‌گذاری‌های مرتبط با کشاورزی مورد ارزیابی قرار گرفته است (رید، ۲۰۰۸). در جدول ۱۰-۱ این ابزارها در گروه‌های مختلف طبقه‌بندی شده و میزان مشارکت آن‌ها در طیف‌های حداقل تا حداکثر نشان داده شده است.

شناسایی ذینفعان به منظور مداخله در تنظیم و ارزیابی سیاست‌ها

ترسیم افراد و رابطه میان آن‌ها، شناسایی سازمان‌ها و افراد سهیم در حفاظت و استفاده از تنوع ژنتیکی زراعی در مزرعه را تسهیل می‌کند. برخی پرسش‌هایی که می‌تواند چنین فعالیتی را هدایت کند عبارتند از:

- چه گروه‌ها و سازمان‌هایی در سطح محلی وجود دارند؟
- آن‌ها چه کسانی (اعم از کشاورزان، خدمات ترویج، شرکت‌های خصوصی، مصرف‌کنندگان و جز آن‌ها) را نمایندگی می‌کنند؟
- آیا برخی از گروه‌ها از نماینده برخوردار نیستند؟ (برای مثال زنان و مردمان بومی)؟
- روابط قدرت و پویایی بین گروه‌ها و سازمان‌ها چیست؟
- آن‌ها چه تجربه‌ای در تحقیقات و توسعه سیاست‌های مشارکتی دارند؟
- آن‌ها چه آورده‌های انسانی، اجتماعی و مالی می‌توانند وارد فرایندهای سیاست کنند؟
- چه مهارت‌هایی برای توسعه سیاست مشارکتی را در اختیار دارند یا فاقد آن هستند؟
- چه مدلی از ظرفیت‌سازی برای احساس توانمندی نیاز دارند؟

جدول ۱۰-۱. ابزارهای مشارکتی برای فرآیندهای سیاستی[1]

ابزارهای مشارکت	میزان مشارکت ذینفعان	فعالیت‌ها و ابزارها
تبادل اطلاعات	آگاهی ذینفعان درمورد حقوق، مسئولیت‌ها و گزینه‌های پیش روی خود	پیش‌نویس اسناد سیاستی، گزارش پیشرفت در مورد سیاست‌های موجود به اشتراک گذاشته شده از طریق رسانه‌های سنتی (رادیو، تلویزیون و خبرنامه) و به‌صورت الکترونیکی از طریق وبسایت و ایمیل یا ایجاد پایگاه‌های ارائه اطلاعات در فضای عمومی
مشاوره	فرصت تعامل و ارائه بازخورد در اختیار ذینفعان قرار داده می‌شود و که آن‌ها بتوانند پیشنهادها و نگرانی‌های خود را بیان کنند. تجزیه و تحلیل و تصمیم‌گیری معمولا توسط افراد خارجی انجام می شود و هیچ ضمانتی برای به کارگرفتن موارد پیشنهادی ذینفعان وجود ندارد.	بحث و گفتگو از جمله میزگردها، جلسه‌های دادرسی عمومی، گروه‌های متمرکز، نشست‌های مجازی. نظرسنجی‌ها (بصورت حضوری یا الکترونیکی). ابزارهای مشاوره دولتی مانند نظرسنجی از افکار عمومی، اظهار نظر در مورد پیش‌نویس سیاست. موسسات مشاوره دائمی مانند شوراهای شهر و روستا، کمیته‌های مشاوره و نمایندگان گروه‌های مرتبط
همکاری و اجماع	ذینفعان مذاکره کرده و به تعیین اولویت‌ها کمک می‌کنند، اما این روند توسط افراد خارجی انجام می‌شود.	ستادهای چند ذینفعی، همایش‌های وفاق
تصمیم‌سازی	ذینفعان در طراحی و اجرای پروژه‌ها و سیاست‌ها نقش دارند.	هیئت منصفه متشکل از شهروندان، انجمن شهروندی
مشارکت	ذینفعان به صورت برابر و برای نیل به اهداف متقابل با یکدیگر کار می‌کنند.	کارزارهای عمومی
توان‌افزایی	تفویض کنترل بر تصمیم‌سازی و منابع به ذینفعان	شرکت‌ها، اتحادیه‌ها

برخی از روش‌های به کار رفته در علوم اجتماعی مانند تحلیل شبکه‌های اجتماعی، در تبیین ذینفعان و در جهت مشارکت در فرایندهای سیاستی و روابط میان آن‌ها مفید است.

نمایندگی مناسب از کشاورزان در فعالیت‌های مربوط به سیاست‌گذاری در یک پروژه معین، به مشارکت گروه‌ها و سازمان‌های موثر جامعه مدنیِ وابسته به منافع کشاورزان متکی است. اینها می‌توانند سازمان‌های غیردولتیِ بین‌المللی یا ملی، اتحادیه‌های کشاورزان، سازمان‌های مذهبی، موسسات تحقیقاتی و سایر موارد

۱. بر اساس ریتبرگن- مک کراکن (۱۹۹۶) و OECD (۲۰۰۱)

باشند. مشارکت با سازمان‌های خاص باید بر تجزیه و تحلیل نقاط قوت و ضعف و مزایا و مضرات کار با آن‌ها استوار باشد. صندوق بین‌المللی توسعه کشاورزی[1] (ایفاد، ۲۰۱۱) معیارهای زیر را برای انتخاب شرکایی که در سطح ملی فعالیت می‌کنند در نظر گرفته است:

- آگاهی از وضعیت محل و منطقه؛
- تعهد به ایجاد ظرفیت سازمانی محلی در چارچوب رویکردهای مشارکتی؛
- آمادگی جهت گنجاندن عملیات خود در چارچوب برنامه‌های جامعه؛
- اثبات آمادگی برای همکاری و به اشتراک‌گذاری دانش با دیگران؛
- تعهد به جذب منابع محلی و همچنین پاسخ به نیازهای متغیر جوامع محلی؛
- ساختارهای سازمانیِ به خوبی تعریف شده و شفاف؛
- ظرفیت فنی، تجربه و مدیریت کافی و امکانات برای انجام کارها.

در رابطه با تدوین سیاست، می‌توان معیارهای زیر را نیز به موارد بالا اضافه نمود (کارل، ۲۰۰۲):

- رابطه همراه با اعتماد متقابل میان سازمان و جامعه محلی؛
- توانایی و تعهد برای تبادل اطلاعات میان جوامع محلی و سیاست‌گذاران؛
- توانایی و تعهد در تسهیل دسترسی‌های مستقیم و ارتباطات فی‌مابین.

تدوین سیاست‌های حمایتی از کشاورزان به‌عنوان تولیدکننده، مدیر و حفاظت‌کننده از تنوع زیستی زراعی

تضمین دسترسی کشاورزان به منافعِ حاصل از بهره‌برداری از تنوع در مزرعه

این عقیده که افرادی که از منابع ژنتیکی استفاده می‌کنند باید بخشی از منافع حاصل از استفاده از این منابع را نیز دریافت کنند، با لازم‌الاجرا شدن کنوانسیون تنوع زیستی[2] در سال ۱۹۹۳ میلادی توسط جامعه جهانی پذیرفته شد. براساس کنوانسیون تنوع زیستی، حقوق حاکمه کشورها بر منابع ژنتیکی به سه اصل مشخص تأکید دارد: ۱) مسئولیت کشورها برای حفظ منابع ژنتیکی موجود در سرزمین‌ها، ۲) ظرفیت آن‌ها برای تنظیم دسترسی به این منابع و ۳) حق آن‌ها برای دریافت بخشی از منافع حاصل از بهره‌برداری از آن منابع، از جمله سود مالی. با ایجاد رویکرد دسترسی و تـسهیم منافع[3] از جانب کنوانسیون تنوع زیستی که در سال ۲۰۱۰ از

1. The International fund for Agriculture Development
2. The Convention on Biological Diversity (CBD)
3. The Access and Benefit-sharing (ABS)

سوی پروتکل ناگویا برای دسترسی و به تسهیم منافع[1] نیز مورد تایید قرار گرفته است، انتظار می‌رفت که چرخه‌های مطلوب[2] بهره‌برداری و سرمایه‌گذاری مجدد در امر حفاظت ایجاد شود، به گونه‌ای که از این طریق، بخش بزرگی از منابع مالی لازم به جهت حفاظت از ذخایر ژنتیک در کشورهای در حال توسعه تأمین شود (استنارد، ۲۰۱۲).

همین رویکرد در طول مذاکره‌های انجام شده برای تدوین سند معاهده بین‌المللی منابع ژنتیکی گیاهی برای غذا و کشاورزی[3] به منظور ایجاد نظام چندجانبه دسترسی و تسهیم منافعِ حاصل از دسترسی نیز توسط مذاکره‌کنندگان اتخاذ شد که بنا بر آن طرف‌های متعهد موافقت می‌کنند تا دسترسی به ذخایر ژنتیکی ۶۴ گونه زراعی و علوفه‌ای ضروری برای امنیت غذایی در سراسر جهان را تسهیل کنند. بخشی از منافع مالی ناشی از استفاده تجاری از این ذخایر باید به حساب صندوقی چند جانبه با هدف حمایت از پروژه‌های حفاظت و استفاده پایدار از منابع ژنتیکی برای غذا و کشاورزی در کشورهای در حال توسعه واریز شود (مانزلا، ۲۰۱۲؛ هیلوود و نادوزی، ۲۰۰۸). با این حال، تاکنون کنوانسیون و معاهده هیچ‌کدام نتوانسته‌اند به این هدف، یعنی انتقال بخشی از سود تجاری ناشی از دسترسی به منابع ژنتیکی به کشاورزان حفاظت کننده از تنوع زراعیِ در مزرعه، دست یابند. وجوه صندوق چند جانبه معاهده که برای حمایت از پروژه‌های حفاظت و توسعه در کشورهای در حال توسعه استفاده می‌شود، از کمک‌های مالی برخی دولت‌های عضو و سازمان‌های بین‌المللی تامین می‌شود. در چارچوب کنوانسیون و برای مسئله حفاظتِ در مزرعه، کشاورزان پشتیبانی مستقیمی از سوی شرکت‌های بازرگانی تولیدکننده محصولات کشاورزی و مواد غذایی، دریافت نکرده‌اند. این شرکت‌ها به مواد اولیه گردآوری شده خود و نهادهای دولتی و خصوصی دیگر متکی‌اند. وجود مجموعه‌های بزرگ عمومی [بانک ژن] که ژرم‌پلاسم و اطلاعات آن را بدون هزینه ارائه می‌دهد، باعث می‌شود که شرکت‌های بازرگانی اجباری برای گردآوری منابع ژنتیکی کشاورزی از مزارع کشاورزان نداشته باشند.

به‌منظور تضمین دسترسی کشاورزان به منافعی که افراد با استفاده از تنوع ژنتیکیِ تولید، حفاظت و مدیریت شده آن‌ها کسب می‌کنند، دولت‌ها و سازمان‌هایی که کار آن‌ها به استفاده از این تنوع ژنتیکی متکی است، موظفند تا ضمن نهادینه و اجرایی کردنِ روش‌های تسهیم منافع، تا مشارکت کشاورزان در منابع مالی و غیر مالیِ حاصل از فعالیت‌های تحقیقاتی و تجاری مبتنی بر استفاده از منابع ژنتیکی گیاهان را تضمین کنند؛

1. The Nagoya protocol on ABS
2. Virtuous cycle
3. The International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture (PGRFA)

مستقل از اینکه آیا چنین منابعی از مجموعه‌های خارج از محل و یا از مزارع کشاورزان به‌دست آمده باشد. در حالیکه نظام چند جانبه معاهده در این راستا پیش می‌رود، به دلیلِ اجرای کند کشورها و دامنه محدود این نظام، از پتانسیل آن کاسته می‌شود: همه گیاهان زراعی در شمول این نظام‌ها قرار نمی‌گیرد و فقط منافع تجاری حاصل از محصولات ثبت شده تحت عنوان حق اختراع را شامل می‌شود.

ابتکارات مرتبط با دسترسی و تسهیم منافعِ حاصل از دسترسی موسسه‌های دولتی و خصوصی باید بر نتایج حاصل از یک تحلیل جامع پیرامون موفقیت و عدم موفقیت قوانین ملی و بین‌المللی در زمینه عملیاتی کردن سازوکارهای دسترسی و تسهیم منافعِ حاصل از دسترسی استوار شود. این امر کشاورزان را به حفظ تنوع ژنتیکی تشویق می‌کند که در نتیجه آن منافع کاربران مختلف تامین می‌شود. در میان قوانین ملی، کشورهای هندوستان و تایلند دارای قوانینی سزاوار توجه هستند. قانون حمایت از گونه‌های گیاهی و حقوق کشاورزان هندوستان (مصوب سال ۲۰۰۱ میلادی) که به منظور رفع مسائل مرتبط با تسهیم منافع طراحی شده است، با هدف گردآوری سود حاصل از تجاری‌سازی دانش سنتی و یا استفاده از ارقام بومی برای امور به‌نژادی، صندوق ملی ژن را تاسیس کرده و به دنبال آن منابع مالی حاصل را در اختیار حافظان اصلی منابع ژنتیکی قرار می‌دهد. در چارچوب قانون حمایت از ارقام گیاهی تایلند (مصوب سال ۱۹۹۹ میلادی[1]) نیز صندوق تسهیم منافع ایجاد شده است، اما این صندوق از سود مستقیمِ حاصل از استفاده از منابع ژنتیکی یا دانش محلی ایجاد نشده است، بلکه وجوه این صندوق از محل اخذ مالیات از برنامه‌های مرتبط با ارقام گیاهی در تایلند تامین می‌شود.

پیشبرد و اجرایی کردن حقوق کشاورزان

ماده ۹ معاهده بین‌المللی ذخایر ژنتیک گیاهی برای غذا و کشاورزی[2] (که از سوی کنفرانس فائو در سال ۲۰۰۱ پذیرفته شد) به حقوق کشاورزان اختصاص یافته است (کادر ۱۰-۱ را مطالعه نمایید). طبق این ماده، دولت‌ها باید اقدامات لازم برای ارتقا و حمایت از حقوق کشاورزان را اتخاذ کنند. برخی از این اقدامات، مطابق متن ماده، می‌تواند شامل حمایت از دانش سنتی کشاورزان، دسترسی به منافع حاصل از استفاده از منابع ژنتیکی گیاهی برای غذا و کشاورزی، مشارکت در تصمیم‌گیری و حقِ بر ذخیره، استفاده، تبادل و فروش بذرها و سایر مواد تکثیری خودمصرفی باشد.

1. The Thai Plant Varieties Protection Act 1999

۲. این معاهده در سال ۲۰۰۱ میلادی و در جریان کنفرانس فائو به تصویب رسید (مترجم).

کادر ۱۰-۱. ماده ۹ معاهده بین‌المللی منابع ژنتیکی گیاهی برای غذا و کشاورزی

حقوق کشاورزان

۹-۱- طرف‌های متعاهد تصدیق می‌نمایند که جوامع بومی و محلی و کشاورزان تمام مناطق دنیا به‌ویژه در مراکز پیدایش و تنوع گیاهان زراعی مشارکت فوق‌العاده‌ای در خصوص حفاظت و توسعه منابع ژنتیکی گیاهی که اساس تولیدات کشاورزی و غذایی در جهان را تشکیل می‌دهند، داشته و خواهند داشت.

۹-۲- هر طرف متعاهد باید با توجه به نیازها و اولویت‌های خود و **در صورت اقتضاء** و با رعایت قوانین ملی خود برای صیانت و اشاعه حقوق کشاورزان اقداماتی از جمله موارد زیر را به عمل آورند:

(الف) صیانت از دانش سنتی مربوط به منابع ژنتیکی گیاهی برای غذا و کشاورزی؛

(ب) حق مشارکت برابر در تسهیم منافع حاصل از بهره‌برداری از منابع ژنتیکی گیاهی برای غذا و کشاورزی؛ و

(ج) حق مشارکت در تصمیم‌گیری‌ها در سطح ملی در زمینه حفاظت و استفاده پایدار از منابع ژنتیکی گیاهی برای غذا و کشاورزی.

۹-۳- هیچ چیزی در این ماده نباید به گونه‌ای تفسیر شود که حقوق کشاورزان در نگهداری، استفاده، مبادله و فروش بذر یا مواد تکثیر شونده برداشت شده از مزرعه را در چارچوب قوانین ملی و **در صورت اقتضاء**، محدود نماید.

با این حال، درک حقوق کشاورزان و کیفیت اجرای آن‌ها همچنان مبهم است. مجمع عمومی معاهده بین‌المللی اقداماتی را جهت راهنمایی کشورها در به رسمیت شناختن موثر و عملی حقوق کشاورزان انجام داده است. در نهایت، هر اقدامی تحت مفهوم کلیِ «حقوق کشاورزان» باید به سمت تسهیل نقش کشاورزان، به‌عنوان متولیان و تولیدکنندگان تنوع ژنتیکیِ در مزرعه، سوق داده شود. تجربه‌های بی‌شماری در سراسر جهان وجود دارد که نمونه‌هایی از شیوه‌های مناسبِ نحوه انتخاب، ایجاد مشوق‌ها و حذف موانعِ موجود بر سر راه انجام این نقش توسط کشاورزان را ارائه می‌دهد. این موارد در فصل ۱۳ آورده شده است.

برای مطالعه بیشتر

Aoki, K. 2004. “Malthus, Mendel and Monsanto: intellectual property and the law and politics of global food supply: an introduction.” *Journal of Environmental Law and Litigation* 19:397–454.

Bishaw, Z., and A. J. G. Van Gastel. 2009. “Variety release and policy options.” Pp. 565–87 in *Plant Breeding and Farmer Participation* (S. Ceccarelli, E. P. Guimareaes, and E. Welzien, Eds.). FAO, Rome.

Bragdon, S., D. I. Jarvis, D. Gaucham, I. Mar, N. N. Hue, D. Balma, L. Collado, L.Latournerie, B. R. Sthapit, M. Sadiki, C. Fadda, and J. Ndungu-Skilton. 2009.“The agricultural biodiversity policy development process: exploring means of policy development to support the on-farm management of crop genetic diversity.”*International Journal of Biodiversity Science and Management* 5:10–20.

Brush, S. B. 2013. “Agrobiodiversity and the law: regulating genetic resources, food security and cultural diversity.” *Journal of Peasant Studies* 40:447–49.

Correa, Carlos. 2000. “Options for the Implementation of Farmers’ Rights at the National Level.” South Centre Working Paper 8, December 2000.

Gepts, P. 2004. “Who Owns Biodiversity, and How Should the Owners Be Compensated? ”*Plant Physiology* 134:1295–1307.

Louwaars, N. 2002. *Seed Policy, Legislation and Law: Widening a Narrow Focus.* Food Products Press and Haworth Press, Binghampton.

Reed, M. S., A. Graves, N. Dandy, H. Posthumus, K. Hubacek, J. Morris, C. Prell, C.H. Quinn, and L. C. Stringer. 2009. “Who’s in and why? A typology of stakeholderanalysis methods for natural resource management.” *Journal of Environmental Management* 90:1933–49.

Santilli, J. 2012. *Agrobiodiversity and the Law: Regulating Genetic Resources, Food Security and Cultural Diversity.* Earthscan.

Tripp, R. 1997. *New Seed and Old Laws.* Intermediate Technology Publications on behalf of the Overseas Development Institute. Retrieved from http://books. google.ch/books/about/New_seed_and_old_laws.html?id=c5_vAAAAMAAJ&redir_esc=y.

Vernooy, R., and M. Ruiz, Eds. 2012. *The Custodians of Biodiversity. Sharing Access to and Benefits of Genetic Resources.* Routledge and IDRC, London and Ottawa.

Visser, B. 2002. “An Agrobiodiversity Perspective on Seed Policies.” *Journal of New Seeds* 4: 231–45.

Wale, E., N. Chishakwe, and R. Lewis-Lettington. 2008. “Cultivating participatory policy processes for genetic resource policy: lessons from the Genetic Resources Policy Initiative (GRPI) project.” *Biodiversity Conservation* 18:1–18.

قاب ۱۱. سیاست‌ها و چارچوب‌های قانونی موانعی بر سر راه کشاورزان برای حفظ و مدیریت تنوع گیاهی ایجاد می‌کند. برای اطمینان از دسترسی کشاورزان به مزایای استفاده دیگران از تنوع ژنتیکی‌ای که خودشان تولید، حفاظت و مدیریت کرده‌اند، دولت و سازمان‌ها مسئولیت دارند تا در نهادینه کردن روش‌های تسهیم منافع و برخورداری کشاورزان از عواید نقدی و غیرنقدی تحقیقات و فعالیت‌های تجاری مبتنی بر استفاده از منابع ژنتیکی گیاهی اطمینان حاصل کنند. فرآیندهای سیاستی که به ایجاد قوانین و مقررات مربوط به حفظ و استفاده از تنوع زراعی و به رسمیت شناختن و اجرای حقوق کشاورزان منجر می‌شود، باید مشارکت تعدادی از ذینفعان را که در این موضوعات دارای منافع و مسئولیت هستند، تضمین نماید. بالا سمت چپ: وزیر کشاورزی نپال در حال گفتگو با کشاورز برنده جایزه در جریان نمایشگاه تنوع زراعی. بالا سمت راست: ساراسواتی آدیکاری، یک کشاورز، در مزرعه خود در نپال انواع برنج را پرورش می‌دهد. پایین سمت چپ: جلسه آموزشی تحلیل شبکه‌های اجتماعی برای شناسایی بازیگرانی که در اجرای معاهده بین المللی منابع ژنتیکی گیاهی برای غذا و کشاورزی نقش دارند. رواندا، ماه مه ۲۰۱۳. پایین سمت راست: شرکت کنندگان از ۳۰ کشور در مورد همکاری جنوب-جنوب به عنوان بخشی از یک مشاوره جهانی در مورد استفاده و مدیریت تنوع زیستی زراعی در جهت امنیت غذایی پایدار بحث می‌کنند. فوریه ۲۰۱۳، دهلی نو، هندوستان. عکس‌ها از: ب. استاپیت (بالا سمت چپ و بالا سمت راست)، ج. اوتیینِو (پایین سمت چپ)، ک. زانانیانی (پایین سمت راست).

"Copyright © 2016Bioversity International"
"CROP GENETIC DIVERSITY IN THE FIELD AND ON THE FARM: PRINCIPLES AND APPLICATIONS IN THE RESEARCH PRACTICES was originally published in English by Yale University Press in 2016 (ISBN 978-0-300-16112- 0). This translation is published by arrangement with Bioversity International."

فصل ۱۱

مزرعه، جامعه و منظر

تنوع ژنتیکی و فشارهای انتخاب[1] در مقیاس اجتماعی، مکانی و زمانی

مترجم: هدا لطیفی
hoda.latifi@mail.um.ac.ir

در پایان این فصل، خواننده باید موارد زیر را به درستی درک کرده باشد:

- روابط میان مدیریت کشاورزان و نیروهای تکاملیِ تعیین کننده تنوع ژنتیکی موجود در ارقام سنتی.
- نقش محوری انتخاب.
- عملکرد نظام‌های بذر در جوامع کشاورزی سنتی.
- اهمیت ابعاد اجتماعی، مکانی و زمانی از نظر الگوهای تنوع.

مقدمه

در فصل‌های پیشین، روش‌های مختلفی برای آشنایی با نحوه تاثیرگذاری نیروها در درون ابعاد محیطی، اجتماعی، اقتصادی و سیاسی بر مدیریت و به‌کارگیری ارقام سنتی، توصیف شده است. این نیروها، همراه با ویژگی‌های بیولوژیکی و تولیدی گیاهان زراعی، شیوه‌های مدیریت مورد استفاده کشاورزان و جوامع برای حفظ ارقام سنتی در نظام‌های تولیدی را تعیین می‌کنند. این نیروهای بیولوژیکی، ژنتیکی، محیطی، اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی به طور جداگانه و در انزوا عمل نمی‌کنند، بلکه با یکدیگر همپوشانی داشته و به شیوه‌های پیچیده‌ای تعامل می‌کنند. این نیروها به همراه روش‌های مدیریت کشاورزان به نحوی بر انتخاب، جریان ژن، جهش، مهاجرت و نوترکیبی تاثیر می‌گذارند که به مشاهده الگوهای تنوع ژنتیکی درون‌گونه‌ای

1. Selection pressures

و بین‌گونه‌ای مختلفی در نظام‌های تولید منجر می‌شود. در این فصل به بررسی نحوه تاثیرگذاری جنبه‌های مختلف فرآیند تولید و نظام تولید بر تنوع ژنتیکی پرداخته می‌شود و روش‌های تحقیقاتی را که می‌توان برای درک نحوه تاثیرگذاری نیروهای مختلف بر تنوع ژنتیکی در مقیاس‌های مختلف اجتماعی، مکانی و زمانی به کار گرفت، تشریح می‌گردد. تحقیق در این وضعیت پیچیده نیاز به رویکردهای چندرشته‌ای، بین‌رشته‌ای و فرارشته‌ای دارد (واندرمولن و هویلنبروک، ۲۰۰۸)، که محققانی با تخصص‌های مختلف با هم همکاری کنند تا به درک مشترکی در این زمینه دست یابند. جمع‌آوری داده‌ها باید یکپارچه گردد تا داده‌های جمع‌آوری شده توسط محققان مختلف به طور معناداری با هم ترکیب و تلفیق شود.

طی رویکردی که در این فصل اتخاذ گردیده، نخست مراحل مختلف تولید گیاهان زراعی مورد بررسی قرار می‌گیرد: مدیریت بذر و بذرپاشی[1]، رشد محصول و برداشت بذر یا مواد کاشت به منظور کاشت نسل بعدی. انتخاب یا به‌گزینی یک نیروی تکاملی مهم است که بر تنوع ژنتیکی در ارقام سنتی تاثیر می‌گذارد و بخشی از این فصل به کاوش پیامدهای انتخاب کشاورزان اختصاص یافته است. تبادل بذر[2] به بُعد مهمی در حفظ ارقام سنتی محسوب می‌شود و تاثیر زیادی بر الگوهای تنوع مشاهده شده دارد، و بر نحوه توصیف تحلیل الگوها و میزان تبادل بذرها نیز اثر می‌گذارد. بخش پایانی فصل، ابعاد گسترده‌تری –اجتماعی، مکانی و زمانی– را مورد بحث قرار می‌دهد که بر تنوع مشاهده شده در هر نظام تولیدی موثر خواهد بود.

چرخه محصول

بذرپاشی، کاشت گیاه زراعی و مراقبت از آن در طول دوره رشد، همگی بر روی تنوع ژنتیکی موجود در درون و میان ارقام سنتی تاثیر می‌گذارد. بسیاری از عوامل تاثیرگذار بر فعالیت‌های مدیریتی گیاهان زراعی از قبیل کاشت، نشاکاری و زمان‌بندی و دفعات وجین علف‌های هرز در فصول قبلی شرح داده شده است. استفاده بهینه از نیروی کار موجود (فصل ۹) یا روش‌های خاص مدیریتی برای کاهش مشکلات سرمازدگی یا آفات و بیماری‌ها نیز در شمول این فاکتورها قرار می‌گیرد (فصل ۷). برای مثال، به منظور کشت در مزارع غرقابی یا به ویژه سنگلاخی یا مزارع واقع در جاهایی که هوای سرد تجمع می‌یابد[3]، ممکن است به محصولات خاصی نیاز باشد، یا این قبیل مزارع فقط برای برخی از ارقام زراعی که نسبت به این شرایط متحمل هستند، مناسب باشد. ممکن است این ارقام به صورت ارقام کمیاب و نادر در مناطق کوچکی

1. Sowing
2. Seed exchange
3. Frost pockets

کشت شوند و باید به شیوه‌ای مدیریت گردند که از سازگاری آن‌ها با شرایط خاص مزرعه اطمینان حاصل گردد.

تهیه تقویم زراعی[1] برای محصولاتِ تحت بررسی را می‌توان نخستین گام در تلاش برای درک و حفظ ارقام سنتی و شناسایی برخی از مهم‌ترین عوامل محیطی، زراعی، فرهنگی-اجتماعی و اقتصادیِ مؤثر در چرخه محصول به شمار آورد (به فصل ۶ مراجعه نمایید). ترکیب اطلاعات توزیع و پراکنش ارقام و گیاهان زراعی مختلف با روش‌های کشت در طول فصل تولید (ابعاد مکانی و زمانیِ محلی)، یک جنبه مهم از این تحلیل محسوب می‌شود. تفاوت در دوره‌های کاشت و برداشت در میان ارقام مختلف ممکن است برای بهینه‌سازی استفاده از نیروی کار موجود یا متغیر کردن زمان گلدهی برای جلوگیری از دگرگرده‌افشانی مهم باشد، در حالی که ترکیب ارقام یا گیاهان زراعی که نیازها و زمان‌بندی‌های مختلفی از نظر مدیریت و نهاده‌ها دارند، می‌تواند بهره‌برداری از منابع را بهینه سازد. این امر در سطح مزرعه و سطح جامعه قابل مشاهده است که می‌تواند شماری از اشکال مختلف را در برگیرد که بهره‌برداری از نیروی کار موجود به صورت تعاونی یا استفاده از تجهیزات مشترک برای برداشت یا شخم زدن را منعکس می‌کند.

نمونه‌گیری مناسب که عوامل انسانی، ژنتیکی و محیطی را در بر گیرد، برای تضمین این امر که نمونه موردنظر، نماینده واقعی موقعیت یا مکان مورد مطالعه باشد و به طور مناسب در اطلاعات جمع‌آوری شده منعکس شده باشد، از اهمیت بالایی برخوردار است. اندازه نمونه به مقدار تنوع در نمونه‌های هر گروه بستگی دارد. نمونه بزرگ‌تر، اطلاعات بیشتری از نمونه کوچک‌تر راجع به تنوع نمونه‌ها ارائه می‌دهد. بسیاری از مطالعات تنوع نشان داده است که نمونه‌گیری از افراد کمتر در مکان‌های بیشتر نسبت به نمونه‌گیری از افراد بیشتر در مکان‌های کمتر در صورتی که شرایط انتخابی بدین صورت وجود داشته باشد، اطلاعات بیشتری را در اختیار قرار می‌دهد (فرانکل و همکاران، ۱۹۹۵).

انتخاب نمونه‌ها به صورت تصادفی یا نظام‌مند[2]، تصمیم بسیار مهمی است. هدف اصلی از نمونه‌گیری تصادفی، شناسایی و ارزیابی همبستگی توزیع و پراکنش یک عامل در رابطه با عامل دیگر است. روش‌های نمونه‌گیری باید برای بررسی چگونگی ارتباط پراکندگی تنوع ژنتیکی با برخی از عوامل اجتماعی، اقتصادی، بیولوژیکی، محیطی و مدیریت زراعی در جامعه طراحی شوند. آیا تنوع در زمین‌های زراعی پراکنده‌تر بیشتر است؟ آیا برخی از روش‌های انتخاب بذر با سطح تنوع ژنتیکی در جامعه ارتباط دارد؟ با استفاده از یک

1. Crop calendar
2. Systematic

نمونه تصادفی از خانوارهای ساکن در سراسر یک منظر[1] می‌توان به بهترین شکل این پرسش‌ها را مورد تجزیه و تحلیل قرار داد.

نمونه‌های تصادفی از مزارع کشاورزان در سراسر مکان مورد مطالعه نیز ممکن است برای رسیدن به ایده‌ای در زمینه دامنه و تنوع اصلی‌ترین عوامل غیرزنده و زنده موثر بر تنوع زراعی مناسب باشند (فصل ۷). اگرچه از نظر آماری، نمونه‌گیری تصادفی قوی‌ترین روش نمونه‌گیری محسوب می‌شود، اما مکان‌یابی[2] نمونه‌های تصادفی بسیار زمان‌بر است. مکان‌یابی منظم[3] یا نظام‌مند نمونه‌ها کاری ساده است، اما برای تحلیل آماری چندان مناسب نخواهد بود. نمونه‌گیری تصادفی طبقه‌بندی شده[4] یک روش توافقی است که در آن از معیارهایی برای تقسیم‌بندی محل مطالعه یا جمعیت به طبقات و گروه‌های مختلف استفاده می‌شود که از هر کدام تعداد مشخصی نمونه به طور تصادفی جدا می‌شود.

طبقه‌بندی می‌تواند به کاهش اندازه نمونه کمک کند که در امر جمع‌آوری داده برای بیش از یک رشته علمی[5] مهم تلقی می‌شود. با توجه به محدودیت زمان و منابع این امر در جلوگیری از افزایش غیرمنطقی کل نمونه‌ها مهم خواهد بود -برای مثال، تعداد خانوارهایی که به منظور شناسایی عوامل اقتصادی-اجتماعی نمونه‌برداری شده‌اند ضرب در تعداد گیاهان زراعی در هر خانوار ضرب در تعداد ارقام به ازای هر محصول ضرب در تعداد گیاهان نمونه‌برداری شده در هر رقم به منظور تحلیل ژنتیکی. کاهش این اندازه نمونه‌گیری مستلزم آن است که برای پاسخگویی به فرضیه‌های قابل آزمایش خاص برای مقیاس‌های مکانی و زمانی مشخص، جمع‌آوری داده‌ها ساختارمند باشد که برخی از مثال‌ها در ادامه فصل ارائه می‌شود. صرف نظر از روش نمونه‌گیری انتخاب شده، بخشی از تنوع موجود در عواملِ تنوع انسانی، محیطی و ژنتیکی نمونه‌گیری نخواهد شد.

وقتی داده‌ها در زمان‌های مختلفی جمع‌آوری می‌شوند، می‌توان از روش‌های تحلیل سری زمانی[6] برای بررسی روابط بین متغیرها در طول زمان استفاده کرد (کِندال و اُرد، ۱۹۹۰). تحلیل سری زمانی بر این ایده استوار است که متغیرهای قابل اندازه‌گیری که به طور پیوسته مشاهده می‌شوند را می‌توان همچون علائم[7] اطلاعاتی در نظر گرفت. با نمونه‌گیری از این علائم در فواصل زمانی مختلف، یک علامت یا سری زمانی

1. Landscape
2. Placement
3. Regular
4. Stratified random sampling
5. Discipline
6. Time-series
7. Signal

گسسته تولید می‌شود. یک ضریب خودهمبستگی[1] به عنوان معیار شباهت اندازه‌گیری‌هایی که با یک بازه زمانی خاص از هم جدا شده‌اند تعیین می‌شود، در حالی که از یک ضریب همبستگی متقابل[2] برای تشخیص الگوهای تغییر و تنوع بین متغیرها در طول زمان استفاده می‌شود. تحلیل طیف توان[3] یک ابزار آماری رایج جهت مقایسه فراوانی رویدادها[4] در طول زمان به‌شمار می‌آید. از این تحلیل برای تعیین دوره‌های تناوب در داده‌ها از طریق ارائه شاخص فراوانی‌های مختلف در طول زمانِ تغییر استفاده می‌شود، که بیشترین تنوع را در داده‌ها محاسبه می‌کند. همه این ابزارها معمولا به نقاط داده[5] یا موارد نمونه‌گیری متعددی نیاز دارند. در برخی موارد، محاسبه احتمالات انتقال در بین طبقه‌ها[6] جالب توجه است (برای مثال، شناسایی ارقام مختلف زراعی کاشته شده در انواع مختلف کاربری اراضی (فصل ۶) یا برای ارزش‌های کاربری[7] مختلف (فصل ۸) در منطقه مورد مطالعه و سپس استفاده از مدل‌سازی مارکوف برای شبیه‌سازی تغییرات در طول زمان به این دلیل که پیش‌بینی می‌شود نوع کاربری زمین تغییر خواهد یافت).

استفاده از مواد برداشت شده و تنوع ارقام سنتی

مجموعه‌ای غنی از ادبیات علمی وجود دارد که به توصیف بسیاری از روش‌های برداشت ارقام زراعی مختلف پرداخته است که نشان دهنده اهمیت حصول اطمینان از در دسترس بودن ارقام زراعی برای تامین مصارف مختلف و یا برآورده کردن کاربردهای متعدد است (بالیک، ۱۹۹۷؛ فصل‌های ۷، ۸ و ۹). نخستین جنبه در تولید بذر گیاهان زراعی[8] این است که کشاورزان تا چه اندازه بین بذر برداشت شده برای مصرف و بذر به عنوان منبع تولید در آینده تفاوت قائل می‌شوند. کشاورزان یک منطقه ممکن است در سطح تمایزگذاری [میان مصرف و نگهداری بذر] و شیوه‌هایی که [برای نیل به این مقصود] استفاده می‌کنند تفاوت داشته باشند. این تمایز همچنین بر روش‌های ذخیره‌سازی بذر و نگهداری از آن که در ادامه در همین فصل مورد بحث قرار می‌گیرد، تاثیر خواهد گذاشت.

روش‌های بهره‌برداری از محصولات برداشت شده، هم بر تنوع موجود در ارقام و هم بر انتخاب ارقام آن محصول تاثیر می‌گذارد. الگوی مصرف – خواه این مواد برای یک بازار، محیط یا فعالیت فرهنگی خاص

1. Autocorrelation
2. Cross-correlation
3. Power-spectral analysis
4. Event
5. Data point
6. Class
7. Use value
8. Seed-producing crops

یا برای اهداف عمومی‌تری تولید شده باشند- بر روی شیوه انتخاب کشاورزان و در نتیجه تنوع ژنتیکی مواد اولیه تاثیر می‌گذارد (رعنا و همکاران، ۲۰۰۷). الگوی استفاده همچنین می‌تواند بر نحوه تاثیر شیوه‌های مدیریت بر تنوع ژنتیکی ارقام اثر بگذارد. ارقام گزینش شده بر اساس کیفیت طبخ یا خصوصیات تغذیه‌ای و گونه‌هایی که به طور خاص برای علوفه یا مصالح پوششی ساختمانی انتخاب شده‌اند، از نظر ماهیت و تنوع صفات مختلف موجود در ارقام مختلف متفاوت خواهند بود. مقصد نهایی محصولات می‌تواند بر میزان توجه کشاورزان به خلوص رقم یا مواد کاشت مورد انتظار تاثیرگذار باشد. در جدول ۱۱-۱ برخی از جنبه‌های اصلی ارائه شده است که بایستی در بررسی تاثیر روش‌های کاربرد ارقام بر تنوع ژنتیکی مورد توجه قرار گیرند.

ابعاد یا انواع مختلف کاربرد ارقام اغلب با یکدیگر ترکیب می‌شوند. بنابراین در آفریقای غربی، در یک رقم سورگوم، تولید کاه و تولید بذر که هم برای تهیه علوفه دام و هم برای غذای انسانی مورد استفاده قرار می‌گیرد، حائز اهمیت است (نوردبلوم، ۱۹۸۷). کشاورزان به انتخاب گیاهانی تمایل نشان می‌دهند که علاوه بر قدرت رشد رویشی زیاد، عملکرد دانه قابل قبولی هم ارائه می‌کنند. تیپ‌های خاصی مانند برنج باسماتی[1] ممکن است برای بهره‌برداری از فرصت‌های بازار پرورش داده شوند و تصمیماتی درباره نگهداری بذر و گیاهان زراعی اتخاذ شود که حفظ ارزش این ارقام را تضمین نماید تا برای مثال از آلودگی یک رقم با دیگر توده‌های بذر[2] جلوگیری شود و یا در حین رشد محصول علف‌های هرز با دقت از مزرعه زدوده شوند. می‌توان یک توده بذر را به عنوان یک واحد مدیریت کشاورز در نظر گرفت- به این معنی که جمعیت بذری به عنوان یک واحد توسط کشاورز مدیریت می‌شود. بنابراین نحوه استفاده از ارقام به مثابه نیروی انتخاب عمل می‌کند.

در بیشتر جوامعی که هنوز به کشت ارقام سنتی می‌پردازند، امنیت غذایی هدف اصلی است و عملکرد و ذخیره‌سازی بذر احتمالا نگرانی و دغدغه اصلی و همیشگی خانوارهای زراعی است که عملکرد را به یک معیار مهم در انتخاب تبدیل می‌کند. عملکرد و سایر خصوصیات مصرف اغلب تحت کنترل عوامل ژنتیکی پیچیده‌ای قراردارند و همانطور که در فصل چهارم (و در بخش پایین) ذکر شده است، اهداف انتخاب می‌تواند تعداد زیادی از صفات مختلف پیچیده را در بر گیرد و در نتیجه اثربخشی کلی انتخاب کاهش یابد. اهمیت این امر خصوصا زمانی افزایش می‌یابد که انتخاب برای الگوی استفاده و نوع مصرف باید با انتخاب برای سایر صفات زراعی مانند مقاومت در برابر بیماری‌ها یا آفات ترکیب شود.

1. Basmati
2. Seed lot

جدول ۱۱-۱. جنبه‌های مختلف استفاده از موادِ برداشت شده که بر خصوصیات ارقام سنتی تاثیر می‌گذارد.

خصوصیات استفاده	خصوصیات ارقام
الگوی استفاده	• خاص (برای یک کاربرد خاص، مانند دانه برای بازار، برنج باسماتیِ باکیفیت) • چندمنظوره (استفاده آگاهانه برای موارد مختلف، برای مثال غذا و علوفه) • عمومی (در صورت لزوم به روش‌های مختلفی قابل استفاده است)
نوع مصرف	• غذا (برای مثال نگهداری، پخت و پز، تغذیه، خصوصیات طبخ، عطر و طعم) • علوفه (برای مثال کیفیت، مقدار، مناسب بودن برای حیوانات مختلف) • مصالح ساختمانی (برای مثال کاه‌گل، حصارکشی) • نوشیدنی‌های الکلی (آبجو، مشروبات الکلی) • دارو (برای مثال مناسب بودن برای مادران شیرده یا برای بیماری‌های مختلف)
شکل پراکنش	• مصرف خانگی • فروش به افراد • فروش به بازارهای محلی • فروش به مراکز فروش تخصصی به عنوان محصولات بسیار ارزشمند

حفظ بسیاری از ارقام مختلف متناسب با کاربردهای مختلف یکی از راه‌های دستیابی به این اهداف پیچیده چندگانه است و به نظر می‌رسد به ویژه در محصولات اصلی خودگرده‌افشان یا به صورت کلنی تکثیر شده[1] مانند برنج، سیب‌زمینی و موز یک ویژگی عمده به شمار آید (برای اطلاعات بیشتر در مورد انتخاب رقم به فصل ۹ مراجعه نمایید). در سایر گیاهان زراعی، تنوع درون‌رقمی[2] ممکن است راهی برای تحقق اهداف متعدد ارائه دهد یا قابل قبول‌ترین سازگاری را برای کشاورز فراهم آورد. بنابراین ثبت موارد استفاده مختلف از ارقام گوناگون، اهمیت نسبی کاربردهای متنوع و خصوصیات مربوطه (ضروری، مطلوب یا اختیاری)، بخش اساسی از فرآیند تحلیل رقم محسوب می‌شود که در فصل پنجم شرح داده شده است.

تعداد قابل توجهی از متون علمی نشان می‌دهند که کشاورزان به شناسایی و حفظ ارقام مختلف گیاهان زراعی خود علاقه‌مند هستند. برای مثال، کشاورزان آفریقای غربی انواع برنج را از طیف وسیعی از مناطق مختلف شناسایی کرده‌اند و آن‌هایی را که به نظر می‌رسیده دارای صفات ارزشمندی باشند را حفظ کرده‌اند (ریچاردز، ۱۹۸۶). رقم‌های برنج ممکن است در نتیجه دگرگرده‌افشانی، نوترکیبی یا جهش در گیاهان زراعی تکثیر شده به روش کلنی حاصل شده باشند. کشاورزانی که این کار را انجام می‌دهند به احتمال

1. Clonally propagated
2. Within-variety diversity

خبره‌تر بوده و به تنوع و امکان‌هایی که تنوع برای تولید انواع جدید ایجاد می‌کند علاقه خاصی دارند. به نظر می‌رسد این روش در محصولات خودگرده‌افشان یا تکثیر شده به روش کلنی معمول‌تر باشد که در آن فرصت‌ها برای حفظ یک تیپِ تازه یافته شده بیشتر از محصولات دگرگرده‌افشان است.

مدیریت بذر

سه جنبه از مدیریت بذر را می‌توان متمایز کرد که تاثیر مهمی بر تنوع ارقام سنتی دارند: ۱) اندازه و ماهیت «توده بذر» شامل محل، زمان و نسبت بذرهای گزینش شده برای کاشت، ۲) مدیریت یا ذخیره بذر توسط کشاورزان در بین زمان کاشت تا برداشت و ۳) روش‌های حفظ و مبادله بذر ارقام مختلف از محصولات گوناگون که از سوی کشاورزان به کار گرفته می‌شود (که «نظام بذر» نامیده می‌شود و در زیر مورد بحث قرار می‌گیرد). توجه داشته باشید که مانند فصل‌های قبلی، اصطلاح «بذر» برای ماده اولیه تکثیر یک محصول استفاده می‌شود و شامل ریشه‌ها، کورم‌ها، غده‌ها و سایر مواد ازدیادی است. سطور بعدی عمدتا بر روی حفظ بذر حقیقی متمرکز هستند، اگرچه در مورد ریشه‌ها، غده‌ها یا کورم‌ها نیز قابل اطلاق هستند. بسیاری از محصولات میوه‌ای و آجیلی درختان از طریق قلمه‌هایی که اغلب روی پایه‌های خاص پیوند زده می‌شوند (غالبا یک گونه وحشی خویشاوند) تکثیر می‌گردند، و همچون بیشتر ارقام میوه‌های نرم (مانند توت‌فرنگی و تمشک) رقم یک کلون ژنتیکیِ یکنواخت به شمار می‌آید. نظام بذر در این محصولات کاملا متفاوت عمل می‌کند؛ انتخاب و سایر نیروهای تکاملی —به استثناء جهش– هیچ تاثیری بر ساختار ژنتیکی ماده تکثیری و ازدیادی ندارند.

اندازه توده بذر و ماهیت بذر

در بیشتر محصولات بذری یکساله (غلات، حبوبات، دانه‌های روغنی)، بذر بسیار بیشتری از مقدار مورد نیاز برای کاشت در فصل بعد، برداشت می‌شود. بنابراین، اندازه جمعیت منبع اساسا بزرگ است و خصوصیات آن به طور کلی مشابه ویژگی‌های رقمِ برداشت شده و محصولات حاصل از هر گونه دگرتلاقی است. با این حال در بسیاری از فرهنگ‌ها کشاورزان به جهت تامین بذر مورد نیاز برای کشت سال بعد، گیاهانی خاص یا سرخوشه‌های بذر محصولات مختلف را انتخاب می‌کنند. همچنین ممکن است این کشاورزان بذرها را از قسمت‌های خاصی از مزارع خود انتخاب کنند که خاک، آب یا سایر شرایط رشد در وضعیت بهتری قرار دارد. این انتخاب ممکن است پیش از برداشت در مزرعه و یا پس از آن در محل خرمن انجام گیرد. در چنین

مواردی ممکن است یک نیروی انتخابی قدرتمند شکل گیرد و همچنین یک جمعیت بسیار کوچک‌تر از کل مواد برداشت شده ایجاد گردد. به گواه لویته[1] (۱۹۹۹)، در کوزالاپا[2] در مکزیک کشاورزان برای تهیه بذر کشت سال آینده از ۴۰ خوشه ذرت استفاده می‌کردند. به نظر او حفظ یک جمعیت کوچک در این محصول دگرگرده‌افشان به کاهش تنوع و احتمالا کاهش اصلاح خویش‌آمیزی منجر می‌شود، خصوصا در ارقامی که در مقادیر نسبتا کمی کشت می‌شوند. با این حال دگرگرده‌افشانی و جریان ژن میان ارقام مختلف، تنوع را در منطقه حفظ کرده است.

در حالی که نمونه‌های بسیاری از انتخابِ سنجیده جهت تهیه بذر برای تولید محصولات آتی وجود دارد، در مواردی نیز به نظر می‌رسد هیچ گزینشی انجام نمی‌شود. این امر ممکن است از ویژگی‌های کشاورز، جامعه یا فرهنگ نشات گیرد، یا در نتیجه شرایط خاص (مدیریت ضعیف، کمبود نیروی کار در هنگام برداشت محصول، بداقبالی خانواده) به وجود آید؛ در هر تحقیقی باید این عوامل مختلف را از یکدیگر تفکیک نمود.

تعداد گیاهان کاشته شده در سبزیجات معمولا بسیار کمتر از محصولات بذری مزرعه است. یک یا دو گیاه غالبا برای تهیه بذرِ محصول بعدی کافی است که غالبا آگاهانه انتخاب و رها می‌شوند تا برسند و میوه و دانه تولید کنند. بنابراین ممکن است فشار انتخاب در این محصولات زیاد و اندازه موثر جمعیت کوچک باشد. در مورد محصولات دگرآمیز[3] مانند کلم‌ها، باید گیاهان کافی برای اطمینان از دگرگرده‌افشانی و جلوگیری از کاهش خویش‌آمیزی[4] باقی بمانند.

ذخیره بذر

ذخیره بذر یک مرحله حیاتی در حفظ ارقام سنتی و همچنین اطمینان از این امر است که تا زمان برداشت بعدی غذای کافی در اختیار خانواده خواهد بود. کشاورزان و جوامع روستایی در سراسر جهان طیف گسترده‌ای از روش‌های ذخیره بذر، از جمله ظروف مخصوص؛ افزودن موادی مانند کود گاوی، خاکستر یا سایر ترکیبات برای کاهش خطر آفات و بیماری‌ها؛ و انبار کردن بذر در محیط‌هایی خاص مانند شیروانی‌ها و طاق‌های دودآلود را توسعه داده‌اند (لوییس و مالوِینی، ۱۹۹۷؛ لاتورنری مورنو و همکاران، ۲۰۰۶).

مجددا باید تاکید کرد که تمایز مهمی میان ذخیره بذر به منظور استفاده در سال زراعی آتی، جدا از

1. Louette
2. Cuzalapa
3. Out-breeding crops
4. Inbreeding depression

آنچه برای مصرف استفاده می‌شود، و حفظ و نگهداری توانِ بذر برای هر دو منظور وجود دارد. حتی در مناطقی که نگهداریِ جداگانه اقدامی متداول محسوب می‌شود، ممکن است در بعضی سال‌ها که محصول ضعیف است، این عمل غیرممکن باشد. با این حال کشاورزان اغلب موفق می‌شوند برخی از بذرهای ارقام سنتی را حتی در شرایط جنگ داخلی یا قحطیِ حاصل از بلایای طبیعی نجات دهند (اسپرلینگ و مک‌گوایر، ۲۰۱۰).

بدیهی است که عوامل اجتماعی و فرهنگی نقشی اساسی در تعیین روش‌های ذخیره بذر ایفا می‌کنند که این امر در دانشِ مرتبط با روش‌های ذخیره بذر و استفاده از آن‌ها در موقعیت‌های مختلف و نیز در هویت اعضای خانوار که در امر ذخیره بذر دخیل هستند منعکس می‌گردد (لاتورنری مورنو و همکاران، ۲۰۰۶). عوامل محیطی نیز در این میان حائز اهمیت هستند. به طور کلی ذخیره بذر در محیط‌های خشک بسیار آسان‌تر و موثرتر از ذخیره آن در مناطق دارای آب و هوای مرطوب گرمسیری است. در نهایت، وضعیت اقتصادی خانوار به خوبی مشخص خواهد کرد که آیا بذر برای محصول سال آینده نگهداری می‌شود و یا باید در طول سال مصرف گردد.

کاهش اندازه جمعیت در نتیجه حمله شکارچیان یا بروز بیماری‌ها احتمالا عامل مهمی است که بر ساختار ژنتیکی مواد ذخیره شده تاثیر می‌گذارد. انتخاب نیز اتفاق می‌افتد و هدف از آن برای مثال مقاومت در برابر بیماری‌ها یا آفات خاص یا زنده ماندن در شرایط خاص ذخیره‌سازی است که بذرها در آن از نظر ژنتیکی کنترل می‌شوند. در جریان هر تحقیقی باید با استفاده از نمونه‌گیری از بذرهای کشاورزان مختلف و ارقام مختلف آن‌ها، مطالعاتی نیز در مورد کیفیت بذر پس از ذخیره‌سازی انجام پذیرد. به این ترتیب معیاری جهت اندازه‌گیری بذرهای موجود برای تولید و وجود یا ماهیت هر انتخابی فراهم می‌آورد که ممکن است بر تنوع ژنتیکی هنگام ذخیره تاثیر بگذارد.

گزینش در حین تولید محصول و مدیریت بذر

انتخاب عمده‌ترین نیروی تکاملی است که در طول رشد محصول عمل می‌کند و در تمام دوره‌ای که محصول در مزرعه است، از کاشت تا برداشت، همواره در حال رخ دادن است. بخشی از بذر کاشته شده توان جوانه زدن یا سبز شدن را نداشته و یا قادر به زنده ماندن تا زمان برداشت نخواهد بود. برخی از ویژگی‌های اصلی انتخاب در فصل چهارم شرح داده شده است. بنابر تعریف آلارد[1] (۱۹۹۹) انتخاب همچون

1. Allard

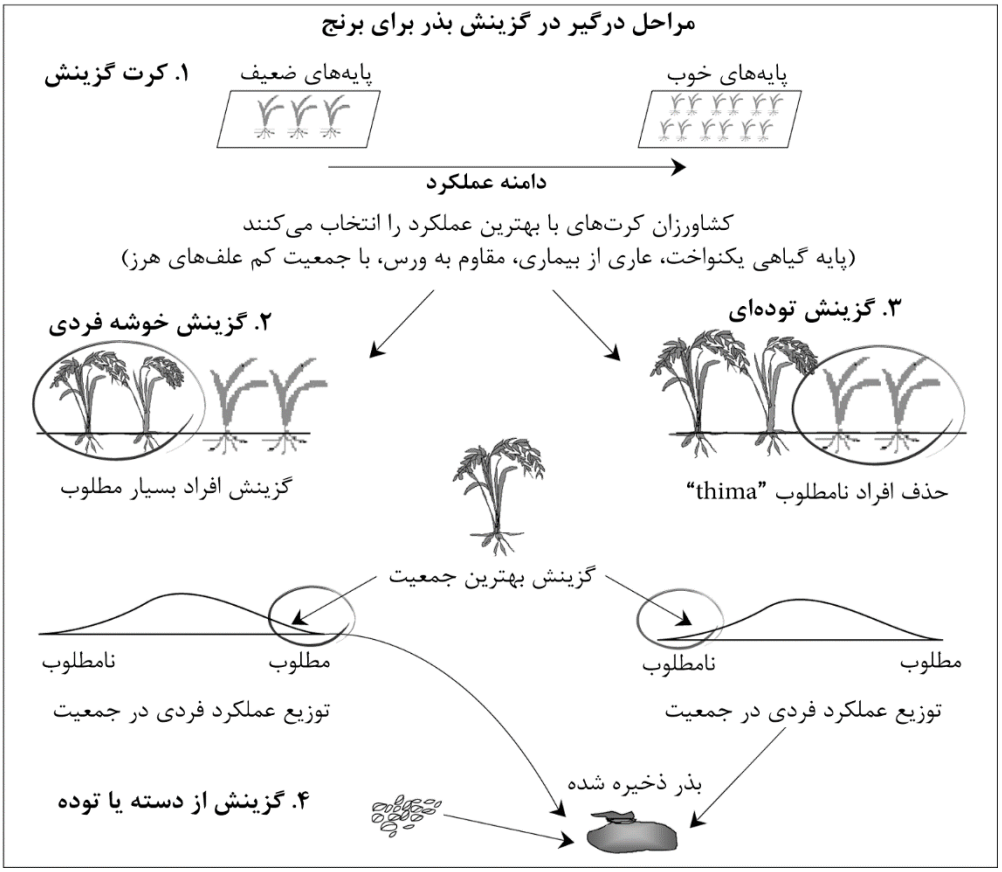
«هر فرآیند غیرتصادفی است که باعث می‌شود افراد با ژنوتیپ‌های مختلف در نسل‌های بعدی به طور نابرابر بروز کنند». دریافته‌ایم که بسیاری از فرآیندها و تصمیم‌های کشاورزان در نظام‌های کشاورزی سنتی بر تنوع‌ژنتیکی موجود در جامعه کشاورزان اثر می‌گذارد یا به طور بالقوه می‌تواند تاثیرگذار باشد. هنگامیکه چنین فرآیندهایی به تغییر در ترکیب تنوع وراثتی منجر می‌شود، نوعی از انتخاب مد نظر است که تغییرات تکاملی را ایجاد می‌کند. همه فرآیندهای انتخابی منجر به تغییر تکاملی نمی‌شوند (برای مثال، هنگامیکه یک جمعیت در تعادل فراوانی آلل تحت انتخاب متوازن قرار دارد).

افراد درون جمعیت‌ها و در واقع جمعیت‌های مختلف درون یک گونه به طور حتم از نظر احتمال بقا و میزان تکثیر متفاوت هستند. با این حال همیشه درست نیست که چنین تنوعی در تکثیر، پیامد تکاملی در پی خواهد داشت. برای ایجاد تغییر در ترکیب ژنتیکی گونه‌ها، افراد مطلوب باید نسبت به سایر افراد واجد تفاوت ژنتیکی پایدار باشند. این افراد ممکن است به این سبب که حامل ژنی اختصاصی یا ترکیبی خاص از ژن‌ها هستند و یا در مورد ارقام سنتی به این علت که بهره‌ای برای کشاورز دارند، مورد انتخاب قرار می‌گیرند.

ماهیت تغییرات تکاملی به میزان زیادی از نظام به‌نژادی تاثیر می‌پذیرد. در گونه‌های دگرآمیز، ترکیبات ژنی با نوترکیبی شکسته می‌شوند، مگر اینکه توسط پیوند کروموزومی محکمی حفظ گردند. در گونه‌های دیپلوئیدی که خودبارور هستند، خویش‌آمیزی باعث کاهش سرعت نوترکیبی می‌شود و ترکیبات آللی مفید را برای مدت طولانی‌تری در کنار هم نگه می‌دارد. با این حال در هر نسل، خویش‌آمیزی به نصف هر گونه هتروزیگوزیتی که در ژنوتیپ‌های مطلوب وجود داشت، کاهش می‌یابد. وقتی گیاهان به طور غیرجنسی مثلا از غده‌ها، تکه‌های ساقه یا بذرهای حاصل از ناآمیختگی[1] تکثیر می‌شوند، کل ژنوتیپ حفظ شده و انتخاب بر روی کل ژنوتیپ‌ها از بین کلون‌های مختلف موثر است.

کشاورزان از طریق شیوه‌های مختلف زراعی، به طور ناآگاهانه و آگاهانه دست به انتخاب می‌زنند (برای مثال تنک کردن گیاهچه‌های سبز شده، نشاکاری، حذف تیپ‌های خارجی؛ رعنا و همکاران، ۲۰۱۱؛ شکل ۱-۱۱). زمان و مکان انجام این عملیات ممکن است برخی از ژنوتیپ‌ها را به قیمت حذف سایر ژنوتیپ‌ها ارجحیت بخشد. ممکن است کشاورزان بذرها را از قسمت خاصی از مزارع خود انتخاب کنند که آن را به طور ویژه برای تولید بذرها مدیریت می‌کنند، یا بخشی از مزرعه را انتخاب کنند که شرایط خاک در آنجا بهتر باشد و یا برای تولید بذرِ باکیفیت آن قسمت را از علف‌های هرز پاکسازی کرده باشند.

1. Apomixis



شکل ۱۱-۱. زمان‌بندی متفاوت برای گزینش دانه برنج در نپال (برگرفته از رعنا، ۲۰۰۴ در هاجکین و همکاران، ۲۰۰۷، با کسب اجازه از انتشارات بین‌المللی بایوورسیتی اینترنشنال)

انتخاب ذرت در مکزیک، غالبا پس از برداشت و پیش از خرمن‌کوبی و زمانی انجام می‌پذیرد کـه ذرت کامل برای کاشت آتی محصول کنار گذاشته می‌شود. همچنین در مورد سورگوم یا ارزن مرواریدی در جوامع مختلف کشاورزی در آفریقا از این روش استفاده می‌شود. بنابر گزارش گوتام[1] و همکاران (۲۰۰۹) انتخاب مواد اولیه کاشت نسل بعدی در مزرعه در نپال امری معمول محسوب می‌شود و در غیر این صورت انتخاب بذر یا در مرحله ایستادن محصول یا در اولین باردهی انجام می‌گیرد، یعنی زمانیکه کشاورزان بهترین

1. Gautam

گیاهان یا بهترین میوه خردل برگ‌پهن[1]، گیاه لوفا[2] و خیار[3] را برای این منظور برمی‌گزینند. در سایر محصولات مانند تارو و لوبیا، کشاورزان پس از مصرف محصول، ماده تکثیر باقیمانده را به عنوان بذر نگهداری می‌کنند. به نظر گوتام و همکاران اقدامات کشاورزان تا حد زیادی به بیولوژی باروری گونه‌های اصلی مربوط است و به نظر می‌رسد که کشاورزان در انتخاب بذرِ گیاهان آزادگرده‌افشان دقت بیشتری به خرج می‌دهند.

تعیین اثربخشی و اهمیت انتخاب در طی فرآیند برداشت محصول شامل آزمایش‌هایی می‌شود که با شیوه‌های مختلف کشاورزی دخیل در تنوع زراعی- مورفولوژیکی و مولکولی در طی فصول زراعی در ارتباط است.

در گیاهان دانه‌های دگرگشن مانند ذرت یا ارزن مرواریدی ممکن است جریان ژن هنگام گلدهی واجد اهمیت باشد. هدف از انتخاب کشاورز در مراحل تولید و برداشت محصول مقابله با جریان ژن و نوترکیبی آن است تا از حفظ خصوصیات ترجیحی رقم اطمینان حاصل شود. در کامرون، بارنو[4] و همکاران (۲۰۰۹) دریافتند که در طول تولید و برداشت و با وجود ماهیت دگرگشن گیاه و وجود تیپ‌های وحشی و واسطه در مزارع کشاورزان و اطراف آن، انتخاب باعث حفظ مشخصات واریته‌ای می‌گردد.

سطوح و حالت‌های گزینش

انتخاب می‌تواند در بسیاری از سطوح عمل کند. ما فقط بر عملکرد انتخاب به نفع ژن‌های خاص تاکید ورزیده‌ایم. هنگامی که حالت‌های خاص ویژگی مورد نظر باشند نیز از انتخاب بهره گرفته می‌شود (برای مثال محتوا و کیفیت دانه، ارتفاع گیاه، رسیدگی گیاه، پیش‌بینی پذیری[5] و غیره). در این مورد، مسئله اصلی مبانی ژنتیکیِ تفاوت چنین ویژگی‌هایی در میان افراد است. اگر ویژگی ترجیحی به شدت ارثی باشد، فراوانی ژن‌هایی که برای آن کدگذاری می‌کنند، افزایش می‌یابد. به همین ترتیب، انتخاب را می‌توان بین جمعیت‌های مختلف یک گونه یا رقم انجام داد. انتخاب در این سطح، ترجیح یک جمعیت نسبت به سایر جمعیت‌ها، به این معنی خواهد بود که هرگونه تفاوت در ترکیب ژنتیکی آن جمعیت نسبت به سایر جمعیت‌ها، از نظر شیوع در گونه‌ها افزایش می‌یابد. وقتی منابع بذر یا «کشاورزان پیشرو[6]» نسبت به شبکه‌های

1. *Brassica juncea*
2. *Luffa cylindrical* L.
3. *Cucumis sativus* L.
4. Barnaud
5. Determinacy
6. Nodal farmer

بذری در ارجحیت باشند، چنین روندهایی قابل پیش‌بینی خواهد بود. سطح سوم از نگرانی بالقوه، به انتخاب میان ارقام مربوط می‌شود. ممکن است در این سطح کل یک رقم برای کشاورزان نامطلوب تلقی شود و ژن‌های خاص منحصر به آن از بین بروند.

نظریه انتخاب حالت‌های مختلفی را از جمله سوگیرانه، تثبیت‌کننده، مختل‌کننده، آگاهانه یا ناآگاهانه، زمانی و فضایی و دیگر مواردی را در برمی‌گیرد که در فصل چهارم به تفصیل به آن‌ها پرداخته شده است. به طور معمول انتخابی که بر روی یک جمعیت انجام می‌شود به صورت یک روش واحد و به منظور کسب یک ویژگی واحد انجام نمی‌گیرد. در عوض، چندین روش به صورت هماهنگ با یکدیگر عمل می‌کنند. مشهورترین روش‌ها آن دسته از انتخاب‌هایی است که توسط کشاورز (اصطلاحا انتخاب مصنوعی) و در تعامل با موارد منتخبِ محیط مزرعه (انتخاب اکولوژیکی یا «انتخاب طبیعی») صورت می‌گیرد. کشاورزان به منظور چیره شدن بر چالش‌های محیطی و تولید محصول (یعنی سازگاری آن‌ها با محیط مزرعه)، گیاهان را از میان جمعیت‌ها یا منابع مختلف بذر جمعیت برمی‌گزینند و در واقع ارقام مختلفی را با توجه به ظرفیت درک شده یا آگاهانه این گونه‌ها مورد انتخاب قرار می‌دهند.

تا آنجایی که ۱) انتخاب کشاورز به خوبی در ارقام ژنتیکی و برای شرایط خاص منعکس گردد و ۲) ویژگی‌های محیطی برای آن مزرعه نسبتا پایدار باشد به طوری که بهره‌وری حفظ شود، فراوانی ژن‌های گیاهان انتخاب شده نیز افزایش خواهد یافت. به این ترتیب انتخاب «مصنوعی» و انتخاب طبیعی یکدیگر را تقویت می‌کنند. رقمی که به سبب تحمل برخی بیماری‌ها یا تنش‌ها و استفاده برای مقاصدی خاص شهرت دارد و در واقع همانطور که انتظار می‌رود عمل می‌کند، برای کشاورز و آینده تکاملی ژن‌هایی که حمل می‌کند سودمند خواهد بود. ژن‌های اهلی‌سازی (مانند غلاتِ مقاوم در مقابل ریزش دانه[1]) که یک مثال کلاسیک محسوب می‌شوند، این مزیت را برای کشاورز به همراه دارد که بذر را تا زمان برداشت حفظ می‌کند و بنابراین تعداد دانه انتخاب شده برای کاشت افزایش می‌یابد –خواه انتخابِ کشاورزان آگاهانه باشد یا ناآگاهانه.

کشاورزی سنتی در جوامعی صورت می‌گیرد که به درجات مختلف بر اساس خویشاوندی، موقعیت مکانی یا شرایط محیطی ساختار یافته‌اند. اعضای جامعه بذر، دانش و تنوع اکولوژیکی را نیز به درجات مختلف به اشتراک می‌گذارند. در نتیجه ملغمه‌ای از تصمیم‌گیری‌ها به وجود می‌آید که یک وضعیت

1. Non-shattering cereals

«چند آشیانه بوم‌شناختی» را در پی خواهد داشت. انتظار می‌رود که چنین الگویی تنوع را بیش از رسوم، مقررات، بازار، کاربری‌ها و محیط‌های یکنواخت حفظ کند. این امر به مستندسازی تنوع معیارهای انتخاب در میان کشاورزان اهمیت بیشتری می‌بخشد و به پذیرش این امر که در اکثر نظام‌های زراعی سنتی، یک ژنوتیپ متناسب با همه کشاورزان، شرایط تولید یا موارد استفاده وجود ندارد یاری می‌رساند.

بررسی انتخاب در نظام‌های زراعی

در حالی که روش‌های مختلف مشارکتی و توصیف اهمیت عوامل محیطی، اجتماعی و اقتصادی ممکن است نشانگر اهمیت نسبی نیروهای انتخابی مختلف در حفظ یا تغییر تنوع در ارقام سنتی باشد، اما تحقیقاتِ به طور ویژه برنامه‌ریزی‌شده‌ای مورد نیاز است تا به بررسی اهمیت انواع مختلف انتخاب یا سایر فرآیندهای تکاملی در تعیین تنوعِ موجود، اهمیت نسبی نیروهای انتخابی مختلف و مراحل تولید محصول که در آن انتخاب بسیار مهم است بپردازد. نیاز است که این قبیل تحقیقات فرآیندهای حفظ ارقام برای مجموعه انتخاب شده ارقام مختلف را به همراه داده‌های زراعی- مورفولوژیکی و مولکولیِ جمع‌آوری شده به حد کفایت تشریح کند و به گونه‌ای باشد که اجازه دهد اثرات نیروهای تکاملی مختلف تفکیک و بررسی شود. در کادر ۱۱-۱ دو نمونه تحقیقاتی ارائه گردیده که در آن‌ها اثرات انتخاب بر تنوع به طور جزئی مورد بررسی قرار گرفته است.

الگوهای تامین بذر: «نظام بذر»

تجزیه و تحلیل نظام‌های بذر و شبکه‌های تبادل آن سهم اساسی در درک عواملی دارد که باعث حفظ یا محدودیت تنوع می‌شوند. در حالت مطلوب، چنین تجزیه و تحلیلی درک ۱) هویت و تعداد ارقام مختلفِ گیاهان زراعی مختلفی را در بر می‌گیرد که توسط کشاورزانِ منفرد نگهداری و حفظ می‌شوند و نسبت بذرهای ذخیره شده در مقابل بذرهای مبادله شده، و ۲) ماهیت و میزان روابط تبادل بذر میان کشاورزان یا جوامع و روش‌هایی که آن‌ها برای محصولات یا ارقام مختلف ایجاد می‌کنند را در نظر می‌آورد.

کادر ۱۱-۱. تجزیه و تحلیل انتخاب گیاه جو در ساردنی[۱] و ارزن مرواریدی در نیجر

الف) ساختار ژنتیکی ارقام بومی جو در ساردنی

عدم تعادل لینکاژی دوژنی چندجایگاهی[۲] (LD) و ساختار جمعیتی آن‌ها در ۱۱ جمعیت نژاد بومی جو[۳] در ساردنی، با استفاده از ۱۳۴ نشانگر چندشکلی تکثیریافته توالی ساده غالب[۴] بررسی شد. تجزیه و تحلیل واریانس مولکولی برای این نشانگرها نشان داد که جمعیت‌ها تا حدی متفاوت بودند (G_{ST}=۰/۱۸) و در سه منطقه جغرافیایی قرار می‌گرفتند. تقسیم‌بندی جامعه‌های پایدار با چندجایگاه ژنی به اجزای مختلف نشان داده شده است که رانش ژنتیکی و اثرات بنیان‌گذار نقش عمده‌ای در تعیین ترکیب کلی ژنتیکی تنوع در این جمعیت‌های نژاد بومی ایفا می‌کنند، اما همگن‌سازی اپیستازی[۵] یا تنوع‌یابی انتخاب نیز در این میان وجود دارد. تجزیه و تحلیل ساختار چندلوکوسی یا چند جایگاه ژنی در این جمعیت‌های نژاد بومی جو نشان داد که ساختار ژنتیکی آن‌ها با تلاقی‌های مرکب و جمعیت‌های طبیعی جو وحشی متفاوت است (رودریگز و همکاران، ۲۰۱۲).

ب) انتخاب به منظور گلدهی زودهنگام ارزن مرواریدی در نیجر

نمونه‌های ارزن مرواریدی در سال ۲۰۰۳ از ۷۹ روستا در مناطق مختلف تولیدی کشور جمع‌آوری شده و با توجه به نام‌های ارقام، صفات مورفولوژیکی و نشانگرهای مولکولی با نمونه‌های جمع‌آوری شده در سال ۱۹۷۶ مقایسه شدند. با وجود فشارهای اجتماعی–اقتصادی و اقلیمی قابل توجه در طی بیش از ۲۵ سال، هیچ مدرکی دال بر کاهش تنوع در کشور وجود نداشت. در حقیقت تعداد نام‌های ارقام به میزان قابل توجهی افزایش یافته است و مقادیر مشابهی از تنوع کشاورزی–مورفولوژیکی و ژنتیکی تشخیص داده شد. یک تغییر عمده در فراوانی ژن‌های مرتبط با گلدهی زودهنگام وجود داشت. اعتقاد بر این است که این تغییر نشان دهنده افزایش تنش آب و هوایی در منطقه است. در مقایسه با نمونه‌های سال ۱۹۷۶، نمونه‌های جمع‌آوری شده در سال ۲۰۰۳ چرخه عمر کوتاه‌تر و کاهش اندازه گیاه و سنبله را نشان دادند. فراوانی یک آلل زودگل در جایگاه ژنی PHYC بین سال‌های ۱۹۷۶ و ۲۰۰۳ افزایش یافته بود. این افزایش از اثر رانش و نمونه‌برداری بیشتر بوده و نشان دهنده تاثیر مستقیم انتخاب به منظور زودرس بودن این ژن است. مولفین این تحقیق نتیجه گرفتند که خشکسالی‌های مکرر به انتخاب گونه زودگل در این محصول عمده منطقه ساحل صحرا[۶] منجر شده است (بزنچون و همکاران، ۲۰۰۹؛ ویگورو و همکاران، ۲۰۱۱b).

---

۱. Sardinia: جزیره‌ای در دریای مدیترانه با مرکزیت شهر کالیاری که جزو قلمرو ایتالیا محسوب می‌شود (مترجم).

2. Multi-locus digenic linkage disequilibria

3. *Hordeum vulgare*

4. Simple-sequence amplified polymorphism marker

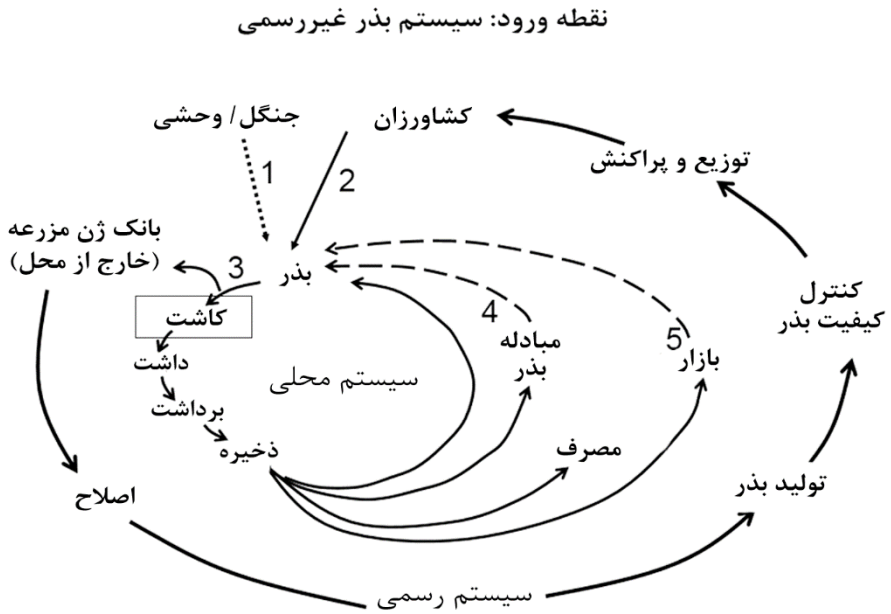
5. Epistatic homogenizing

۶. Sahel: ساحل صحرا منطقه‌ای اکولوژیکی است که در جنوب صحرای بزرگ آفریقا و شمال ساوانای سودان واقع شده است (مترجم).

هاجکین[1] و همکـاران (۲۰۰۷) نظام‌هـای بذر گـیـاهـان زراعی و همچنین پوتاسو[2] و همکاران (۲۰۱۳) شبکه‌های تبادل بذر را به طور جامع مورد بررسی قرار داده‌اند. در فصل‌های پیشین، به ویژه در فصل هشتم، برخی از ویژگی‌های نظام‌های تهیه بذر که برای ارقام سنتی از اهمیت برخوردار هستند شرح داده شده است. هاجکین و همکاران در مورد روش‌هایی بحث کرده‌اند که طی آن‌ها ویژگی‌های مختلف نظام‌های بذر به جریان ژن، مهاجرت، انتخاب و نوترکیبی کمک می‌کنند و بر اهمیت حفظ سطح تنوع بالا در نظام‌های بذر ضمن حصول اطمینان از وجود ارقام خاص جهت تامین نیازهای کشاورزان تاکید ورزیده‌اند. توماس[3] و همـکاران (۲۰۱۱) در تحقیق خود بر ارتباط عوامل اجتماعی و فرهنگی با ویژگی‌های ژنتیکی در نظام‌های بذر و تاثیری که بر حفظ و نگهداری ارقام سنتی گـیـاهـان زراعی داشـته اسـت، تاکید کرده‌اند. پوتاسو و همکاران (۲۰۱۳) بر استفاده از طیف وسیعی از رویکردهای مختلف برای تجزیه و تحلیل نظام‌های بذر تأکید دارند. این رویکردها مطالعات قومی و توصیفی، کار مشارکتی با کشاورزان، تجزیه و تحلیل‌های مبتنی بر جغرافیای زیستی، مطالعات تجربی (انتشار بذر)، بررسی همبستگی‌ها و متاآنالیزها را شامل می‌شود. همه این رویکردها، همراه با مطالعات ژنتیکی و اطلاعات مناسب از منابع محیطی، اکولوژیکی، اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی قادر هستند راه‌های کمک نظام بذر به الگوهای مشاهده شده از نظر تنوع زراعی، رقمی و ژنتیکی را کشف کنند.

در حالیکه ارقام مدرن معمولا از منابعی مشخص (شرکت‌های تولید بذر، تامین‌کنندگان دولتی یا خصـوصی محلی) خریداری می‌شوند، ارقام سنتی هر ساله توسط کشاورزانی که آن‌ها را پرورش می‌دهند، حفظ می‌شوند و یا از بازارهای محلی تهیه می‌گردند. تامین‌کنندگان بذر تجاری و منابع دولتی اغلب «نظام بـذر رسمی» نامیده می‌شونـد، در حالـیکه به حفظ و نگهداری بذر توسط کشاورزان و مبادلاتی کـه بین کشاورزان منفرد انجام می‌گیرد یا مبادله بذر در بازارهای محلی «نظام بذر غیررسمی» گفته می‌شود. همانطور کـه در شـکل ۱۱-۲ نشان داده شده است، این دو نظام به طور کلـی جـدای از یکدیگر نیستند. بسیاری از کشاورزان بذر ارقامی را که از نظام رسمی منشأ گرفته‌اند، همچون ارقام مدرن و اصلاح شده ذخیره و مبادله می‌کنند و با گذشت زمان، دورگ‌گیری می‌کنند (بلون و ریزوپولوس، ۲۰۰۱). به همین ترتیب ارقام سنتی مرسوم اغلب توسط فروشندگان بذر تجاری در بازارهای محلی یا منطقه‌ای به فروش می‌رسند.

1. Hodgkin
2. Pautasso
3. Thomas



شکل ۱۱-۲. نظام‌های محلی و رسمی تامین بذر: دو نظام موازی با تعامل نسبتا کم[1]

شبکه‌های تبادل بذر نقشی اساسی در حفظ و نگهداری ارقام سنتی دارند. این شبکه‌ها به کشاورزان کمک می‌کند تا هدف خود که در اختیار داشتن بذر کافی از ارقام مورد نظرشان در زمان مناسب است را برآورده سازند (ولتزین و فوم‌بروک، ۲۰۰۱)، به بذرهای ارقامی که ممکن است از دست داده باشند دسترسی پیدا کنند و به آن‌ها کمک می‌کند تا ارقام جدیدی را که متناسب با شرایط متغیر یا نیازهایشان است به دست آورند. شبکه‌های تبادل بذر همچنین به جریان ژن و مهاجرت کمک می‌کند، ارقام را در محیط‌های تولید جدید قرار می‌دهد و حداقل تا حدی از توسعه زیرتوده‌های منحصر به فرد کشاورزان جلوگیری می‌کند.

تحلیل شبکه راهی را برای کاوش در طبیعت و پویایی حفظ ارقام توسط کشاورزان و جوامع فراهم می‌آورد. یک شبکه بذر را می‌توان مجموع عملیاتی دانست که تداوم نگهداری و در دسترس بودن ارقام سنتی در یک منطقه را تضمین می‌کند. این امر حفظ ارقام فردی توسط کشاورزانی را شامل می‌شود که بذر خود را ذخیره می‌کنند و همچنین انتقال بذر از طریق مبادله، خرید و فروش و اهدا یا معاوضه را در بر می‌گیرد. در حالی که مبادله یا معاوضه به طور معمول بین کشاورزان منفرد رخ دهد، خرید و فروش می‌تواند

1. Modified from Almekinders and de Boef 2000, *Encouraging Diversity: The Conservation and Development of Plant Genetic Resources*, courtesy of Practical Action Publishing.

در بازارهای محلی نیز صورت پذیرد. اهدای بذر در بسیاری از جوامع بخش مهمی از فرهنگ محلی محسوب می‌شود و غالبا بخشی از رسوم مربوط به ازدواج یا سایر رویدادهای مهم را شامل می‌شود.

بسته به عواملی از جمله ناهمگنی محیط، سازگاری ارقام مختلف و میزان ارتباط بین جوامع، گستره جغرافیایی شبکه‌های تبادل بذر می‌تواند وسیع باشد. در مناطق وسیع، عوامل جغرافیای زیستی یا محیطی ممکن است از اهمیت بیشتری برخوردار باشد، در حالی که در سطوح محلی جنبه‌های اجتماعی و فرهنگی مهم‌ترین نقش را ایفا می‌کند. در عمل بیشترین تبادل بذر درون یا میان جوامع مجاور با مسافت کمتر از ۱۰ کیلومتر اتفاق می‌افتد (چمبرز و براش، ۲۰۱۰). با این حال امکان دارد تبادل بذر در مناطق بسیار وسیع‌تر اتفاق بیفتد. در پرو و به عنوان بخشی از روش‌های سنتی تولید و مدیریت، ارقام سیب‌زمینی بین ارتفاعات مختلف جابجا می‌شود (زیمرر، ۱۹۹۶). بنابر گزراش والدیویا[1] (۲۰۰۵)، رقم ایسلنیو[2] از غده بذری یام[3] بین میکروسنترهایی[4] در پرو و بولیوی جابجا شده و این رقم در بازارهایی با فاصله بیش از ۸۰۰ کیلومتر از یکدیگر خرید و فروش گردیده است.

از آنجایی که مقدار اطلاعات مورد نیاز در تحلیل نظام‌های بذر ممکن است زیاد باشد، احتمالا فقط اطلاعات زیرمجموعه‌ای از کل تنوع زراعی در هر جامعه جمع‌آوری خواهد شد و یک راهبرد مناسب جهت نمونه‌گیری مورد نیاز خواهد بود که بر جایی متمرکز شود که به نظر می‌رسد نظام بذر عامل اصلی در تعیین الگوهای تغییر باشد. راهبرد نمونه‌گیری باید برای آزمایش یا تایید یافته‌های حاصل از مصاحبه‌ها و بحث‌های گروهیِ (مشروح در فصل‌های پیشین) طراحی شود. برای درک اهمیت نسبی نیروهای تکاملی مختلف، به تحلیل ژنتیکی نمونه‌های مختلف بذر نیاز است. برخی از مهم‌ترین ملاحظات در بندهای زیر به طور خلاصه بیان می‌شود.

شیوه‌های حفظ و مبادله بذر برای محصولات مختلف به وضوح متفاوت است. اهمیت محصول زراعی در معیشت کشاورزان و امنیت غذایی از ملاحظات اصلی به شمار می‌آید. به نظر می‌رسد نظام‌های بسیار پیشرفته و پیچیده‌ترِ بذر تا حد زیادی با گیاهان زراعی اصلی مرتبط هستند، در حالیکه در مورد محصولات فرعی که کشاورزان می‌توانند در صورت در دسترس نبودن بذر، برای یک فصل برنامه‌های تولید آن‌ها را کنار بگذارند، نقش چندانی ایفا نمی‌کنند. نظام به‌نژادی و روش تکثیر نیز از ملاحظات حائز اهمیت بر شمرده می‌شوند، زیرا نسبت به گیاهان خودگشن یا گیاهانی که از یک کلنی تکثیر یافته‌اند، گیاهان

1. Valdivia
2. Isleño
3. Oca (*Oxalis tuberosa*)
4. Microcenter

دگربارور برای حفظ ویژگی‌های خود به انتخاب مداوم و آگاهانه نیاز بیشتری دارند. بنابراین می‌توان این پرسش را مطرح نمود که آیا شبکه‌های بذرِ محصولات دگرگشن با منابع تامین‌کننده کمتر اما ایمن‌تر (برای مثال کشاورزان پیشرو) و محصولات خودگشن با تعداد بیشترِ افراد مبادله‌کننده مرتبط هستند؟ مقدار بذر مورد نیاز نیز متغیر مهمی خواهد بود که بازتاب دهنده خصوصیات تولید بذر محصولات (تعداد دانه در هر میوه) و نیز سطح مورد استفاده برای محصول است. ویژگی‌های فرهنگی-اجتماعی نیز حیاتی خواهند بود. در بعضی از فرهنگ‌ها ارقام خاصی در رویدادهای مهم (مانند ازدواج) در قالب هدیه اهدا می‌شوند و نمی‌توان آن‌ها را به طور عادی از هر منبع مناسبی تهیه کرد.

خصوصیات هر شبکه معمولا با تحلیل مقدار مبادله در یک جامعه، فراوانی نسبی مبادله در مقایسه با استفاده از بذر ذخیره شده و منابع بذر مورد استفاده کشاورزان هنگام تهیه بذر شکل می‌گیرد. در بسیاری از موقعیت‌ها، اعضای خانواده منابع ترجیحی هستند و به دنبال آن‌ها همسایگان، سایر اعضای خانواده و بازارهای محلی قرار دارند. داده‌های مربوط به مبادله ارقام مختلف را می‌توان با پیروی از الگوهای تبادل و ردیابی منابع بذر مورد استفاده توسط نمونه‌ای از کشاورزان در یک جامعه، تکمیل کرد. چنین تحلیلی به فرد امکان می‌دهد تا تصویری کلی از شبکه ایجاد کرده و اهمیت نسبی تامین‌کنندگان مختلف و میزان وجود یک شبکه پیچیده یا مجموعه‌ای از شبکه‌های مختلف را تعیین کند (سوبدی و همکاران، ۲۰۰۳). همانطور که در فصل پنجم مورد بحث قرار گرفت، بدیهی است که هرگونه تحقیق باید نسبت به مشکلات شناسایی و نام‌های موجود حساس باشد، به ویژه هنگامی که کشاورزان تمایل دارند نام ارقامی را که از جاهای دیگر به دست آورده‌اند، تغییر دهند.

در حالی که نسبت دانه‌های مبادله شده ممکن است در هر سال بسیار کم باشد و فقط گروه کوچکی از کشاورزان را شامل شود، با گذشت زمان تعداد قابل توجهی از کشاورزان دیر یا زود ممکن است در مبادلات برخی از ارقام خود دخیل شوند. بنابراین، بانیا[1] و همکاران (۲۰۰۳) دریافتند که در حالیکه ۹۰ درصد از کشاورزان بذر ارزن انگشتی خود را در هر سال ذخیره می‌کردند، حدود ۸۰ درصد بذرهای خود را در یک زمان، عمدتا پس از حدود سه سال، تغییر داده‌اند. با گذشت زمان و حتی با تبادل نسبتا محدود، مشخص شده است که ارقام مختلفی از طریق شبکه غیررسمی گسترش می‌یابند. مشخص شد که رقم جدیدی از برنج پانزده سال پس از معرفی آن به یک کشاورز، توسط حدود ۷۳ درصد از کشاورزان در بخش غربی کشور غنا کشت شده است (مارفو و همکاران، ۲۰۰۸).

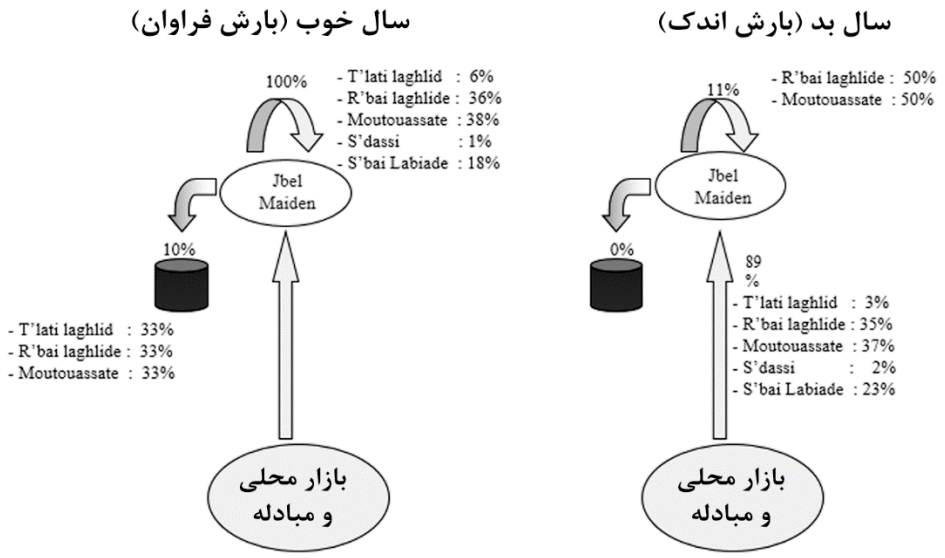
1. Baniya

در بعضی موارد، روش‌های آماری کلاسیک مانند رگرسیون چندگانه (به فصل ۹ مراجعه نمایید) یا دسته‌بندی[1] (به فصل ۶ مراجعه نمایید) ممکن است در توضیح همبستگی میان نظام‌های بذر و سایر عوامل مفید باشند. با این‌حال، غالبا ممکن است داده‌های نظام بذر نادرست باشند، یا ممکن است خانواده‌ها فقط بخشی از نوع خاصی از منبع بذر یا نظام تبادل بذر را در مالکیت خود داشته باشند. یک روش تحلیل سازمان یافته برای برخورد با مجموعه داده‌های نادقیق (مانند درصد منبع بذر) که اجازه مالکیت جزیی را می‌دهد «منطق فازی[2]» است که طی آن گروه‌های جزئی یا نادقیق «مجموعه‌های فازی» نامیده می‌شوند (بالدوین، ۱۹۸۱). این روش با داده‌هایی سروکار دارد که ممکن است کاملا متعلق به یک گروه یا گروه‌های دیگر نباشند. به گروه‌های مختلف می‌توان درصد متفاوتی از عضویت را اختصاص داد، که از اعضای کامل (برای مثال فرد همیشه از بذر شخصی خود استفاده می‌کند) تا عضویت جزئی (برای مثال ۳۰ درصد از اوقات، فرد از بذر شخصی خود استفاده می‌کند)، تا عدم عضویت (برای مثال هرگز از بذر خود استفاده نمی‌کند) متغیر است.

تحلیل نظام‌های بذر در هر جامعه باید طی چند سال و در زمانی که ممکن باشد انجام شود. در یک سال خوب، کشاورزان کمتر به تبادل بذر روی می‌آورند، در حالی که در سال‌های بد که عملکرد ضعیف است، ممکن است کشاورزان به منابع تامین جدید و قابل توجهی وابسته باشند. اگر کل جامعه سال سختی را سپری کرده باشد، باید از بازارهای محلی استفاده کند یا به دنبال تامین بذر از جوامع دیگر باشد (شکل ۱۱-۳). نکته قابل توجه در مطالعه در مراکش این است که کشاورزان تمایل دارند از همان ارقام در سال‌های خوب یا بد استفاده کنند؛ فقط منبع ارقام از خودشان به بازار تغییر می‌کند (سادیکی و همکاران، ۲۰۰۷). در بعضی از جوامع ممکن است برخی از کشاورزان منبع مشترک بذر تعدادی از ارقام مختلف برای سایر کشاورزان باشند (سابدی و همکاران، ۲۰۰۳). اینها به عنوان کشاورزان پیشرو شناخته شده‌اند (همچنین به فصل ۸ مراجعه نمایید)، و آن‌ها نیز ممکن است سال به سال تغییر کنند. هر دوی این پدیده‌ها بر الگوهای مشاهده شده از تنوع ژنتیکی تاثیر خواهند گذاشت.

عملکرد شبکه بذر، تعادل بین حفظ بذر توسط کشاورزان فردی و مبادله، الگوهای مبادله و تغییراتی که سال به سال مشاهده می‌شوند، مشخصا عوامل اصلی و تعیین‌کننده ویژگی‌های مشاهده شده در حفظ ارقام و میزان و توزیع تنوع ژنتیکی هستند که از طرق مختلف بر مهاجرت، جریان ژن، گزینش و اندازه جمعیت تاثیر می‌گذارند.

1. Ordination
2. Fuzzy logic



شکل ۱۱-۳. الگوهای متضاد جریان بذر ارقام مختلف باقلا در یک دهکده در مراکش طی یک سال خوب و بد (اقتباس از سادیکی و همکاران، ۲۰۰۵، با کسب اجازه از IPGRI).

در جایی که کشاورزان بذرهای خود را سالیانه نگهداری می‌کنند، زیرجمعیت‌های یک رقم بسته به روش‌های مدیریت کشاورزان برای مواد تکثیری خود، ویژگی‌های خاص مورد نظر و ماهیت زمین آن‌ها ویژگی‌های خود را تطبیق می‌دهند. تبادل بذر نوعی مهاجرت یک جمعیت به مکانی دیگر است. در صورتی که کشاورزان پیشرو منبع مهم تبادل بذر باشند، تمایل به رشد جمعیت مشابه در طیف وسیعی از مکان‌های مختلف وجود دارد، بنابراین مهاجرت با یک فرآیند همگن‌سازی همراه خواهد بود. اگر جایگزینی کامل صورت نگیرد -یعنی کشاورزان مقداری بذر جدید به دست آورند و آن را با بذرهای خود مخلوط کنند- ممکن است در نتیجه تلاقی در سال بعد، جریان ژن رخ دهد. این امر با نوترکیبی، ایجاد ترکیبات جدیدی از ژن‌ها و ژنوتیپ‌های جدید همراه خواهد بود که کشاورزان اجازه می‌دهد انواع ترجیحی خود را انتخاب کنند. به همین ترتیب در سال‌های نامطلوب که طی آن اکثر کشاورزان یک جامعه مجبور به تهیه بذر از بازارهای محلی هستند و یک جمعیت متنوع ایجاد می‌کنند که طی سال‌های متوالی ممکن است از طریق انتخاب فردی کشاورز زیرجمعیت‌های جدید ایجاد شود.

بحث فوق بیشتر به ارقام گیاهان زراعی مربوط است که به طور گسترده در هر منطقه پخش می‌شوند. همانطور که در فصول قبلی ذکر شد، بسیاری از ارقام (اغلب بیش از ۵۰ درصد) فقط توسط یک یا دو

کشاورز در مناطق کوچک نگهداری و حفظ می‌شوند. اهمیت تبادل بذر برای این ارقام احتمالا کم است، اما مطالعات انجام شده در مورد تبادل ارقام به طور کلی تمایز چندانی بین ارقامی که به طور گسترده کشت و کار شده‌اند و آن‌هایی که نادر هستند، نشان نداده است.

ارقام مختلفی که به عنوان زیرجمعیت حفظ و نگهداری می‌شوند و گهگاه بین کشاورزان ردوبدل می‌شوند را می‌توان فراجمعیت[1] قلمداد کرد - یعنی گروهی از جمعیت‌های یک رقم که از نظر مکانی از هم جدا شده‌اند و در برخی از سطوح با هم تعامل دارند (به عنوان مثال به پژوهش اسلاتکین[2] (۱۹۷۷) رجوع کنید). علاقه به استفاده از رویکردهای فراجمعیتی برای تجزیه و تحلیل الگوهای توزیع تنوع ژنتیکی در ارقام زراعی به طور روزافزون افزایش می‌یابد. به نظر می‌رسد الگوهای پیوسته انقراض محلی و به دنبال آن معرفی ارقام جدید نشان می‌دهد که رویکردهای فراجمعیتی به ویژه بایکدیگر در ارتباط هستند. با این حال بنابر نظر ون هیرواردن[3] و همکاران (۲۰۱۰) اطلاعات اندکی در مورد نوع مورد نیاز برای انطباق رویکردهای فراجمعیتی با واقعیت‌های مدیریت تنوع زراعی کشاورزان موجود است. آن‌ها معتقد هستند که در جریان تحقیقات باید میان جایگزینی، مقدار مهاجرت و فراوانی مهاجرت تفاوت قائل شد و در محصولات دگرگشن باید جریان گرده و اثر آن نیز مورد مطالعه قرار گیرد.

ابعاد اجتماعی، مکانی و زمانی ارقام سنتی و اکوسیستم زراعی

تنوع موجود در درون و میان ارقام یک گیاه تحت تاثیر ابعاد مکانی، زمانی و جامعه و همچنین تصمیمات جداگانه کشاورزان قرار می‌گیرد. در این بخش برخی از جنبه‌های این دیدگاه‌های بسیار گسترده در نظر گرفته شده و برخی از رویکردهای تجزیه و تحلیل آن‌ها پیشنهاد شده است.

ابعاد اجتماعی

شماری از تصمیمات که موثر بر حفظ تنوع نه توسط تک‌تک کشاورزان منفرد بلکه از سوی کل یک جامعه اتخاذ می‌شود. موارد موثر بر مدیریت یک منبع که کل جامعه باید به آن دسترسی داشته باشند و مستلزم انجام اقدامات جمعی است، در زمره این تصمیمات قرار می‌گیرد (به فصل ۸ مراجعه کنید). در مناطق دارای شالیزارهای برنج این امر اغلب شامل تصمیماتی است که مربوط به مدیریت منابع آب یا منعکس‌کننده آن

1. Metapopulation
2. Slatkin
3. Van Heerwarden

است. بنابراین در مناطقی از سریلانکا که آب از دریاچه‌های مصنوعی (که مخازن کوچک نامیده می‌شود) تامین می‌شود، مقدار زمین مورد استفاده برای تولید برنج توسط فرآیندهای اجتماعی مورد پذیرش تعیین می‌شود که میزان دسترسی به آب مورد انتظار برای فصل زراعی آینده را در نظر می‌گیرند (شاه و همکاران، ۲۰۱۳). این امر به نوبه خود می‌تواند بر تخصیص زمین برای محصولات تأثیر بگذارد. تخصیص زمین تحت الگوهای کشت متناوب[1]، دسترسی به جنگل برای تولید محصولات جنگلیِ طبیعی که معیشت و مدیریت آب مکمل ایجاد کند از مثال‌های دیگر فعالیت‌های جمعی هستند که می‌توانند تصمیمات فردی کشاورزان را تحت تاثیر قرار دهند (سوالو و همکاران، ۲۰۰۱). اینها به نوبه خود می‌توانند بر دسترس‌پذیری زمین و نیروی کار تاثیر بگذارند و از این طریق بر محصولات و ارقام مورد کشت و کار موثر واقع شوند.

ابعاد مکانی

درک و آشنایی کامل با الگوهای توزیع و پراکنش تنوع ژنتیکی گیاهان غالبا شامل درک ابعاد منظر - یعنی منطقه‌ای وسیع‌تر از منطقه محدود شده توسط یک جامعه یا روستای خاص- است (مک‌نیلی و اسشر، ۲۰۰۲). منظرها را می‌توان مناطقی در نظر گرفت که دارای تعدادی ویژگی یا خصوصیت مشترک و بزرگ‌تر از روستاها یا جوامع منفرد هستند. منظرها ممکن است واجد حوضه‌های آبخیز یا سایر ویژگی‌های جغرافیایی در مقیاس بزرگ باشند. ویژگی مهم یک رویکرد منظرمدار، شناخت ارزش کاوش مقیاس‌های مکانیِ بزرگ‌تر از مزرعه یا روستا است.

منظرها معمولا موزاییک‌هایی از ویژگی‌ها و روش‌های مختلف کاربری زمین هستند و ممکن است انواع مختلفی از تولید در ارتفاعات یا مناطق مختلف را شامل شوند. از نظر دسترسی به آب، نوع خاک و سایر جنبه‌های فیزیکی مانند شیب و ارتفاع، منظرها احتمالا تنوع بیشتری نسبت به هر روستا یا جامعه منفرد دارند و بنابراین ممکن است حاوی تنوع وسیع‌تری از ارقام سازگار با شرایط مختلف باشند. آن‌ها همچنین مناطق تولیدی تخصصی مانند باغ‌های خانگی (اگرچه در مقیاس‌های روستا و مزرعه نیز مهم هستند) و مناطق جنگلی، زمین‌های غیرحاصلخیز، راهروهای رودخانه‌ای[2]، جاده‌ها و گذرگاه‌ها را در بر می‌گیرند. این‌ها محیط‌هایی را فراهم می‌کنند که در آن‌ها تنوع زیستی مختلف ممکن است با ارقام سنتی همزیستی داشته باشند و خدمات مهم اکوسیستم از جمله گرده‌افشانی، میزبان‌های جایگزین برای آفات و بیماری‌ها، علف‌های هرز، و خویشاوندان وحشی محصولات و غیره را ارائه نمایند.

1. Shifting cultivation
2. Riparian corridor : راهروهای ساحلی، مناطقی بعنوان رابط خشکی و رودخانه یا جویبار هستند

افزایش تنوع در ویژگی‌های محیطی که یک منظر را در مقایسه با یک مزرعه یا جامعه توصیف می‌کند، ممکن است با افزایش تنوع در طیف وسیعی از متغیرهای اقتصادی-اجتماعی مانند قومیت و سطح درآمد و همچنین در محصولات و ارقام مورد پرورش مختلف همراه باشد. یک مثال خوب در محصولات و ارقام مختلفی که با ارتفاع در مناظر یا محیط‌های طبیعی آند ارتباط دارند یافت می‌شود (براش، ۲۰۰۰). نه تنها محصولات خاص در ارتفاعات مختلف کاشته می‌شوند، بلکه ارقام نیز تغییر می‌کنند. این در تضاد با شرایط توصیف شده برای ذرت در یوکاتان[1] است، جایی که تنوع موجود در یک دهکده مشخصه کل منطقه بود (فصل ۵). ضرورت تجزیه و تحلیل سطح منظره احتمالاً سطح متفاوتی از جزئیات را با افراد مرتبط با جوامع و مزارع خاص در بر می‌گیرد و باید در مورد اینکه چه اطلاعاتی ممکن است ارزش جمع‌آوری داشته باشند و نحوه جمع‌آوری آن‌ها، به طور دقیق اندیشید. با این حال، با استفاده از روش‌های نمونه‌گیری طبقه‌ای مناسب، مطالعات منظر می‌توانند الگوها و روندهایی را نشان دهند که ممکن است در بیشتر سطوح محلی قابل مشاهده نباشند، همانطور که توسط زیمرر (a۲۰۰۳) برای سیب‌زمینی و اولوکو[2] در آند، بازنچون و همکاران (۲۰۰۹) برای سورگوم و ارزن مرواریدی در نیجر و ذرت در چیاپاس[3] مکزیک (براش و پراسلز، ۲۰۰۷) نشان داده شده است.

در مقیاس منظر، فرآیندهای تکاملی ازجمله انتخاب، جریان ژن و مهاجرت دارای بیشترین اهمیت هستند. هنگامیکه کشاورزان مختلف در جوامع گوناگون، اهداف متفاوتی را دنبال می‌کنند و با شرایط به کلی متفاوتی دست و پنجه نرم می‌کنند، ممکن است تشخیص انتخاب پیچیده‌تر گردد. به این سبب که جوامع زراعی نهاده‌های کشت خود را در بازار یا سایر بخش‌های نظام بذر به اشتراک می‌گذارند، جریان و مهاجرت ژن ممکن است خود را در فرآیندهای اختلاط و ترکیب نمودار کند. جریان ژن ممکن است در نتیجه دگر گرده‌افشانی[4] نیز روی دهد، اما به نظر می‌رسد این امر بیش از آنکه در سطح منظر رخ دهد، بیشتر یک رخداد محلی قلمداد می‌شود.

داشتن دیدگاه نسبت به مقیاس‌ها در کشف الگوهای تنوع در انواع مختلف نظام‌های تولید حایز اهمیت است. باغچه‌های اطراف خانه و کشت متناوب، دو نمونه متضاد از مقیاس محسوب می‌شوند. باغ‌های خانگی یکی از ویژگی‌های مهم بسیاری از نظام‌های تولیدی است که غالبا تنوع زیادی (از نظر گونه و رقم) در آن‌ها

1. Yucatán
2. Ulluco
3. Chiapas
4. Cross-pollination

حفظ می‌گردد (آیزاگیره و لینارس، ۲۰۰۴). در بوم‌نظام‌های کشاورزی پیچیده و چندلایه گونه‌های درختی، درختچه‌ای و اشکوبی مانند سبزیجات، علف‌ها و گیاهان دارویی در یک منطقه کوچک با یکدیگر ترکیب می‌شوند. در بسیاری از جوامع، زنان نقش مهمی در مدیریت باغ‌های خانگی ایفا می‌کنند. در مقایسه با محصولات کشت شده در مزارع، محصولات باغ‌های خانگی به لحاظ جمعیت اندازه‌ای کوچک دارند. در این باغ‌ها فقط چند گیاه از هر محصول خاص پرورش داده می‌شود. سلسله توالی نیز در اینجا واجد اهمیت است و همواره از زمین موجود برای کشت یکی از چند محصول بهره‌برداری می‌گردد. ویژگی باغ‌های خانگی آن است که اغلب رقم‌های اندکی از هر محصول در هر باغ خانگی کاشته می‌شود، اما این باغ‌ها از نظر غنای گونه‌ای بسیار غنی هستند (گالوتزی و همکاران، ۲۰۱۰). گرچه ممکن است اندازه‌های جمعیت بسیار کوچک باشد و احتمالا ارقام در معرض رانش ژنتیکی باشند، اما تنوع زراعی کلی در گروهی از باغ‌های خانگی می‌تواند بالا باشد.

در یک مقیاس متضاد، کشت نوبتی نظام تولید دیگری را فراهم می‌آورد که واجد تنوع زراعی و ژنتیکی غنی و روش‌های پیچیده مدیریتی است که در فصل ششم درباره آن بحث گردیده است. در حالیکه گاهی کشت نوبتی عملی «منسوخ» قلمداد می‌شود، تخمین زده می‌شود میلیون‌ها کشاورز در سراسر جهان برای تامین حداقل بخشی از نیازهای تولیدی خود از این روش استفاده می‌کنند (کایرنز و گاریتی، ۱۹۹۹). کشت نوبتی ممکن است به سادگیِ استفاده گاه‌به‌گاه از زمین‌های مجاور مناطق تولید گیاهان زراعی (اغلب حاشیه جنگل) به منظور کشت محصولاتی خاص باشد. در سریلانکا محصولاتی که اغلب دارای رشد سریعی هستند و می‌توان به راحتی آن‌ها را در بازار فروخت را به این روش کشت می‌کنند تا منبع نقدی را برای خانواده فراهم آورد. در سوی دیگر، به ویژه در مناطقی از آسیا مانند شمال شرقی هند یا شمال تایلند، این نظام‌ها بسیار پیشرفته هستند و با دقت مدیریت می‌شوند. از آنجایی که زمین مورد استفاده به طور مداوم در حال تغییر است، این امر که کشت نوبتی احتمال انتخاب برای محیط‌های تولیدی خاص را کاهش دهد محتمل خواهد بود. از سوی دیگر این امر به نفع ارقامی است که برای رشد به حداقل نهاده نیاز دارند و قادرند در زمین‌های به تازگی پاکسازی شده با سایر گونه‌ها به خوبی رقابت کنند. توزیع مناطق مناسب برای کشت نوبتی میان کشاورزان یه منطقه اغلب به صورت جمعی یا تحت نظارت و راهنمایی ریش‌سفیدان یا گیس‌سفیدان محلی انجام می‌پذیرد که این شرایط ممکن است به نفع ارقام کاملا سازگار باشد و احتمال ظهور زیرجمعیت‌های خاص با مشخصه‌های کاملا بارز را کاهش دهد.

ابعاد زمانی

همانطور که ترکیب ژنتیکی جمعیت‌های گیاهان به طور مداوم در حال تغییر و تحول است، محیط کشاورزی نیز تغییر می‌کند. بسیاری از جنبه‌های محیط از فصلی به فصل دیگر متفاوت خواهد بود. جمعیت پاتوژن سال آینده پاتوتیپ‌های مختلفی را در فراوانی‌های متغیر تشکیل می‌دهد، یا تغییر قابل توجهی در شیوع آفات ایجاد می‌کند. همانطور که ممکن است متغیرهای آب و هوایی مانند میزان بارندگی و دما تغییر یابند، سطح حاصلخیزی یا شوری یا اسیدیته خاک نیز ممکن است تغییر یابد. چنین تنوعی اثرات تغییرات هدایت شده[1] (برای مثال، گرم شدن کره زمین) و تغییرات دوره‌ای (مانند فصل‌های ال‌نینو[2] و لانینا[3]) با نوسانات تصادفی را در یکدیگر ترکیب می‌کند. جمعیت‌های گیاهی یا از طریق تنوع ژنتیکی (برخی ژنوتیپ‌ها واجد نوعی خاص از سازگاری هستند) و با استفاده از انعطاف‌پذیری ژنوتیپی (برخی از ژنوتیپ‌ها یا ارقام علیرغم تغییر محیط قادر به دوام و تولید محصول هستند) با شرایط تغییر یافته کنار می‌آیند.

عوامل اجتماعی و اقتصادی نیز در ایجاد شرایط متغیر برای کشاورزان دخیل هستند. برخی از این موارد به نوسانات سالانه یا دوره‌ای منجر می‌شوند که جمعیت‌های گیاهی را به سوی انعطاف‌پذیری ژنوتیپی سوق می‌دهند. اخیرا لابیری[4] و همکاران (۲۰۱۴) تاثیر متقابل میان ویژگی‌های اجتماعی، محیطی و ژنتیکی را تجزیه و تحلیل کرده‌اند و اهمیت تلفیق تحلیل‌های اقتصادی-اجتماعی و فرهنگی با مطالعات محیطی و ژنتیکی را نشان داده‌اند. تغییرات دیگر مانند کاهش دسترسی به نیروی کار یا کاهش دانش مرتبط با مدیریت ارقام سنتی، اثری با ماهیت ماندگارتر خواهند داشت و ممکن است با تغییر در ویژگی‌های ارقام از جمله سازگاری با کاهش دفعات مداخله کشاورزان همبسته باشند.

ارقام سنتی واجد پویایی هستند و در نتیجه اثرات انتخاب، جریان ژن و سایر نیروهای تکاملی با گذشت زمان تغییر می‌کنند. درک ماهیت پویای این ارقام نیازمند مطالعاتی است که در بازه‌های زمانی کوتاه‌تر و بلندتر طراحی شده باشند. تغییر می‌تواند هم در درون ارقام و هم از طریق جایگزینی یک رقم با رقمی دیگر رخ دهد. این تغییرات از ابعاد کوتاه‌مدت و بلندمدت برخوردارند. تغییرات سالانه در آب و هوا، دسترسی به نیروی کار یا نهاده‌های مواد کاشت و یا تقاضای بازار، محصولات و ارقام کشت شده و میزان و توزیع تنوع ژنتیکی در درون و میان ارقام زراعی در هر منطقه را در کوتاه مدت تغییر می‌دهد.

1. Directed change
2. El niño
3. La niña
4. Labeyrie

تغییرات کوتاه‌مدت در نظام‌های بذری که در مورد باقلا در مراکش در بالا شرح داده شد، به وضوح بر ارقام موجود برای سال زراعی آتی و ساختار ژنتیکی آن‌ها تاثیر گذاشته است. در بعضی از سال‌ها، کشاورزان توانسته‌اند از بذر خودمصرفی استفاده کنند، در حالیکه در سال‌های دیگر برای تهیه بذر به بازارهای محلی وابسته بوده‌اند. استفاده مداوم از بذر خودمصرفی توسط کشاورزان طی چند سال احتمالا به ایجاد زیرجمعیت‌هایی منجر می‌شود که هرکدام دارای ویژگی‌های خاص خود هستند. در مقابل، استفاده از بذر تهیه شده از بازارهای محلی به پراکنش گسترده یک جمعیت واحد منجر می‌شود. این امر از برخی جنبه‌ها مشابه پدیده انقراض و جایگزینی است که در درک فراجمعیت‌ها اهمیت دارد. فرآیند اهلی‌سازی مداوم گیاه یام[1] در غرب آفریقا، کاساوا در آمریکای جنوبی و سیب‌زمینی شیرین در اندونزی نمونه‌های دیگری از تغییر سریع در تنوعِ موجود یا تنوعِ به کار گرفته شده در هر نظام کشاورزی را نشان می‌دهد (برای مثال، اسکارسلی و همکاران، ۲۰۰۶a).

با تغییر شرایط تولید، نیازهای کشاورزان نیز تغییر می‌کند. برای مثال تغییر در تقاضای بازار سبب می‌گردد تا کشاورزان از طریق انتخاب ارقام یا انتخاب میان آن‌ها برای رسیدن به صفات مورد نیاز بازار، به آن پاسخ دهند. فرصت‌های جدید بازار می‌توانند به تولید ارقام متفاوتی منجر شود. کاهش دسترسی به نیروی کار روستایی، استفاده روزافزون از ارقامی که خواستار نیروی کار کمتری هستند را افزایش می‌دهد. تغییر اقلیم همچنین سبب تغییر در تنوع درون و میان ارقام هر گیاه می‌گردد. اعتقاد بر این است که افزایش دما و کاهش بارش باران در منطقه ساحل[2] عواملی هستند که بر محبوبیت ارقام زودرس می‌افزایند و باعث افزایش ژن‌های مرتبط با زودگلدهی، سنبله‌های کوتاه‌تر و گیاهان کوچک‌تر می‌گردند (ویگورو و همکاران، ۲۰۱۱b).

ارقام جدیدی که به عنوان بخشی از برنامه‌های به‌نژادی رسمی تولید می‌شوند، همچنان به نظام‌های کشاورزی سنتی معرفی می‌شوند و مورد پذیرش آن‌ها قرار می‌گیرند. معمولا اعتقاد بر این است که از بین رفتن ارقام سنتی به فرسایش ژنتیکی قابل توجهی منجر می‌شود. با این حال به نظر نمی‌رسد که این مورد همواره صادق باشد.

مطالعات مربوط به تغییرات بلند مدت در الگوهای تنوع ژنتیکی محدود بوده، اما این مطالعات در مورد ارزن مرواریدی و سورگوم انجام پذیرفته است. همانند ارزن مرواریدی در نیجر (به کادر ۱۱-۱ مراجعه نمایید)، هیچ گونه کاهش طولانی مدتی در تنوعِ سورگوم در نیجر (دیو و همکاران، ۲۰۱۰)، اتیوپی (مکبیب،

1. Yam
2. Sahel

۲۰۰۸) و گینه ساحلی (گینه سفلی)[۱] (باری و همکاران، ۲۰۰۸) مشاهده نشده است. دیو[۲] و همکاران (۲۰۱۰) از ۲۸ نشانگر ریزماهواره استفاده کردند و روش‌های خوشه‌بندی مکانی و ژنتیکی را بر مجموعه‌های سال‌های ۱۹۷۶ و ۲۰۰۳ اعمال کردند. در طول این دوره غنای آللی هم در درون مناطق و هم در مناطق آب و هوایی افزایش یافته بود. این محققان حدس می‌زنند که کاهش هتروزیگوسیته در طول این دوره ناشی از کنترل بیشتر خلوص ارقام و توجه بیشتر کشاورزان به تولید بذر در طول این دوره بوده است.

این نتایج بیانگر ارزش چنین مطالعاتی است و نشان می‌دهد که اینگونه مطالعات باید بر روی طیف وسیعی از گیاهان زراعی و در شرایط مختلف انجام پذیرند. البته ممکن است برنامه‌ریزی برای این انجام چنینی مطالعاتی دشوار باشد، اما نتایج به دست آمده حاکی از آن است که برنامه‌ریزی برای هر نوع مطالعه خاص به گونه‌ای که بتوان از طریق تجزیه و تحلیل‌های آینده به اطلاعات بیشتری در مورد تغییرات دست یافت، ارزشمند است. ذخیره نمونه‌های بذر برای بلند مدت، فرآیندهای نمونه‌گیری قابل استناد و قدرتمند، و استفاده از نظام موقعیت‌یابی جهانی[۳] از جمله ابعاد مهم هر برنامه تحقیقاتی به شمار می‌آید که به مطالعات آینده امکان می‌دهد اطلاعاتی درمورد روندهای زمانی ارائه دهند. با افزایش فرصت‌های استفاده از توالی‌یابی DNA، اطلاعات بیشتری در مورد تغییرات رخ داده در درون و میان ارقام زراعی در دسترس خواهد بود و امکان ردیابی نسب[۴] و روابط خویشاوندی ارقام وجود خواهد داشت. یک مطالعه شبیه‌سازی اخیر (دِمیتا و همکاران، ۲۰۱۳) که به مقایسه روش‌های مختلفِ تشخیص نشانه‌های انتخاب[۵] پرداخته، دستورالعمل‌های زیر را ارائه نموده است:

- روش‌های مبتنی بر تمایز[۶] (آن‌هایی که بر اساس تجزیه و تحلیل G_{ST} است) نرخ مثبت کاذب پایین‌تری از روش‌های مبتنی بر همبستگی[۷] دارند.
- بهتر است به جای نمونه برداری از تعداد زیادی از افراد در چند جمعیت اندک، از افراد کمی در شمار زیادی از جمعیت‌ها نمونه‌برداری شود.

---

۱. Maritime Guinea: گینه را غالبا به «گینه ساحلی» یا «سفلی» و «گینه علیا» تقسیم می‌کنند. گینه سفلی یکی از پرجمعیت‌ترین مناطق آفریقاست که جنوب نیجریه، بنین و توگو را در بر می‌گیرد و تا غنا امتداد دارد که مناطق ساحلی و همچنین داخلی را شامل می‌گردد (مترجم).

2. Deu
3. Global positioning system (GPS)
4. Lineage
5. Selection signature
6. Differentiation-based
7. Correlation-based

- مناسب‌ترین مدل‌ها و روش‌های مورد استفاده به مفروضات اتخاذ شده بستگی دارد و در مورد اتوگامی و آلوگامی و برای مدل‌های جزیره در مقابل مدل گام به گام هسته[1] متفاوت است.

نتیجه‌گیری

تاکید این فصل بر روش‌هایی است که به واسطه آن‌ها ویژگی‌های محیطی، اجتماعی و اقتصادی یک نظام زراعی، جامعه و کشاورزانی که آن را مدیریت می‌کنند، بر نیروهای تکاملی تعیین کننده تنوعِ موجود در آن نظام تاثیر می‌گذارند. اهمیت نسبی این نیروهای مختلف و ویژگی‌های آن‌ها نشان می‌دهد که چه نوع فعالیت‌هایی می‌تواند در حفظ تنوع ارقام سنتی مفید واقع گردد. این امر به ویژه در مورد نحوه عملکرد انتخاب و ماهیت نظام بذر صادق است.

پیچیدگی نظام‌های زراعی سنتی و روش‌هایی که به واسطه آن‌ها عوامل مختلف از طریق تاثیر متقابل بر تنوع موجود اثر می‌گذارند، هرگونه تجزیه و تحلیلی را دشوار و در عین حال ارزشمند می‌سازد. روشی که در ایـن فـصل و در کل کتاب پیشِ رو پیشـنهاد گردیـده، ایجاد فرضیه‌های آزمون‌پذیر خاصی است که دغدغه‌ها و علایق کشاورزان را منعکس می‌نماید و بر رویکردهای تحلیل مشارکتی مبتنـی هستند که در فصل‌های قبلی در مورد آن‌ها بحث شده است. این فرضیه‌ها ممکن است به موضوعات خاصی از جمله وجود تنوع برای مقابله با تغییر اقلیم، برطرف کردن مشکلات تغییر آفات و بیماری‌ها یا گشودن بازارهای جدید بپردازند. همچنین می‌توان از طریق این فرضیه‌ها وجود نهادهایی ضروری که قادرند از مهاجرت مداوم، انتخاب و سایر نیروهای مورد نیاز برای حفظ تنوع کلی یا ارقام خاص پشتیبانی کنند را به پرسش گرفت. افزون بر این، اگر قرار بر حفظ تنوع موجود در ارقام زراعی سنتی است، باید تاثیر هر سیاست خاصی را بر نیروهای مختلف تکاملی روشن نمود.

تجزیه و تحلیل صحیح در بررسی اقدامات حمایتی از مدیریت و استفاده از ارقام سنتی از اهمیتی بنیادین برخوردار است که این امر در فصل بعدی مورد بحث قرار گرفته است. روشن است که اگر تشخیص ما ناقص یا اشتباه باشد، مداخلات پیشنهادی ممکن است بیش از آنکه به حل مسائل کمک کنند، اسباب ایجاد مشکلات بیشتری را فراهم آورند.

1. Stepping-stone model

برای مطالعه بیشتر

Balick, M. J. 1997. Plants, People and Culture: The Science of Ethnobotany. W. H. Freeman and Co.

De Boef, W. S., H. Dempewolf, J. M. Byakweli, and J. M. M. Engels. 2010. “Integrating genetic resource conservation and sustainable development into strategies to increase the robustness of seed systems.” Journal of Sustainable Agriculture 34:504–31.

Hodgkin, T., R. Rana, J. Tuxill, D. Balma, A. Subedi, I. Mar, D. Karamura, R. Valdivia, L. Collado, L. Latournerie, M. Sadiki, M. Sawadogo, A. H. D. Brown, and D. I. Jarvis. 2007. “Seeds systems and crop genetic diversity in agroecosystems.” Pp. 77–116 in Managing Biodiversity in Agricultural Ecosystems (D. I. Jarvis, C. Padoch, and H. D. Cooper, Eds.). Columbia University Press, NY.

Pautasso, M., G. Aistara, A. Barnaud, S. Caillon, P. Clouvel, O. T. Coomes, M. Delêtre, E. Demeulenaere, P. De Santis, T. Döring, L. Eloy, L. Emperaire, E. Garine, I. Goldringer, D. Jarvis, H. I. Joly, C. Leclerc, S. Louafi, P. Martin, F. Masso, S. McGuire, D. McKey, C. Padoch, C. Soler, M. Thomas, and S. Tramontini. 2013. “Seed exchange networks in agrobiodiversity conservation: concepts, methods and challenges.” Agronomy for Sustainable Development 33:151–75.

قاب ۱۲. در بسیاری از فرهنگ‌ها، کشاورزان گیاهانی خاص یا سرخوشه‌های بذری برداشت شده از محصولات مختلف را انتخاب می‌کنند تا برای تهیه بذر سال آتی ذخیره نماید. آن‌ها همچنین ممکن است بذرها را از قسمت خاصی از مزارع خود در جایی که خاک، آب یا سایر شرایط رشد بهتری وجود دارد انتخاب کنند. این امر می‌تواند پیش یا برداشت در مزرعه یا پس از آن در محل خرمن انجام گیرد. در چنین مواردی ممکن است یک نیروی انتخابی قدرتمند شکل گیرد و همچنین یک جمعیت بسیار کوچک‌تر از کل مواد برداشت شده ایجاد گردد. بالا سمت چپ: زن ویتنامی بذر ماش را از میان محصول خود انتخاب می‌کند تا در فصل بعدی کشت شود. پایین سمت راست: زنان ویتنامی بوته‌های برنج را انتخاب کرده و بطور جداگانه و برای بذرگیری از آن‌ها ذخیره می‌کنند. پایین سمت چپ: ذخیره سنتی ذرت در یوکاتان، مکزیک -نمونه کوچکی از دانه‌های ذرت به صورت خوشه در پوسته، در تیر عرضی طاق آشپزخانه نگهداری می‌شود تا دود ناشی از پخت‌وپز حشرات را از ذرت دور نگه دارد. بالا سمت راست: ساختمان‌های سنتی ذخیره بذر در بورکینافاسو. عکس‌ها: د. جارویس (بالا سمت چپ و راست)، ج. تاکسیل (پایین سمت چپ)، ب. استاپیت (پایین سمت راست).

"Copyright © 2016Bioversity International"
"CROP GENETIC DIVERSITY IN THE FIELD AND ON THE FARM: PRINCIPLES AND APPLICATIONS IN THE RESEARCH PRACTICES was originally published in English by Yale University Press in 2016 (ISBN 978-0-300-16112- 0). This translation is published by arrangement with Bioversity International."

فصل ۱۲

راهبردهای همکاری و مداخله

مترجم: هانیه مغانی
hanieh@cenesta.org

در پایان این فصل، خواننده می‌تواند از موارد زیر اطلاع داشته باشد:

- چگونگی ایجاد ارتباط موثر میان شرکا در سطوح مختلف به‌منظور مدیریت تنوع ژنتیکی گیاهان زراعی در مزرعه؛
- طیف وسیعی از گزینه‌های موجود برای تسهیل دسترسی، مدیریت و مزایای حفاظت و استفاده از تنوع ژنتیکی گیاهان زراعی در مزرعه.

تدوین و اجرای برنامه‌ای که از استفاده و حفاظت از تنوع ژنتیکی گیاهان زراعی در نظام تولید کشاورزی پشتیبانی کند، بیش از هر چیز مستلزم وجود منابع و تخصص لازم برای جمع‌آوری و تلفیق داده‌های تحقیقاتی است. همچنین این امر به مشارکت بسیاری از افراد و نهادها و بسیج کردن سازمان‌های مردم‌نهاد به منظور انجام اقدامات مشخص نیاز دارد. اگرچه این جنبه‌های مشترک ممکن است به راحتی نادیده گرفته شود، اما جهت موفقیت طرح‌های ابتکاریِ در مزرعه، یک عنصر اساسی به حساب می‌آید. در این فصل، ابتدا شرکای درگیر، انواع روابط مورد نیاز و همچنین نحوه تسهیم مسئولیت‌ها و منافع مورد بحث قرار می‌گیرند. سپس با استفاده از انواع اطلاعاتی که در فصل‌های پیشین ارائه شده، به کار گیری روش پورتفولیو[1] سبب می‌شود در راستای حمایت از حفاظت و استفاده از ارقام سنتی گیاهان زراعی طیف وسیعی از اقدامات، مورد شناسایی قرار گیرد.

1. Portfolio approach

تنوع نهادها و شرکا

انواع مختلفی از نهادها و شرکا در حمایت از حفاظت و استفاده از تنوع ژنتیکی زراعیِ سنتی در مزرعه در سطوح مختلف نقش دارند. این تنوع نهادی تا حدی ضروری است؛ چرا که هر نوع سازمانی مجموعه‌ای از ظرفیت‌های منحصر به فرد را در اختیار دارد و تنها با ترکیب این توانایی‌ها می‌توان به پیچیدگی‌های مباحثی که در فصول پیشین در خصوص حفظ تنوع در نظام تولید بیان شد، پرداخت. این امر تا حدودی به این دلیل است که هرگونه توصیف یا تحلیل میزان، توزیع و مدیریت تنوع ژنتیکی گیاهان زراعی در بوم‌نظام‌های کشاورزی می‌تواند به اقدامات مختلفی منتج شود.

با اتخاذ چنین رویکردی می‌توانیم ادراکات و اهداف شش گروه عمده زیر را به طور جداگانه مورد بررسی قرار دهیم: ۱) کشاورزان و جوامع محلی ۲) متخصصان محیط زیست یا دست‌اندرکاران بهداشت اکوسیستم ۳) محافظان و به‌نژادگران ۴) دولت‌های ملی ۵) بخش خصوصی و ۶) مصرف‌کنندگان. کشاورزان و جوامع محلی ممکن است از تنوع ارقام سنتی گیاهان زراعی بدین دلیل حفاظت کنند که پشتیبان حاکمیت غذایی آن‌ها برای تهیه غذاهای متنوع است و امنیت غذایی محلی را در جامعه تضمین می‌کند. استفاده از این ارقام ممکن است باعث شود تا کشاورزان بتوانند محدودیت‌های کار و بودجه خانوار را مدیریت کنند؛ اثر آفات، بیماری‌ها و سایر تنش‌های محیطی را کاهش دهند؛ دستیابی به مواد ژنتیکی جدید را برای مواجهه با تغییرات محیطی و اقتصادی آینده تضمین کنند؛ درآمد خود را افزایش دهند؛ هویت فرهنگی خود را حفظ کنند؛ و به منظور انجام اقدامات حفاظت خودمحور، سازمان‌های اجتماعی را برای توانمندسازی کشاورزان و جوامع محلی توسعه داده و تقویت کنند (فصل‌های ۷، ۸، ۹ و ۱۰).

متخصصان محیط زیست یا دست‌اندرکاران بهداشت اکوسیستم ممکن است به عنوان یک روش مهم برای حفظ نظام‌های مدیریت محلی گیاهان زراعی در جهت پایداری خدمات اکوسیستم و سلامت بوم‌نظام‌های کشاورزی از نظر تضمین تشکیل فرآیندهای خاک و چرخه مواد مغذی از طریق بهبود تنوع‌زیستی خاک، کاهش آلودگی آب‌های زیرزمینی و محدود کردن شیوع بیماری‌های گیاهی به دنبال مدیریت تنوع ژنتیکی گیاهان زراعیِ در مزرعه باشند (فصل‌های ۶ و ۷).

محافظان و به‌نژادگران ممکن است بر حفظ یا افزایش ارزش ژنتیکی مواد متمرکز شوند تا از تنوع کافی برای تلاش‌های آینده به‌نژادی در جهت حفظ بازده مطلوب، تاب‌آوری در محیط‌های تحت تنش و تغییر در سازگاری با آفات و بیماری‌های جدید استفاده کنند (فصل‌های ۴ و ۵).

دولت‌های ملی ممکن است سیاست‌ها و برنامه‌هایی را برای مدیریت در مزرعه و استفاده پایدار از منابع

ژنـتیکی برای مواد غذایی و کشاورزی به عنوان روشی برای تامین منابع غذایی محلی بکار گیرند. آن‌ها همچنین می‌توانند از میراث ملیِ واجد ارزش اقتصادی واقعی یا بالقوه به عنوان یک شبکه ایمنی برای کشاورزان خُرده‌پا در مناطق آسیب‌پذیر و به‌عنوان راهی برای کمک به ثبات اجتماعی بهره ببرند (فصل ۱۰).

بخش خصوصی ممکن است به منظور تسهیل دسترسی به انتخاب مواد قابل کاشت و تولیدات، برای مصرف، به‌نژادی و بازاریابی در جهت کسب سود از ارقام سنتی گیـاهـان زراعی حمایت کند؛ این در حالی است که مصرف‌کنندگان به دنبال حفاظت از این ارقام همچون ابزاری برای دسترسی به ارقام مختلف زراعیِ متناسب با رژیم‌های غذایی متنوع و سایر محصولات کشاورزی هستند (فصل ۹).

با ایجاد توازن در اهداف و چشم‌اندازهای شرکای مختلف می‌توان با اقدامات متعددی که بعدا شرح آن‌ها در این فصل خواهد رفت، نیازهای متنوع حفاظت‌کنندگان، طرفداران محیط‌زیست و کشاورزانی که تنوع زیستی کشاورزی را حفظ و تولید می‌کنند، توسعه کشاورزی و مددکاران اجتماعی را همزمان برطرف نمود.

همه نهادها به کار با روش چندنهادی، چندرشته‌ای و یکپارچه عادت نداشته و در بسیاری از اوقات چارچوب این نوع از همکاری‌ها نیز وجود ندارد. در این موارد باید زمان و انرژی لازم برای ایجاد چارچوب پروژه‌های مشترک فراهم شود. سلسله مراتب و بوروکراسی اداری درگیر در این فرایند می‌تواند دست‌وپاگیر و وقت‌گیر باشد. اقداماتی که در جهت جلب این حمایت‌ها صورت می‌گیرد باید از آغاز و همراه با سایر فعالیت‌های پروژه انجام پذیرد تا نتیجه آن همه نهادهای رسمی و غیر رسمی را از حیث مسئولیت‌ها و منافع علمی، اداری و مالی راضی نماید. تفاهم‌نامه یک نمونه از ابزار همکاری به شمار می‌آید؛ تفاهم‌نامه‌ای که توسط نهادهای درگیر و در سطوح بالای اداری منعقد شده و چارچوبی را برای همکاری به وجود آورد. اگرچه ممکن است تفاهم‌نامه‌ها زمان‌بر بوده و نیازمند اخذ تاییدیه‌های بسیار باشند، اما به لحاظ تداوم و تعهد یک نهاد، به ویژه در کشورهایی که مدیران سطح بالا غالبا از سِمتی به سمت دیگر منتقل می‌شوند، نسبت به توافقِ شخصی مدیر یا کارمند یک سازمان قابل اطمینان‌تر هستند.

تبادل نظر با وزارتخانه‌های کشاورزی و محیط زیست که مسئولیت خدمات فنی دولت را برعهده دارند، برای جلوگیری از بروز سردرگمی و اخلال در پیام‌های ارسال شده از سوی کارکنان ترویج دولتی و پیام‌های کارکنان غیردولتیِ بخش توسعه در سطح محلی ضروری است. آموزش‌هایی که در برنامه کارکنان در سطح ملی گنجانده شده است، یا آن دسته از آموزش‌هایی که ضمن خدمت به کارمندان با تجربه و پیش‌کسوت ارائه می‌شـود، گام مهمی در ایجاد برنامه‌های توسعه است تا به جای ایجاد مانع، از حفظ منابـع متنوع

گیـاهـان زراعیِ در مزرعه پشتیبانی کنند. ایجاد شبکه‌های حافظان دانش کشاورزان در کنار ارائه آموزش (در هنگام ضرورت) و ایجاد پیوند میان این ترویج‌دهنگانِ جامعه‌بنیان (اقدام عملی[1]، ۲۰۱۱) و ادارات دولتی ترویج (و همچنین تامین‌کنندگان نهاده‌ها در صورت لزوم) برای ایجاد اعتماد و درک متقابل از اهمیت بسزایی برخوردار است.

ایجاد اعتماد و همکاری عادلانه

ایجاد مشارکت نمایندگی بدین معنی است که کشاورزان و سایر ذینفعان این توانایی را –هم از نظر مالی و هم دانش– دارند که در مسیری برابر با سایر شرکا گام بردارند. تضمین «رضایت آزادانه و آگاهانه پیشین» (که در فصل ۵ مورد بحث قرار گرفت) می‌تواند با تصریح کامل هدف و دامنه تحقیق، با یک زبان و فرایند قابل درک برای کشاورزان و پیش از هرگونه فعالیت یا استفاده از دانش سنتی، گام مهمی در ایجاد اعتماد بین کشاورزان و محققان محسوب شود.

همکاری عادلانه در مدیریت و استفاده از منابع ژنتیکی گیـاهـان زراعی و همچنین تنوع زیستی مرتبط با آن، در تحقق حاکمیت غذایی نیز حائز اهمیت است (اقدام عملی، ۲۰۱۱). حاکمیت غذایی[2] چارچوبی است که توسط جنبش راه دهقان[3] پیشنهاد گردیده است، جنبشی که از سال ۱۹۹۶ آغاز به کار کرد و متعاقبا تـوسـط جنـبش‌های اجتماعی توسعه یافـت. راه دهقـان یـک جنـبش بین‌المللی است که بـه نمایندگی از سازمان‌های دهقانی تولیدکنندگان خرد و متوسط، کارگران بخش کشاورزی، زنان روستایی و جوامع بومی آسیا، آفریقا، آمریکا و اروپا تشکیل شده است[4].

حاکمیت غذایی، حق مردم است به دسترسی به غذایی سالم و فرهنگی که از طریق روش‌های به لحاظ محیط زیستی سالم و پایدار تولید می شوند، به گونه‌ای که مردم نظام‌های غذایی و کشاورزیِ خود را تعریف کنند. حاکمیت غذایی نیازهای تولیدکنندگان، توزیع‌کنندگان و مصرف‌کنندگان را – به جای تن دادن به تقاضاهای بازار و شرکت‌های بزرگ– در مرکز توجه نظام‌ها و سیاست‌های غذایی قرار می‌دهد.

اعتماد و درک متقابل میان بازیگران و نهادهای مختلف، نخستین گام در جهت حصول اطمینان از این امر است که تصمیم‌ها بر اساس نیازهای همه شرکا اتخاذ خواهد شد. اعتماد حاصل شفافیت و تعهدات، اعتماد متقابل و قواعد توافق شده‌ای است که از طریق گروه‌ها و شبکه‌های ساختاریافته به هم متصل می‌شوند.

1. Practical Action 2011
2. Food sovereignty
3. Via campesina
4. http://viacampesina.org/en

طی یک دهه گذشته در اروپا، شبکه‌هایی از بازیگران جامعه مدنی که دغدغه مدیریت و استفاده از تنوع ژنتیکی گیاهان زراعی را در سر داشتند، در اسپانیا[1]، ایتالیا[2] و فرانسه[3] تشکیل شد. این شبکه‌ها با سازمان‌های حرفه‌ای کشاورزان متفاوت است، چرا که افرادی غیر از کشاورزان خانوادگی را به کار می‌گیرند و همه شهروندان دغدغه‌مند در خصوص بذر و حفاظت از بوم‌نظام‌های کشاورزی از جمله کارشناسان فنی، مصرف‌کنندگان، گروه‌های اقدام محلی و سایر افراد مرتبط با دانشگاه‌ها و محققان عضو این شبکه‌ها هستند. شرکا با ترکیب مهارت‌های مختلف خود، جهت کار در زمینه ارتقا بذرهایی که در خاک و اقلیم محلی شکل گرفته‌اند و با تاریخ و دهقانان یک منطقه خاص به تکامل مشترک رسیده‌اند همگام می‌شوند. آن‌ها پروژه‌های تحقیقاتی مشارکتی، نمایشگاه‌های تنوع زیستی و فعالیت‌های آموزشی را اجرا می‌کنند و این توانایی را دارند که با عموم مردم ارتباط برقرار کنند و دغدغه‌های خود را به اشتراک بگذارند. در سطح ملی، این شرکا متونی را در زمینه حقوق گونه‌های حفاظت شده تهیه کرده‌اند (بوکی و شابل، ۲۰۰۹).

نهادهای فرهنگی -مانند مراسم عروسی، باشگاه‌های ورزشی و حمام‌ها- مکان‌های قابل اعتمادی هستند که می‌توانند شبکه‌های تبادل اطلاعات را به شبکه‌های پشتیبانی گسترده‌تری متصل کنند. شبکه‌های فرهنگی، خود نقش مهمی در توانمندسازی دانش دارند و برای مثال از طریق رازگشایی از فن‌آوری‌های مبتنی بر آزمایشگاه و ساده‌سازی آن سبب می‌شود تا کشاورز با اعتماد به نفس بیشتری در بحث‌ها شرکت کند (ماینتزن-دیک و ایزاگیره، ۲۰۰۹). تجزیه و تحلیل اجتماعی برای قدرت، سود و مشروعیت ذینفعان اصلی امری حیاتی محسوب می‌شود که می‌تواند از هرگونه درگیری احتمالی کاسته و جای آن را به اقدامات مشترک ضروری بخشد. آموزش سوادآموزی با پشتیبانی فناوری اطلاعات و ارتباطات جدید، ابزاری است که به کشاورزان امکان می‌دهد تا کنترل بیشتری بر منابع خود داشته باشند. هیئت منصفه شهروندان[4] نمونه‌ای از مشارکت‌هایی است که توسط رهبران مزرعه، محققان مترقی و کارشناسان فنی سازمان‌های مردم‌نهاد و به منظور ارزیابی، ژرف‌نگری و پرداختن به عدالت و پایداری نظام‌ها و ابتکارات تحقیقاتی مرسوم، ایجاد شده است (پمبر و همکاران، ۲۰۱۰).

دانش متفاوت زنان و مردان و همچنین اهمیت تضمین منافع عادلانه، نه تنها تفکیک اطلاعات بر اساس

1. Red de Semillas, RdS
2. Rete Semi Rurali
3. Réseau Semences Paysannes, RSP
4. Citizen jury

تفکیک جنسیت را الزامی می‌کند، بلکه نیازمند توزیع فرصت‌های آموزش و مدیریت به طور عادلانه نیز هست (هاوارد، ۲۰۰۳). این امر به معنای حصول اطمینان از مشارکت و استخدام مساوی زنان و مردان در سِمت‌های تصمیم‌گیری، مدیریت و ارتقا برابری جنسیتی و اجتماعی در فرصت‌های آموزش فنی و در سطح بالاتر است.

ایجاد یک چارچوب رسمی مشترک می‌تواند به برقراری پیوند عادلانه میان کشاورزان و صاحبان و تامین‌کنندگان منابع ژنتیکی گیاهان زراعی، مانند بانک‌های ملی ژن و سایر مجموعه‌های ژرم پلاسم، کمک کند. این یک رابطه دوطرفه است که در آن هر طرف (بانک‌های ژن و کشاورزان محلی) می‌توانند منابع ارزشمندی را برای طرف دیگر فراهم آورند. غالبا کشاورزان در دسترسی به همان ارقام سنتی که زمانی از جوامع خودشان جمع‌آوری شده و به بانک‌های ژن منتقل شده و توسط به‌نژادگران در آنجا یا خارج از محل کشت می‌شوند، مشکل دارند. در مقابل، موسسات رسمی به‌نژادی ممکن است تمایلی به استفاده از مواد منتخب کشاورز و ارقام سنتی در برنامه‌های به‌نژادی خود نداشته باشند. چنین چارچوب‌هایی می‌تواند به ادغام شیوه‌های انتخاب کشاورز، مواد محلی و شیوه‌های به‌نژادی مشارکتی گیاهان کمک نماید تا سایر صفات تولید و کیفیت ارقام مقاوم محلی و همچنین مقاومت ارقام سازگار غیر مقاوم محلی را بهبود بخشد (به بخش به‌نژادی مشارکتی در همین فصل مراجعه کنید).

حمایت از تعاونی‌های کشاورزی برای آموزش کشاورزان در تولید و بازاریابی، کمک به مذاکره بر سر قیمت، جمع‌آوری مالیات بر زمین و اشتراک اطلاعات از طریق اقدام جمعی، ابزاری برای توانمندسازی کشاورزان محسوب می‌شود. این همکاری‌ها سبب می‌شود خدمات ترویج و مشاوره کشاورزی پاسخگوی نیاز کلیه کشاورزان به ویژه زنان، خانوارهای فقیر و حاشیه‌نشین باشد. طرح‌های سرمایه‌گذاری و بیمه کوچک مقیاس ابزاری است که برای ایجاد سرمایه‌های اجتماعی و مالی مورد استفاده قرار گرفته است تا کشاورزان به ویژه زنان بتوانند در فعالیت‌های اقتصادی شرکت کنند و به شبکه‌های اجتماعی بپیوندند که از طریق آن می‌توان هم بر فقر و هم بر وابستگی اجتماعی فایق آمد. چارچوب‌های همکاری برای تقویت ظرفیت بازار و تسهیم عادلانه سود جلساتی که همه بازیگران زنجیره بازار از جمله تولیدکنندگان و تجار، کارشناسان کشت، سازمان‌های مردم‌نهاد، نمایندگان وزارت‌خانه‌های ذیربط و اعضای جامعه شرکت دارند، برگزار می‌کند؛ از طریق چنین پیوندی ایده‌های تقویت ظرفیت بازار در بازارهای سنتی برای ارقام سنتی توسعه می‌یابد (به فصل ۹ مراجعه کنید).

دو رویکرد در نقاط مختلف جهان به منظور تقویت پیوندهای عادلانه و ایجاد مشارکت نمایندگان در مدیریت منابع ژنتیکی گیاهان زراعی در میان شرکا در سطح محلی تا ملی وجود دارد که عبارتند از مجمع فعالان عرصه تنوع‌زیستی (DFF[1]) و مدیریت جامعه‌محور تنوع زیستی.

مجمع فعالان عرصه تنوع‌زیستی

رویکرد مجمع فعالان عرصه تنوع‌زیستی بر پایه مفهوم مدرسه در مزرعه[2] استوار است که در آن کشاورزان به عنوان مربی کشاورزیِ همکاران کشاورز خود آموزش می‌بینند (برای توصیف دقیق مدرسه در مزرعه به این منبع مراجعه کنید: وان در برگ و جیگینز، ۲۰۱۱). رویکرد DFF در محیط‌های واجد وراثت‌پذیری پایین[3] در غرب آفریقا ایجاد شده است تا تحت برنامه منطقه‌ایِ ترویجِ حفظ و استفاده از تنوع ژنتیکی گیاهان زراعی محلی در محصولات غذایی، ظرفیت کشاورزان را در تحلیل و مدیریت منابع ژنتیکی گیاهان زراعیشان تقویت نماید (بایوورسیتی اینترنشنال، ۲۰۰۸).

محیط‌های با وراثت‌پذیری پایین محیط‌هایی هستند که به دلیل داشتن محیط‌های رشد و شرایط محیطی ناهمگن از قبیل غیرقابل پیش‌بینی بودن یا عدم اطمینان در میزان و توزیع بارندگی، جوانه زنی بذر و تولیدمثل گیاه دشوار است. رویکرد مشارکتی گزینه‌هایی را در اختیار کشاورز قرار می‌دهد که او با استفاده از آن‌ها از انتقال فناوری از منابع خارجی بی‌نیاز می‌شود. مجمع فعالان عرصه تنوع‌زیستی از زنان و مردان تشکیل شده است که به منظور ارزیابی تنوع ژنتیکی محصولات در تیم‌های ۲۵ تا ۳۰ نفره بر اساس جنسیت سازماندهی می‌شوند. گروه‌های کشاورزان، ارقام بهبود یافته و محلی را آزمایش می‌کنند. کشاورزان در تکثیر بذر آموزش می‌بینند و بذور ارقام مختلف در داخل و خارج از گروه‌ها تکثیر و توزیع می‌شود. این رویکرد تفاوت در معیارهای ارجح انتخاب توسط زنان و مردان کشاورز را در نظر می‌گیرد. از طریق جلسات هفتگی، کشاورزان از کنوانسیون‌ها و مقررات بین‌المللی در خصوص مبادله منابع ژنتیکی گیاهی مطلع می‌شوند (برای مثال کنوانسیون تنوع زیستی[4] و معاهده بین‌المللی منابع ژنتیکی گیاهی برای غذا و کشاورزی[5]). نظام غیررسمی بذر از طریق تبادل و انتخاب بذر توسط کشاورزان به تامین خزانه ژنیِ[6] متنوع

1. The Diversity field fora (DFF)
2. Farmer field schools (FFS)
3. Low-heritability
4. Convention on biological diversity (CBD)
5. International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture (ITPGRFA)
6. Gene pool

و در حال تکامل خود می‌پردازد تا بتواند به طور مستمر با شرایط در حال تغییر سازگاری یابد. رویکرد DFF زمینه‌ای را برای کشاورزان فراهم می‌آورد تا به تبادل اطلاعات و دانش خود در باب استفاده، مدیریت، انتخاب و حفظ تنوع ژنتیکی گیاهان زراعی بپردازند و با به وجود آوردن فرصت‌های آموزشی، الگوی جدیدی را برای مشارکت و پیوند در میان کشاورزان، محققان و کارکنان خدمات ترویج ایجاد می‌نماید (اسمیل و همکاران، ۲۰۰۹).

مدیریت جامعه‌محور تنوع زیستی

رویکرد مدیریت جامعه‌بنیانِ تنوع زیستی (CBM[1]) یک فرایند مشارکتی چندمرحله‌ای است که به طور خاص بر تقویت تصمیم‌گیری و ظرفیت مدیریت جوامع محلی و نهادهای روستایی برای استفاده از تنوع زیستی کشاورزی متمرکز است. فرد، اجتماع یا یک نهاد در صورت داشتن دانش و مهارت لازم برای درک اینکه از چه چیزهایی تاثیر می‌گیرد و بر چه مواردی می‌تواند تاثیر بگذارد (پیش‌رانه‌ها)، توانمند می‌شود و از دانش و مهارت‌های لازم برای تصمیم‌گیری خودمحور در مورد چگونگی دستکاری عوامل به منظور دستیابی به نتیجه مطلوب برخوردار می‌شود. توانایی جامعه در دستیابی به دارایی‌های طبیعی و استفاده از آن‌ها به دانش، مهارت و روابط اجتماعی بستگی دارد. روش CBM بر پایه چهار اصل اساسی بنا گردیده است: ۱) اجازه دادن به ذینفعان محلی در استفاده از کشاورزان و نهادهای محلیِ توانمند شده برای رهبری جامعه؛ ۲) توسعه نوآوری‌ها، شیوه‌ها و منابع محلی؛ ۳) تنوع بخشیدن به گزینه‌های معیشت مبتنی بر تنوع زیستی و ۴) زمینه‌سازی برای یادگیری اجتماعی و اقدام جمعی. ارزیابی تنوع ژنتیکی مشارکتی در مزرعه و ایجاد صندوق CBM که کارکردی همچون اعتبارات خُرد دارد در زمره این فرایند قرار می‌گیرد، اما وظیفه نگهداری از تنوع زراعی محلی، نظارت و ارزیابی جامعه، یادگیری اجتماعی و افزایش اقدامات جمعی جامعه بر عهده کاربران این خدمات خواهد بود (استاپیت و همکاران، ۲۰۰۶؛ شرستا و همکاران، ۲۰۱۲). سوبدی[2] و همکاران توسعه و تکامل CBM را مستند ساخته‌اند (۲۰۱۳) و دوبوئف[3] و همکاران (۲۰۱۳) نیز اخیرا به بررسی جهانیِ ابتکارات CBM و تاثیر آن‌ها پرداخته‌اند.

1. Community Biodiversity Management (CBM)
2. Subedi
3. DeBoef

اقدامات ناظر بر دلایل ژنتیکی، اکولوژیکی، اجتماعی و اقتصادی در حمایت از مدیریتِ تنوع ژنتیکی در مزرعه

اگرچه اقداماتی که می‌توانند از حفاظت و استفاده از ارقام سنتی حمایت کنند، غالبا متنوع بوده و ظاهرا مختص مکان، فرهنگ و یا محصولات خاص هستند، اما یک چارچوب ابتکاری[1] کلی برای کمک به دست‌اندرکاران حفاظت و توسعه وجود دارد که تعیین می‌کند مناسب‌ترین اقدامات در شرایط مختلف چه خواهد بود. این طرح ابتکاری مسائل یا محدودیت‌های پیش‌روی کشاورزان که ممکن است توانایی آن‌ها در بهره‌مندی از حفاظت و استفاده از منابع ژنتیکی گیاهی را در نظام‌های تولید محصولات کشاورزی کاهش دهد را در چهار گروه اصلی دسته‌بندی می‌کند: ۱) عدم وجود تنوع کافی ارقام زراعی سنتی در نظام تولید (به فصل‌های ۴ و ۵ مراجعه کنید) ۲) عدم دسترسی کشاورزان به تنوع موجود (نگاه کنید به فصل‌های ۸ و ۱۱) ۳) محدودیت‌های اطلاعاتی در مورد جنبه‌های مهم عملکرد ارقام موجود (به فصل‌های ۵، ۶ و ۷ رجوع کنید) و ۴) ناتوانی کشاورزان و جوامع در درک ارزش واقعی مواد مورد مدیریت و استفاده (نگاه کنید به فصل‌های۸، ۹ و ۱۰). شکل ۱۲-۱ حاوی یک نمودار توصیفی از روابط موجود در این طرح ابتکاری است. باید به این نکته توجه داشت که به احتمال بسیار زیاد هر توصیف یا تحلیلی در چهار گروه اصلی محدودیت‌ها می‌تواند به اقدامات مختلفی منجر شود. توانایی جوامع کشاورزی، نهادهای محلی و ارائه‌دهندگان خدمات محلی در استفاده از این طرح ابتکاری ذاتا در موفقیت مدیریتِ تنوع ژنتیکی در مزرعه محصولات محلی نقش اساسی ایفا می‌کند.

وجود ارقام ژنتیکی کافی برای کشت در نظام تولید کشاورزی

در فصل‌های چهارم، پنجم و هفتم به توصیف روش‌های تخمین میزان و توزیع رقم در نظام‌های تولیدی کشاورزی پرداخته شده است. این نخستین گام برای تعیین وجود ارقام کافی گیاهان زراعی در یک نظام تولید به منظور پاسخگویی به نیازهای مختلف جوامع کشاورزی است. در حالی که تصمیم برای افزودن رقم جدید به نظام‌های تولید کشاورزی، یا بازسازی یک نظام تولید توسط تنوع از دست رفته، در نهایت بر عهده کشاورزان است، اما تهیه ارقام سنتی با مشکلات بسیاری همراه است. تعداد اندکی از بانک‌های ژن بذر کافی برای کشت مستقیم توسط کشاورزان در اختیار قرار دارند و یا قادرند میزان کافی از جمعیت را برای سازگاری با تغییر شرایط محیطی و شیوه‌های مدیریت فراهم آورند.

1. Heuristic

محدودیت‌های حفاظت و استفاده از ارقام سنتی

۱- تنوع ژنتیکی محصولات محلی در نظام تولید وجود ندارد یا مقدار آن کافی نیست.
۱ الف- تنوع ژنتیکی محصولات محلی در بوم‌نظام‌های نظام تولید وجود ندارد.
۱ ب- تنوع ژنتیکی محصولات محلی وجود دارد اما کافی نیست.
۱ب۱- مواد کافی در دسترس نیست.
۱ب۲- ظرفیت تکثیر مواد وجود ندارد.
۲- تنوع ژنتیکی محصولات محلی برای کشاورزان قابل دسترس نیست.
۲ الف- کشاورزان فاقد منابع لازم برای تهیه مواد هستند.
۲ الف۱-کمبود بودجه برای دسترسی به مواد در داخل جامعه
۲ الف۲- کمبود بودجه برای تامین هزینه‌های حمل و نقل از خارج از جامعه
۲ ب- تنوع ژنتیکی محصول به دلیل محدودیت‌های اجتماعی قابل دسترس نیست.
۲ ب۱- فشار از سوی بخش رسمی قابلیت دسترسی را از بین می‌برد.
۲ب۲- فقدان روابط اجتماعی برای دستیابی به تنوع
۲ج- نظام‌های گردش بذر فاقد ظرفیت تغییر یا تهیه نمونه‌های کافی برای حصول اطمینان از سازگاری و تکامل هستند.
۲ د- سیاست‌ها و نهادهای محدودکننده گردش بذر
۳- کشاورزان برای منابع ژنتیکی گیاهان زراعی محلی ارزش قائل نیستند و از آن‌ها استفاده نمی‌کنند.
۳ الف- کشاورزان مواد ژنتیکی محصولات محلی را رقابتی نمی‌دانند.
۳ الف۱- اطلاعات مربوط به ارزش/ سود وجود دارد اما در اختیار کشاورزان نیست یا قابل دسترسی نیست.
۳ الف۲- اطلاعات مربوط به ارزش/ سود مواد وجود ندارد.
۳ ب- مواد عملکرد زراعی، محیطی یا کیفیت ضعیفی دارند و یا از نظر فرهنگی پذیرفته نیستند.
۳ ب۱- مواد عملکرد زراعی کمی وجود دارد.
۳ ب۲- مواد با شرایط غیرزنده سازگار نیست.
۳ ب۳- مواد با تنش‌های زیستی سازگار نیست.
۳ ب۴- کیفیت مواد پایین است.
۳ ب۵- مواد از نظر فرهنگی پذیرفته نیست.
۳ ج- مدیریت مواد می‌تواند بهبود یابد.
۳ ج۱- تمیز کردن و ذخیره بذر یک محدودیت محسوب می‌شود.
۳ ج۲-مواد به عنوان مجموعه‌های متنوعی از ارقام مدیریت نمی‌شوند.
۳ د- سیاست‌ها از استفاده از مواد و روش‌های مدیریتی توسط کشاورزان جلوگیری می‌کند.
۴- کشاورزان از مزایای استفاده از تنوع ژنتیکی محصولات محلی بهره‌مند نمی‌شوند.
۴ الف- مزایای بازار ناکافی است.
۴ الف۱- ارزش بازاری پایین
۴ الف۲- تقاضای کم در بازار
۴ الف۳- عدم وجود فناوری برای پردازش مواد متنوع
۴ الف۴- عدم اعتماد بازیگران زنجیره بازار
۴ ب- مزایای غیربازاری ناکافی
۴ ب۱- مزایای فرهنگی-اجتماعی ارزیابی نشده است.
۴ ب۲- جایگزینی نهاده‌ها (کود و سموم دفع آفات) ارزیابی نشده است.
۴ ب۳- مزایای خدمات اکوسیستمی مواد ارزیابی نشده است.
۴ ب۴- حقوق کشاورزان ارزیابی نشده است.
۴ ب۵- عدم وجود مسئولیت اجتماعی
۴ ج- رهبری ضعیف نهادهای محلی و جامعه کشاورزی
۴ ج۱- عدم اقدام جمعی
۴ ج۲- عدم رهبری جامعه
۴ ج۳- عدم حمایت نهادهای محلی

شکل ۱۲-۱. چارچوب ابتکاری برای شناسایی محدودیت‌ها و اقدامات مربوط به آن به منظور حمایت از حفاظت و استفاده از ارقام سنتی در نظام‌های تولید محصولات کشاورزی (اقتباس از جارویس و همکاران، ۲۰۱۱)

یک روش، توسعه بانک‌های بذر جامعه‌بنیان و اتصال آن به بانک‌های ژن و نهالستان‌های جامعه‌بنیان است. بانک‌های ژن جامعه‌بنیان به منظور جمع‌آوری و ذخیره ارقام محصولات محلی و دسترسی به مقدار اندکی از بذر به عنوان منبع ژرم‌پلاسم تجهیز شده‌اند، در حالیکه از بانک بذر جامعه‌بنیان برای تضمین در دسترس بودن بذر محلی جهت نیل به امنیت غذایی استفاده می‌شود.

طی دهه‌های گذشته بانک‌های بذر و ژن جامعه‌بنیان در تعدادی از کشورها به عنوان پاسخی به جنگ، خشکسالی‌های طولانی مدت و از بین رفتن چشمگیر تنوع ژنتیکی محصولات محلی ایجاد شده است. این نهادهای محلی دسترسی به مواد کاشت و ارقام سنتی را فراهم می‌کنند و اغلب توسط آژانس‌های توسعه بین‌المللی و ملی پشتیبانی می‌شوند. این نهادها نقش‌های متعددی از جمله حفظ ارقام کمیاب محلی و در دسترس قرار دادن بذر ارقام مدرن و سنتی، خصوصا پس از بروز شرایط بحرانی را بر عهده دارند. بانک‌های بذر جامعه‌بنیان با یکدیگر تفاوت‌هایی دارند اما به طور کلی تاسیس و نگهداری آن‌ها بر اساس سه فعالیت اصلی صورت می‌گیرد: ۱) جمع‌آوری ژرم‌پلاسم (و دانش مرتبط با آن)، اغلب از داخل جامعه، بازارها و روستاهای مجاور، ۲) ذخیره‌سازی ژرم‌پلاسم و ۳) تکثیر بذر و مواد کاشت برای توزیع در هر زمان که کشاورزان به آن نیاز داشته باشند. در حالیکه اکثر بانک‌های بذر جامعه‌بنیان توسط یک کشاورز یا گروهی از کشاورزان با استفاده از امکانات و تاسیسات مشترک اداره می‌شوند، اداره برخی دیگر از بانک‌های بذر به صورت غیرمتمرکز تحقق می‌یابد - بدین صورت که چندین کشاورز بذر مورد نیاز کل جامعه را در مزارع خود جمع‌آوری و از آن نگهداری می‌کنند (صندوق توسعه[1]، ۲۰۱۱).

نهالستان‌های تحت مدیریت جامعه به تولیدکنندگان این امکان را می‌دهد تا هم به گیاه مادری (پیوندک و پایه) و هم به اطلاعات مربوط به آن‌ها دسترسی داشته باشند. آن‌ها همچنین مکانی هستند تا کشاورزان برای یادگیری در مورد شیوه‌های بهتر مدیریت نهالستان به آن‌ها مراجعه کنند. علاوه بر این، یک شرکت تعاونی بذر محلی ممکن است به منظور جمع‌آوری، توزیع و تکثیر بذرها و همچنین برگزاری نمایشگاه‌های تنوع زیستی (که در زیر توضیح داده شده است) بتواند مواد کشت متنوعی را در یک جامعه شناسایی کند.

نمایشگاه‌های بذر برای سده‌ها در برخی از نقاط جهان بر پا می‌شده است. برای مثال در منطقه آند و طی جشن‌های مذهبی که به طور معمول در پایان فصل برداشت برگزار می‌شده، افراد از جوامع مختلف گرد هم می‌آمدند و منابع ژنتیکی زراعی و دانش مرتبط با آن را مبادله می‌کردند (تاپیا و روزا، ۱۹۹۳). نمایشگاه‌های بذر نه تنها به کشاورزان اجازه می‌دهد تا بذرهای تولید شده محلی را که متناسب با شرایط محلی هستند،

1. Development fund

مبادله کنند، بلکه باعث ایجاد تعامل اجتماعی میان کشاورزان با یکدیگر و با نمایندگان ترویج و شرکت‌های خصوصی نیز می‌شود. بدین ترتیب نمایندگان بخش رسمی بذر با ترجیحات و نیازهای کشاورزان مواجه می‌شوند و کشاورزان نیز این فرصت را بدست می‌آورند که در مورد آنچه که بخش رسمی ارائه می‌دهد، آموزش ببینند. چنین تعاملی همچنین می‌تواند به افزایش شبکه‌های انتشار بذر منجر شود.

نمایشگاه تنوع زیستی وسیله‌ای برای افزایش آگاهی جوامع کشاورزی نسبت به ارزش تنوع گیاهان زراعی است. این کشاورزان از یک یا چند جامعه گرد هم می‌آیند تا طیف وسیعی از ارقام سنتی را که هریک کشت می‌کنند، در معرض دید دیگران قرار دهند. در نمایشگاه‌های تنوع زیستی، به جای اینکه به کشاورزان یا تعاونی‌ها به دلیل بهترین تک‌رقم (برای مثال بر اساس عملکرد یا اندازه) جایزه اعطا شود، به بیشترین تنوع محصول و دانش مرتبط با آن، جایزه تعلق می‌گیرد. در حال حاضر در برخی جوامع، گردهمایی‌هایی مانند نمایشگاه‌های تنوع زیستی به مثابه رویدادهایی سنتی وجود دارد، جایی که کشاورزان برای نشان دادن ارقام سنتی خود و به اشتراک گذاشتن بذر و دانش مرتبط با آن گرد هم می‌آیند. این نمایشگاه‌ها ممکن است به بازارهایی برای خرید و فروش ارقام سنتی نیز بدل شوند. برای به حداکثر رساندن جذابیت این نمایشگاه‌ها، چنین رویدادهایی احتمالا به ندرت ولی به صورت متوالی، شاید سالی یک بار، برگزار می‌شوند. نمایشگاه‌های تنوع زیستی سبب می‌شود کشاورزانی که مقدار زیادی تنوع ژنتیکی را حفظ می‌کنند، دانش غیرمعمول نسبت به تنوع محصول دارند و به طور گسترده‌ای توسط سایر کشاورزان شناخته شده و مورد احترام هستند، مورد شناسایی قرار گیرند. از چنین رویدادهایی به منظور تهیه موجودی ارقام مختلف محصولات سنتی برای یک جامعه یا منطقه (از جمله شناسایی و مکان‌یابی ارقام نادر یا در معرض خطر انقراض) و مکان‌یابی ارقام خاص و شناسایی منابع توزیع رسمی و غیر رسمی بذر در یک جامعه بهره گرفته می‌شود. این نمایشگاه‌ها فرصتی را برای طیف وسیعی از کشاورزان یا به طور کلی اعضای جامعه مهیا می‌سازد تا در حضور یکدیگر به ارزیابی ارقام سنتی و ژرم‌پلاسم جدید، چه به صورت ارقام مدرن و چه به عنوان محصولی از فعالیت‌های به‌نژادی گیاهی، اقدام کنند و به همگرایی برسند.

بازارهای محلی منبعی مهم در تامین بذر کشاورزان محسوب می‌شوند. برخلاف نمایشگاه‌های بذر و تنوع زیستی، ممکن است تنوع محصول در بازارهای محلی کم باشد. تامین بذر کشاورزان از بازارهای محلی همواره به تنوع بیشتر محصول در مزارع آن‌ها منجر نمی‌شود (لیپر و همکاران، ۲۰۱۲). با اینحال، بازارهای

محلی می‌توانند محل مداخله[1] مهمی در افزایش دسترسی به بذرهای متنوع محسوب شوند، به ویژه که این بازارها قادرند عوامل محیطی و اجتماعی شبکه‌های سنتی تامین بذر را از بین ببرند. کیفیت پایین بذر و شیوه‌های نامناسب مدیریت آن می‌تواند دسترسی به تنوع محصول را برای کشاورزان محدود کند، در این خصوص به تفصیل در فصل یازدهم بحث شده است. نظام‌های غیرمتمرکز تولید و کنترل کیفیت بذر می‌توانند ضمن حصول اطمینان از کیفیت بذر، دسترسی به تنوع را برای کشاورزان تسهیل نمایند. چند نمونه از این نظام‌ها در کادر ۱۲-۱ ارائه گردیده است.

همانطور که در فصل ۱۰ توضیح داده شده است، سیاست‌ها می‌توانند فرصت‌ها و موانعی را بر سر راه کشاورزان برای استفاده از تنوع محصولات در تولیدکشاورزی ایجاد کنند. نظام سیاسی‌ای که حفاظت و استفاده پایدار از تنوع محصول را امکان‌پذیر سازد، از اهمیت بسیاری برخوردار است. به ویژه، سیاست‌ها، قوانین و مقررات بذر می‌تواند محدودیت‌هایی جدی را بر دسترسی و تبادل محصولات متنوع بین کشاورزان تحمیل کند. با تاسی از اهداف اصلی نظام رسمی بذر در ایجاد شفافیت در بازار ارقام زراعی و تضمین کیفیت بذر، در تلاش برای به حداقل رساندن یا جلوگیری از تاثیرات منفی معمول یا سیاست‌ها و قوانین استاندارد بذر در مورد تنوع محصول در مزرعه، مدل‌های مختلفی برای ایجاد مقررات در زمینه تجاری‌سازی ارقام سنتی و مدرن پیشنهاد شده و به بوته آزمایش گذارده شده است.

کادر ۱۲-۱. نظام‌های رسمی و غیررسمیِ غیرمتمرکز و ترکیبی تولید بذر در بولیوی و نپال

طی ۲۰ سال گذشته بنیاد پرواینپا[2] پروژه‌های متعددی را به اجرا درآورده است که از طریق آن‌ها بذرهای پیش‌پایه و پایه گواهی شده از ارقام سنتی ثبت شده سیب‌زمینی را برای کشاورزان فراهم کرده است. این بذرها به همراه پشتیبانی فنی در اختیار به‌نژادگران محلی قرار می‌گرفت که از ذخیره بذر محافظت و آن را تکثیر و منتشر می‌کردند.

دفاتر منطقه‌ای توسعه کشاورزی در نپال برنامه منطقه‌ای خودکفایی بذر را در سال ۱۹۹۶ آغاز کرد و در حال حاضر در تمام مناطق فعال است. هدف این برنامه تقویت نظام تکثیر و توزیع غیر رسمی بذر از طریق ارائه هماهنگی و پشتیبانی فنی به سازمان‌های محلی است. مزایای آن به دلیل محدودیت‌های جدی در منابع، مقدار محدود بذر پایه و تعداد ناکافی کشاورزان شرکت‌کننده هنوز به طور کامل درک نشده است.

---

۱. Point of Intervention : مکانی در یک نظام فیزیکی یا نظام ذهنی که می‌توان در جهت تغییر رویه در آن نظام در آن جا دست به کنش زد (مترجم).

2. Fundación proinpa

گزینه‌های جایگزین برای ثبت ارقام گیاهی و صدور گواهی کیفیت بذر

حفاظت از ارقام

اتحادیه اروپا اخیرا یک روش ویژه برای حفاظت از ارقام زراعی را به تصویب رسانده است. در این روش ارقام سنتی سازگار با شرایط محلی و منطقه‌ای که در معرض تهدید فرسایش ژنتیکی قرار دارند را می‌توان برای تجاری‌سازی به ثبت رساند (بخشنامه ۶۲/۲۰۰۸/کمیسیون اروپا مورخ ژوئن ۲۰۰۸[1]). این راهکار ویژه ۱) درجه خاصی از انعطاف‌پذیری در سطح یکنواختی مورد نیاز و ۲) معافیت از بازرسی رسمی در صورتی که متقاضی بتواند اطلاعات کافی در مورد رقم را از طریق روش‌هایی چون آزمایش‌های غیررسمی و دانش حاصل از تجربه‌های عملی ارائه نماید در برمی‌گیرد.

ثبت و انتشار ارقام کشاورزان

در سند بذر کشور نپال[2] و به منظور تطبیق این سند با تقاضای کشاورزان برای ثبت ارقامی خاص که توسط به‌نژادی مشارکتی و به دنبال ارزیابی مشارکتی در مزرعه همراه با کشاورزان، آسیابانان و خرده فروشان ارائه شده است، الزامات یکنواختی در قانون بذر اعمال می‌شود. در ژوئن ۲۰۰۶ یک توده که به لحاظ فنوتیپی واجد صفات زراعی، پس از برداشت و کیفیت مشابه و نیز دارای ترجیحات بازار یکسان بود، به طور رسمی توسط کمیته تصویب، ثبت و توزیع ارقام با نام «پوکارلی جتوبودو[3]» ثبت و منتشر شد (گیاوالی و همکاران، ۲۰۱۰).

ارقام شناسایی شده رایج

در آرژانتین، ارقام باستانی علوفه را می‌توان با عنوان ارقام شناسایی شده رایج[4]، بدون درج نام رقم روی بسته‌بندی بذر، تجاری کرد. بنابراین یک نوع یونجه سنتی معروف به یونجه پامپائنو[5] را می‌توان با نام عمومی بذر یونجه به فروش رساند. از آنجایی که در این مورد نام رقم مورد نیاز نیست، می‌توان آن را به طور قانونی فروخت و نیازی به رعایت ضوابط تمایز، یکنواختی و پایداریِ[6] مورد نیاز برای ثبت ارقام نیست (گوتییرز و

1. Directive 2008/62/EC of 20 June 2008
2. Nepalese seed act
3. Pokhareli jethobudho
4. Clase identificada común
5. Pampeano
6. Distinctness, uniformity, and stability (DUS)

پنا، ۲۰۰۴). اگرچه وقتی که بذرها فراتر از یک مدار محدود و قابل اعتماد تجاری می‌شوند، این گزینه بدیل می‌تواند به خلا اطلاعات منجر گردد.

نظام خوداظهاری کیفیت بذر

نظام خوداظهاری کیفیت بذر[1] که از سوی سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (۱۹۹۳) ارائه گردیده است در مناطقی که بازار بذر کارایی نداشته و منابع دولتی برای مدیریت نظام‌های جامع صدور گواهی محدود است، به طور گسترده مورد استفاده قرار گرفته است. تحت این نظام، مسئولیت کنترل کیفیت بر عهده تولیدکنندگان بذر قرار دارد؛ در حالیکه کارگزاران دولت فقط بخش بسیار محدودی از بذرها و مزارع تکثیر بذر را مورد بررسی قرار می‌دهند. این نظام یک بار در سال ۲۰۰۶ و با هدف شناسایی نقش سیاست‌های ملی و ارائه توضیحات واضح‌تر در مورد چگونگی جای دادن ارقام محلی در نظام خوداظهاری کیفیت بذر، و بار دیگر برای گنجاندن مواد کاشت تکثیر شده به روش رویشی تحت عنوان نظام خوداظهاری مواد کاشت[2] اصلاح گردید (سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد، ۲۰۰۶؛ ۲۰۱۰).

قانون برچسب صادقانه بذر

برچسب صادقانه بذر[3] اقدام قانونی دیگری است که به جای خلوص رقم بر کیفیت بذر تمرکز دارد. بذری که صادقانه برچسب‌گذاری شده باشد، بذر پایه (سوپر الیت[4])، گواهی شده یا بذرِ برچسب‌دار قلمداد می‌شود. استانداردهای بذر و مزرعه معادل استانداردهای بذر گواهی شده و روش تولید نیز همانند بذر گواهی شده است. با اینحال وجود عاملیت[5] صدور گواهی بذر برای بازاریابی این نوع بذر الزامی نیست.

اقدامات با هدف افزایش دسترسی جامعه زراعی به تنوع ژنتیکی گیاهان زراعی

دسترسی به بذر یا مواد کشت به افرادی نیاز دارد که زمین کافی (سرمایه طبیعی)، درآمد (سرمایه مالی) یا ارتباطات (سرمایه اجتماعی) داشته باشند تا بدین وسیله قادر به خرید و فروش ارقام مورد نیاز خود باشند (فصل ۸). بذرهای مناسب ممکن است در روستا موجود نباشد و کشاورزان فاقد منابع لازم برای دستیابی به

1. Quality declared seed system
2. Quality declared planting materials system
3. Truthfully labeled seed
4. Progeny of foundation
5. Agency

آن‌ها باشند. به دلیل محدودیت‌های اجتماعی ممکن است دسترسی به ارقام سنتی نیز امکان‌پذیر نباشد. ممکن است از طرف خدمات ترویج رسمی و همتایان در جامعه، مکانی در زمینه دستیابی و استفاده از مواد کاشت گونه‌های محلی وجود نداشته باشد یا کشاورزان از روابط اجتماعی صحیح یا موقعیت اجتماعی لازم برای بدست آوردن ارقام برخودار نباشند.

در جهت بهبود دسترسی کشاورزان به بذرهای مختلف اقدامات متفاوتی می‌تواند صورت گیرد. ضامن[1] بذر، کالابرگ[2] یا گواهیِ با ارزش نقدی تضمین شده است که می‌توان به واسطه آن بذر را از طریق فروشندگان تایید شده، مبادله کرد. فروشندگان بذر می‌توانند کالابرگ‌های خود را در ازای پول نقد از عاملیت صادرکننده بازخرید کنند. بسته‌های تنوع[3] حاوی مجموعه‌ای از مقادیر کمی از بذرهای مختلف در اختیار کشاورزان قرار می‌گیرد تا دسترسی آن‌ها را به طیف گسترده‌تری از ارقام محلی افزایش دهد. بذرهای موجود در این بسته‌ها از بلوک‌های تنوع[4] (به توضیحات زیر مراجعه کنید)، مزارع تحقیقاتی یا مزارع کشاورزان برداشت می‌شود و بین کشاورزان توزیع می‌گردد. همانطور که پیش‌تر اشاره شد، بانک بذر جامعه‌بنیان می‌تواند همچون یک منبع بذر با دسترسی آزاد[5] برای یک جامعه محلی عمل کند و تراکنش‌ها و معاملات بذر می‌تواند مانند انجام این عمل در یک بانک انجام پذیرد. اغلب محدودیت‌های دسترسی به بذر مربوط به هزینه حمل‌ونقل است. برنامه‌های مالی یا اعتباری خُرد برای افزایش قدرت خرید مواد محلی توسط سازمان‌های محلی اجرا می‌شود تا هزینه‌های حمل و نقل را به صورت سالانه ارزیابی کند.

اقداماتی با هدف بهبود استفاده بهتر از طریق اطلاعات، مواد و مدیریت

تایید عملکرد و استفاده از ارقام سنتی محصول زراعی به اطلاعات مربوط به خصوصیات (صفات زراعی، سازگاری، تغذیه‌ای و کیفی) یا کاربرد این مواد همچون عملکرد زراعی، زیست محیطی و کیفیت مواد و یا روش‌های خوب در مدیریت زراعی، بستگی دارد. ممکن است کشاورزان دریابند که ارقام سنتی به دلیل فقدان مشخصه‌یابی و ارزیابی اطلاعات در مورد ویژگی‌های محیطی، سازگاری یا کیفیت صفات ارقامشان، یا به دلیل کمبود اطلاعات در مورد روش‌های مدیریتی مناسبی که می‌تواند تولید و بازاریابی ارقام محلی‌شان را بهبود بخشد، با گزینه‌های دیگر قابل رقابت نیستند. فقدان چنین اطلاعاتی به دلیل عدم وجود اطلاعات

1. Voucher
2. Coupon
3. Diversity kit
4. Diversity block
5. Open seed source

(برای مثال، ارقامی که هرگز در مزرعه مشخصه‌یابی یا ارزیابی نشده باشند) و یا عدم دسترسی جامعه کاربر به اطلاعات مورد نیازش به وجود می‌آید.

اقدامات زیادی برای افزایش اطلاعات در مورد مشخصه‌یابی و ارزیابی ارقام سنتی گیاهان زراعی انجام پذیرفته است. بلوک‌های تنوعِ در مزرعه، بلوک‌هایی آزمایشی هستند که به منظور اهداف تحقیق و توسعه در مزرعه کشاورزان ایجاد شده و توسط نهادهای محلی مدیریت می‌شوند. در جریان دوره کشت از گروهی از کشاورزان آگاه دعوت می‌شود تا به مشاهده بلوک‌های تنوع بپردازند. از این بلوک می‌توان برای تکثیر مواد کشت، مشاهده کشت ژرم پلاسم نادر در بلوک و همچنین به عنوان منبع بذر برای بانک‌های بذر جامعه‌بنیان بهره برد.

آزمایش‌های محیطی و آزمایشگاهی که به مقایسه یک رقم سنتی با ارقام مدرن می‌پردازند، برای اثبات تفاوت کمّی ویژگی‌های تولیدی و سازگار با شرایط کشاورزان، از اهمیت بالایی برخوردار هستند (رجوع کنید به فصل ۷ و هی و همکاران، ۲۰۱۱؛ سروپولای و همکاران، ۲۰۱۱). اینجا آزمایش با استفاده از هر دو رقم سنتی و مدرن به منظور مقایسه، همچنین می‌تواند به ساده‌سازی فناوری و ابهام‌زادیی از آن به کشاورزان یاری رساند. روش‌های مختلفی مانند انتخاب مشارکتی رقم (که در ادامه شرح آن خواهد رفت) و آزمایش مادر–فرزند[1] برای این منظور طراحی شده است (اسنپ و همکاران، ۲۰۰۲).

پایگاه داده‌های مربوط داده‌های ارقام و کرت‌ها به سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS[2]) متصل است که با ارائه داده‌ها در قالب‌های مناسب کشاورزان به آن‌ها اجازه می‌دهد پراکنش ارقام مختلف را در جامعه خود به شیوه بصری رصد کنند. همچنین ممکن است از این داده‌ها برای نقشه‌برداری از انواع خاک و شیوع بیماری نیز استفاده شود تا به کشاورزان در انتخاب رقم مناسب برای شرایط مختلف اگرواکولوژیکِ مزارع آن‌ها کمک نماید (به فصل ۶ مراجعه کنید). اکنون فناوری اطلاعات و ارتباطات از طریق شبکه‌های تلفن همراه امکان دسترسی به داده‌های مواد سازگار با محل و به اشتراک‌گذاری آن‌ها را برای جوامع بومی و محلی فراهم آورده است. در مناطقی که جریان برقِ مداوم در دسترس نبوده و اتصالات تلفن همراه ضعیف باشد، می‌توان از فناوری ترکیبی باسیم–بی‌سیم و با استفاده از انرژی خورشیدی بهره گرفت (کساوان و سوامیناتان، ۲۰۰۸). اکنون پیام‌های متنی یا صوتی ساده‌ای (ترجمه شده به گویش‌های محلی) در دسترس است که توانایی دسترسی کشاورزان روستایی به اطلاعات کلیدی آب و هوایی، بازار و کشاورزی را افزایش

1. Mother baby trial
2. Geographic Information System (GIS)

می‌دهد تا در جهت تصمیم‌گیری آگاهانه در امور حفاظت و استفاده از ارقام به آن‌ها یاری رساند. این امر اتصال ایستگاه‌های کوچک هواشناسی به سایت‌های اینترنتی را نیز در بر می‌گیرد. می‌توان یک ایستگاه هواشناسی نسبتا ارزان برای یک جامعه زراعی تهیه کرد و آن را به یک شبکه آب و هوایی رایگان مانند «آب‌وهوای زیرزمینی[1]» متصل نمود تا داده‌های محلی را به طور رایگان در دسترس دیگران قرار دهد. کشاورزان می‌توانند برای دستیابی به داده‌های بی‌درنگ[2] آب و هوایی و مدل‌های مرتبط با رشد محصول و پیش‌بینی آفات/ بیماری‌ها از این موارد استفاده کنند.

برنامه‌های رادیویی روستایی حاوی گفتگوهایی درباره اهمیت تنوع زیستی گیاهان زراعی، یکی از سریع‌ترین و قدرتمندترین ابزارها برای ارائه اطلاعات و افزایش آگاهی ساکنان مناطق روستایی و نیمه شهری است. رادیوهای روستایی نه تنها اطلاعات را برای ذینفعان پخش می‌کند بلکه محفلی را برای اشتراک دیدگاه‌ها و عقاید مختلف برای مخاطبان بیشتری فراهم می‌کند. غالبا دانش سنتی در آوازها، اشعار و داستان‌های عامیانه نهفته است که بیانگر ارزش‌های اجتماعی و فرهنگی جامعه است. بنابراین می‌توان اطلاعات یا پیام‌هایی با مضمون تنوع زیستی گیاهان زراعی را از طریق نمایش، موسیقی و شعر به مخاطبان منتقل کرد.

طرح‌های ابتکاری برای ثبت عمومی ارقام محلی که به وسیله سازمان‌های تحقیقاتی یا جامعه مدنی و به منظور مستند کردن تنوع زیستی و کاربردهای آن در سطح محلی آغاز شده به ویژه در کشورهای در حال توسعه بیش از پیش رواج یافته است. این طرح‌ها از لحاظ اهداف اصلی بسیار متفاوتند اما همه آن‌ها کم و بیش روشی برای «بانکداری حافظه[3]» محسوب می‌شوند. این اصطلاح توسط نازاره–ساندووال[4] (۱۹۹۸) برای اشاره به مجموعه‌ها و مستندات دانش کشاورزان به منظور استفاده در آینده ابداع گردیده است و معادل ذخیره‌سازی و مستند کردن ژرم پلاسم در یک بانک ژن است. بانکداری حافظه برای ضبط و ثبت ابعاد فرهنگی تنوع زیستی گیاهان، از جمله نام‌های محلی، فناوری‌های بومی و کاربردهای مرتبط با گیاهان و انواع مختلفی است که به طور سنتی برای دسترسی و مدیریت جوامع محلی از طریق شفاهی از نسلی به نسل دیگر منتقل شده است. در کادر ۱۲-۲ نمونه‌هایی از ثبت ملی ارقام سنتی و تنوع زیستی جامعه آورده شده است.

1. http://www.wunderground.com/
2. Real-time
3. Memory banking
4. Nazarea-Sandoval

کادر ۱۲-۲. ثبت ارقام سنتی در سطح ملی و جامعه

ثبت تنوع زیستی در جامعه

ثبت تنوع زیستی در جامعه (CBR[1]) سوابقی از ارقام سنتی گیاهان زراعی در سطح جامعه است که توسط اعضای یک جامعه نگهداری می‌شود و ممکن است حاوی اطلاعاتی از جمله ویژگی‌های اگرومورفولوژیکی و زراعی، سازگاری زراعی، کاربردهای ویژه، صفات منحصر به فرد، محل مبدا و متولیان ارقام باشد. مدیران CBR نه تنها خانوارهای ذخیره کننده بذر را ردیابی می‌کنند، بلکه به مدیریت بذر در سطح جامعه کمک می‌کنند و مشوق تبادل اطلاعات و بذر غیررسمی کشاورز به کشاورز هستند.

ثبت ملی ارقام سنتی

موسسه ملی تحقیقات کشاورزی[2] در پرو طرح ابتکاری ثبت آنلاین ارقام سیب‌زمینی بومی را ایجاد کرده است (رویز، ۲۰۰۹). این طرح از سوی قانون تصویب شده و بودجه آن از بودجه عمومی کشور پرو تامین می‌شود. تلاش برای مستندسازی میراث ژنتیکی گیاهی در سطح ملی و جامعه فقط مختص کشورهای در حال توسعه نیست. می‌توان نمونه‌هایی از کاتالوگ‌ها و فهرست‌های ثبت ارقام سنتی در پرتغال، فرانسه و ایتالیا را برشمرد. به طور کلی، ارائه توصیفی مناسب از رقم مورد نظر و تصدیق استفاده طولانی‌مدت از آن اصلی‌ترین پیش‌نیاز برای ورود ارقام مختلف به نظام ثبت است و می‌توان بر چنین ارقامی اصطلاح «سنتی» را اطلاق نمود.

با ثبت تنوع ژنتیکی گیاهان زراعی محلی یا ملی علاوه بر مستند کردن این ارقام و دانش مرتبط با آن‌ها می‌توان در راه محافظت از این ارقام در برابر سواستفاده‌های احتمالی نیز بهره برد. با در اختیار عموم قرارگرفتن ارقام کشاورزان، ماهیت آزاد این ارقام در برابر تلاش‌ها برای ثبت حق امتیاز انحصاری[3] یا حفاظت از ارقام گیاهی حفظ خواهد شد. هسته اصلی چنین راهبرد حفاظت دفاعی، شرح دقیق ارقام کشاورزی در یک سند عمومی است. دسترسی آسان بازرسان ثبت حق امتیاز انحصاری به فهرست‌های ارقام بخشی از این راهبرد محسوب می‌شود.

اقدامات با هدف بهبود مواد ارقام سنتی

حتی زمانیکه ارقام سنتی برخی از نیازهای کشاورزان را مرتفع می‌سازند، ممکن است وجود برخی

1. Community biodiversity Registry (CBR)
2. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA)
3. Patent

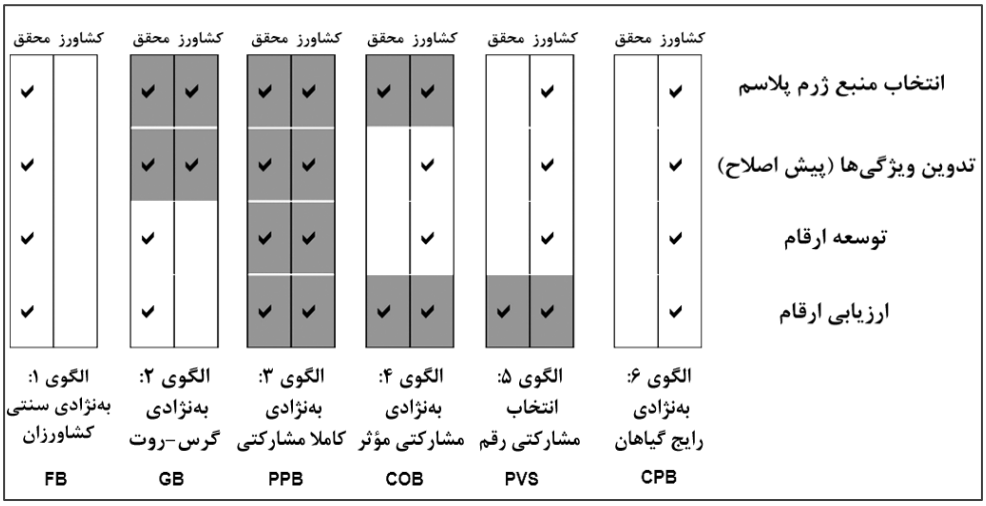
محدودیت‌ها استفاده از این مواد را محدود کرده و یا از رسیدن آن‌ها به ظرفیت کامل جلوگیری کند. ممکن است شرایط محیطی یا بازار تغییر کرده باشد، یا ارقام در معرض آفات و بیماری‌های جدید قرار بگیرند. برخی از صفات کیفی عمیقا در فرهنگ غذایی محلی حک گردیده و دامنه گسترش آن به فراتر از جوامع محلی محدود شده است. جمعیت‌های مختلف ارقام سنتی ممکن است خود از نظر صفات سازگار یا کیفیت یکنواخت نباشند، به بیان دیگر ممکن است هم در درون و هم در میان یک جمعیت دارای تفاوت قابل توجهی باشند. این جمعیت‌ها را می‌توان توسط به‌نژادی و به سه روش تکثیر نمود. انتخاب صفات ساده از تنوع موجود در جمعیت محلی یکی از این روش‌ها به شمار می‌آید (برای مثال انتخاب انبوه[1] به معنی انتخاب و استفاده برای کاشت نسل بعدی بذر از گیاهان جداگانه و بر اساس مشخصات فنوتیپی ترجیحی یا غیر ترجیحی است).

به‌نژادگرانی که با کشاورزان اهل یاشکابا[2] و یوکاتان[3] مکزیک کار می‌کنند از طریق روش‌های انتخاب انبوه، بهره‌وری ارقام سنتی ذرت را افزایش داده‌اند. به منظور جلوگیری از رانش ژنتیکی[4] و در تطابق با ترجیحات کشاورزان، گیاهان با خصوصیات مطلوب، درست پیش و در هنگام گل‌دهی (به جای ذخیره‌سازی پس از برداشت، همانند روش سنتی کشاورزان) انتخاب شدند و بار دیگر در زمان برداشت و با استفاده از فشار انتخابیِ ۲۰ درصد، سالم‌ترین و پرمصرف‌ترین گیاهان را دستچین کردند. این فرایند سپس پنج بار دیگر تکرار شد و جمعیت‌هایی که هر ساله به روش انبوه انتخاب می‌شدند، به لحاظ عملکرد دانه و کیفیت گیاه مورد آزمون قرار می‌گرفتند. گزارش‌های مربوط به دستاوردهای مورد انتظار از انتخاب انبوه حدود ۲ درصد در هر چرخه بود. در فلات مرکزی مکزیک، دستاورد کلی برای سه چرخه انتخاب و بیش از پنج جمعیت حدود ۲۰ درصد بوده است (اسمیت و همکاران، ۲۰۰۱).

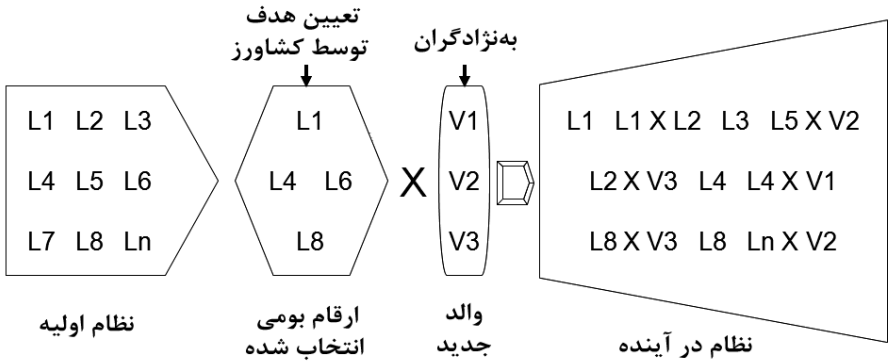
در روش دوم، کشاورزان لاین‌های ثابت (ارقام آزادسازی شده پایدار، لاین‌های پیشرفته یا ارقام سنتی) را در محیط هدف خود و با استفاده از معیارهای انتخابی خود (انتخاب مشارکتی ارقام[5]) انتخاب می‌کنند. روش سوم تلاقی والد محلی با رقم غیربومی[6] برای از بین بردن صفات ناخواسته از تنوع محلی است (برای مثال، به‌نژادی مشارکتی گیاهان (PPB[7])؛ شکل ۱۲-۲ و ۱۲-۳؛ همچنین به فصل ۳ مراجعه نمایید). به‌نژادی

1. Mass selection
2. Yaxcabá
3. Yucatán
4. Genetic drift
5. Participatory varietal selection
6. Exotic
7. Participatory Plant Breeding (PPB)

مشارکتی گیاهان فرآیندی است که طی آن کشاورزان و به‌نژادگران گیاهی، به طور مشترک ارقام را از مواد مجزا در یک محیط هدف انتخاب می‌کنند.



شکل ۱۲-۲. رویکردهای مختلف تولید مشارکتی گیاهان براساس مراحل مشارکت کشاورز و محقق/به‌نژادگر در فرایند به‌نژادی (اقتباس از موریس و بلون، ۲۰۰۴ [1]).



شکل ۱۲-۳. چارچوب مفهومی به‌نژادی مشارکتی گیاهان که ضمن ارتقاء تنوع زراعی محلی، شالوده نظام بذر کشاورزان و تاب‌آوری جامعه در برابر ناملایمات اجتماعی-اقتصادی و محیطی را نیز وسیع‌تر می‌کند (اقتباس از استاپیت وهمکاران، ۲۰۰۱، بایوورسیتی اینترنشنال).

1. Adapted from Morris and Bellon, 2004, in Euphytica, by Netherlands Study Circle of Plant Breeding, reproduced with permission of Springer-Verlag Dordrecht in the format use in a book/textbook via Copyright Clearance Center

همانطور که در فصل پنجم ذکر شد، راهبردهای انتخاب به کمک نشانگر[1] و انتخاب ژنومی[2] می‌توانند به تسریع چرخه به‌نژادی کمک کنند. تنوع ژنومی گیاهان را می‌توان با تعیین ساختار ژنتیکی[3] از طریق تعیین توالی[4] بر اساس منابع شناسایی شده فنوتیپ‌های مطلوب توسط کشاورز مورد ارزیابی قرار داد و این ارزیابی را در جهت هدایت تلاش‌ها با هدف تلاقیِ در مزرعه و به منظور به حداکثر رساندن احتمال انتخاب صفات مورد نظر به کار بست، در حالیکه تنوع زیستی موجود در برنامه به‌نژادی مشارکتی را تا حد امکان حفظ کرد. مهمترین عنصر هر برنامه به‌نژادی مشارکتی گیاهان، تعیین هدف به‌نژادی توسط یک جامعه زراعی است؛ به‌نژادگران به کشاورزان کمک می‌کنند تا مواد محلی را در محیط مورد نظر خود بهبود بخشند و کشاورزان در انتخاب پیش و پس از برداشت به به‌نژادگران یاری می‌رسانند.

به‌نژادی برای تنوع بر یک پایه ژنتیکی شامل به‌نژادی چندلاینی (مخلوطی از لاین‌ها یا ارقام ژنتیکی مشابه) است که تفاوت عمده آن‌ها در میزان مقاوتشان در برابر پاتوتیپ‌های مختلف نهفته است. از این امر به منظور به‌نژادی غلات در ایالات متحد و اروپا (فینک و وولف، ۲۰۰۶) و به‌نژادی قهوه (قهوه عربیکا) در کلمبیا بهره گرفته می‌شود. رقم کلمبیا یک مولتی‌لاین از لاین قهوه است که به صورتی متفاوت در برابر بیماری زنگ (در اثر قارچ *Hemilera vastatrix*) مقاوم است و در بیش از ۳۵۰ هزار هکتار کشت می‌شود (مورنو-رویز و کاستییو-زاپاتا، ۱۹۹۰؛ براونینگ، ۱۹۹۷). در میان سایر مفاهیم به‌نژادی، انتخاب جمعیت، تلاقی مرکب، تلاقی برتر و مولتی‌لاین‌ها همه از تنوع درون محصولی استفاده می‌کنند (وولف و فینک، ۱۹۹۷).

اقدامات با هدف بهبود مدیریت تنوع زراعی سنتی

از روش‌های مدیریتی در جهت بهبود بهره‌وری و ثبات ارقام سنتی در نظام‌های تولید کشاورزی استفاده شده است. کاشت مخلوط ارقام سنتی یا جمعیت‌های واجد تنوع ژنتیکی بالا به منظور کاهش آفات و بیماری‌ها در مزرعه و کاهش آسیب‌پذیری ژنتیکی در برابر آلودگی‌های آینده در فصل هفتم به صورت مفصل مورد بحث قرار گرفت. مدیریت مجموعه‌ای از ارقام یا جمعیت‌های زراعی با سطوح مختلف اجتناب یا تحمل تنش‌های غیرزنده، به بخشی از راهبرد معیشتی کشاورزان در آفریقای زیر صحرا بدل شده است تا احتمال زیان عملکرد ناشی از بارش‌ها و دمای غیرقابل پیش‌بینی را کاهش دهد. در جهت بهبود هیبریداسیون متقابل

1. Marker-assisted selection
2. Genomic selection
3. Genotyping
4. Sequencing

حشرات و گرده‌افشان‌ها برای تولید بهتر میوه، تنوع درختان میوه در باغ‌ها و باغچه‌ها افزایش یافته است. در این روش، مخلوطی از انواع درختان بلند و کوتوله، زودگلده و دیرگلده، به همراه سایر درختان چندساله در کنار یکدیگر کاشته می‌شوند. تنوع بخشیدن به ارقام زراعی به منظور ایجاد تنوع در زمان گلدهی می‌تواند به افزایش انواع گرده‌افشان‌هایی منجر شود که در دوره‌های مختلف از فصل زراعی وارد مزارع می‌شوند و همچنین قادر است در دوره‌هایی که هنوز گل‌های وحشی نرسیده‌اند جمعیت زنبورهای عسل را حفظ کند (به فصل ۷ مراجعه کنید).

به منظور افزایش تنوع رقم درختان میوه گرمسیری دیم مانند انبه از روش پیوند جانبی[1] بهره برده شده است. در این روش قلمه‌های بیشتری از طیف وسیعی از درختان مادری محلی و نیز قلمه‌های ارقامی که از طریق تبادل نهال از مناطق دیگر وارد شده‌اند، مورد استفاده قرار گرفته است (فیچیت و همکاران، ۲۰۱۲). بهبود روند بوجاری بذر ارقام و شرایط نگهداری آن‌ها (همانطور که در فصل ۱۱ بیان شد)، روش‌های دیگری جهت بهبود بهره‌وری ارقام سنتی گیاهان زراعی محسوب می‌شود. این قبیل شیوه‌ها که از تنوع ژنتیکی گیاهان زراعی برای تولید پایدار بهره می‌برند، لزوما اقداماتی مستقل نیستند. همانطور که در فصل هفتم شرح داده شد، اغلب اوقات از این روش‌ها در مدیریت یکپارچه آب، خاک یا آفات یا روش‌های مدیریت زراعی استفاده می‌شود.

نفع کشاورزان در استفاده و حفاظت از مواد

افزایش سود کشاورزانی که به کشت تنوع زراعی بومی مشغولند به معنای افزایش سود خالص آن‌ها است، چرا که هر گزینه سودآور می‌تواند هزینه‌هایی نیز برای کشاورزان در بر داشته باشد. این امر شامل ایجاد مشوق‌های مناسب برای ایجاد و تسهیم سود حاصل از کشت تنوع زراعی با کشاورزان است و همچنین اطمینان از اینکه از طریق وضع مالیات و یارانه‌ها موانع غیر ضروری یا ناخواسته در مسیر جریان سود کشاورزان ایجاد نمی‌شود. ابزارهایی برای اندازه‌گیری مزایای بازاری و غیربازاریِ حفاظت و استفاده از تنوع ژنتیکی گیاهان زراعی در نظام تولید وجود دارد که در فصل نهم شرح آن رفته است. در اینجا راهبردهای مختلفی توصیف می‌گردد که جوامع کشاورزی را در بهره‌مندی از حفاظت و استفاده از ارقام محصولات سنتی پشتیبانی می‌کند. موفقیت این راهبردها در گرو حمایت از نهادهای محلی، تقویت اقدامات جمعی و حقوق مالکیت و توانایی کشاورزان برای مشارکت در فرآیند تصمیم‌گیری و اقدام مناسب و اجرای آن است.

1. Side grafting

فرآوری بهبودیافته

فناوری پردازش استاندارد فعلی نیاز به ارقام یکنواخت دارد و به ندرت تجهیزات کاشت و برداشت یا دستگاه‌های جداسازی برای ارقام متنوع گیاهان زراعی یا دانه‌های ریز تنظیم و سازگار شده است. اگرچه کاشت و برداشت دانه‌های ریز مانند ارزن و گندم سیاه[1] تقریبا نسبتا به نیروی کار کمی نیاز دارد، اما فرآوری این غلات ریزدانه برای تولید محصولات مصرفی بسیار پرزحمت است و بیشتر توسط زنان انجام می‌شود. اقداماتی برای تنظیم تجهیزات کاشت و برداشت ساده و دستگاه‌های پیچیده‌تر که برای پردازش مواد متنوع طراحی شده آغاز گردیده و در دسترس قرار گرفته است اما چنین تجهیزات ودستگاه‌هایی نادر و کمتر شناخته شده است (فینک، ۲۰۰۸). استفاده از این تجهیزات فرآوری کننده که برای این منظور تنظیم شده باشد مستلزم آن است که روش‌های بهبودیافته فرآوری را به تولیدکنندگان آموزش داد و اطلاعاتی درباره مزایای تجهیزات مختلف فرآوری دراختیار خرده‌فروشان قرار داد و برای تهیه این تجهیزات تامین اعتبار کرد، که این امر نیازمند تامین اعتبارات خُرد برای خرید و تطبیق دادن تجهیزات است.

تقویت حفاظتِ در مزرعه از طریق افزایش سودی که به واسطه فرآوری نصیب کشاورزان می‌شود، یکی از گزینه‌های پرهزینه و زمان‌بر است. معمولا برای اثبات اینکه آیا ابتکاری می‌تواند سودآور و پایدار باشد، تحقیقات دقیق اقتصادی و مطالعات آزمایشی نمونه امری ضروری است. راه‌اندازی و اداره تاسیسات فراوری ممکن است نیازمند سرمایه‌ای هنگفت باشد. علاوه بر این، توسعه صنعتی برای تامین محصولات کشاورزی احتمالا به مجوزها و مقررات دولتی نیاز دارد. یکی از مزایای این روش این است که مداخله به منظور افزایش سود کشاورزان از طریق فرآوری می‌تواند سازوکاری[2] پایدار را برای توسعه اقتصادی فراهم آورد و ممکن است (پس از صرف هزینه‌های اولیه) فقط به نظارت و نگهداری حداقلی نیاز داشته باشد.

ایجاد و ارتقا «بازار تنوع زیستی»

اغلب بازارهای عمده‌فروشیِ فعلی بیش از حد بر ویژگی‌های زراعی و کارکردی تاکید می‌ورزند و ویژگی‌های خاص و منحصر به فرد بازار و مصرف‌کننده را نادیده می‌گیرند. نظام‌های کنترل کیفیت می‌توانند به یکدست شدن فرآیندهای تولید بیانجامد و این امر می‌تواند به معنی حذف دانش و روش‌های سنتی باشد. با ایجاد زنجیره‌های بازار (فصل ۹) برای تجاری‌سازی ارقام سنتی و محصولات آن و با افزایش عرضه و

1. Buckwheat
2. Mechanism

تقاضای چنین محصولاتی، ارزش تجاری می‌تواند افزایش یابد و بنابراین کشاورزان نیز بیش از پیش به کشت و فروش آن‌ها علاقمند شوند. ارزش بازار تولیدات کشاورزی را می‌توان از طریق توسعه بازارهای جدید، بهبود بازاریابی، تمایز محصول با ارزش بالا، تجهیزات فرآوری بهبودیافته متناسب با مواد اولیه متنوع و اعتمادسازی در میان فعالان زنجیره بازار افزایش داد.

تشویق بازار به توجه به ارقام زراعی متنوع را می‌توان از طریق مالیات و یارانه پشتیبانی کرد، به این صورت که بر فعالیت‌های کشاورزی مخرب محیط زیست مالیات وضع شود و به فعالیت‌های دوستدار محیط زیست یارانه تعلق گیرد. ابزار برچسب‌گذاری کیفیت می‌تواند به ایجاد ارزش افزوده در ارقام و محصولات حاصل از نظام‌های کشاورزی سنتی کمک کند.

نشانه جغرافیایی[1] و برچسب کشاورزی ارگانیک در دهه‌های اخیر بسیار رواج یافته و اغلب به منظور حفظ تنوع زیستی و شیوه‌های سنتی کشاورزی از آن‌ها استفاده می‌شود. نشانه‌های جغرافیایی علامت‌هایی هستند که به کالایی تعلق می‌گیرد که منشا جغرافیایی خاصی دارد و دارای خصوصیات و شهرتی است که نتیجه محل مبدا آن کالا است. این امر نوعی اقدام حفاظتی در قالب موافقتنامه در مورد جنبه‌های مرتبط با تجارت حقوق مالکیت فکری (تریپس[2]) سازمان تجارت جهانی[3] است. از نشانه‌های جغرافیایی برای جلوگیری از رقابت با محصولات مشابه در بازارهای ملی و بین‌المللی استفاده می‌شود. نشانه‌های جغرافیایی از دارایی‌های ناملموس اقتصادی مانند کیفیت و شهرت یک محصول از طریق تمایزهای موجود در بازار حمایت می‌کند. این ابزاری است برای حفظ چندکارکردی بودن منظرهای روستایی و استفاده از آن در گرو مشارکت جمعیت محلی در مدیریت و حفاظت از تنوع زیستی از طریق ایجاد انگیزه برای بازاریابی محصولات ویژه است.

پنیر فتای یونانی، شراب گازدار شامپانیِ فرانسوی و نوشیدنی تکیلای[4] مکزیکی برخی از مشهورترین نمونه‌های نشانه جغرافیایی به شمار می‌آیند. نشانه‌هایی مختلف با ماهیت‌های مختلفی وجود دارند: نشانه‌های متعلق به منشا جغرافیایی، نشانه‌های جغرافیایی حفاظت شده، نام‌های حفاظت شده متعلق مبدا، وجه تسمیه مرتبط با مبدا و نام مبدا. همه این نشانه‌ها دارای خصوصیاتی کم و بیش متفاوت هستند اما در یک اصل اشتراک دارند: پیوند محکم با یک سرزمین و دانش جمعی که به طور سنتی در چنین سرزمینی یافت می‌شود. بر اساس فلسفه وجودی توسط مقررات بازار نشانه‌های جغرافیایی و علایم کیفیت کشاورزی ارگانیک،

1. Geographical indication
2. Trade Related Aspects of Intellectual Property Rights (TRIPS)
3. World Trade Organization (WTO)
4. Tequila

می‌توان گزینه‌های برچسب‌گذاری جایگزین را تعیین کرد تا محصولات حاصل از کشت ارقام متنوع را از محصولات تک رقم و همگن متمایز ساخت.

اگر محصولی مبتنی بر کشت تک رقم باشد که ویژگی محصول را به لحاظ درک مصرف‌کننده تعریف کند، در این صورت ایجاد بازار برای این رقم ممکن است به از بین رفتن تنوع ژنتیکی منجر شود. این همان اتفاقی است که برای رقم برنج «های هاو تام خوای[1]» در ویتنام و رقم کینوای «رییل[2]» در بولیوی رخ داد. در هر دو مورد موفقیتِ نشانه جغرافیایی باعث گردید که سایر ارقام به حاشیه رانده شوند و تنوع محصول به طور کلی از میان رفت (لارسون گِورا، ۲۰۱۰). اینکه آیا نشانه‌های جغرافیایی یا بازارهایِ آشیانه‌ای[3] برای ارقام سنتی که «بهترین تناسب» را با بوم‌نظام‌های خاص دارند باعث تداوم استفاده از تنوع محصول برای تولید کالاهای حفاظت شده توسط نشانه‌گذاری می‌شود یا خیر، به ویژگی‌های محصول و اندازه بازار آن بستگی دارد.

در منطقه کاسکی[4] در نپال، صنایع خانگی (کارگاه‌های خانگی[5]) خصوصی مانند گونیلو[6] و باندوباستا[7] وجود دارد که محصولاتی تجاری تولید می‌کنند که مواد اولیه آن از گیاهان زراعی محلی تهیه می‌شود و ارزش ویژه‌ای برای فرهنگ غذایی محلی و بازار آشیانه‌ای گردشگری دارند. شبکه‌ای از کارآفرینانی که به تولید چنین محصولاتی می‌پردازند تشکیل شده و به جوامع کشاورزی پیوند خورده است. برای نیل به این مقصود یک سازمان مردم‌نهاد جلساتی را تشکیل داد و ضمن تسهیل‌گریِ جلسه، به شیوه مشارکتی، کشاورزان و کارآفرینان محصولات محلی را که برای مصرف‌کنندگان از ارزش بالایی برخوردار بودند را شناسایی کردند تا آن‌ها را تولید کرده و برای بازرایابی فروش آن‌ها تصمیم‌گیری کردند. علاوه بر این، با حساس کردن انجمن هتل‌ها و رستوران‌ها برای استفاده بیشتر از محصولات محلی در فهرست غذاهای روزانه خود، سرآشپزها دستورالعمل‌های طبخ محلی را با محصولات جدید منطبق ساختند (رعنا و استاپیت، ۲۰۱۱).

تجارت منصفانه و برچسب‌گذاری دوستدار محیط زیست یک راهبرد حفاظتی بازار محور است که طی آن مصرف‌کنندگان برای خرید محصولات مزارع گواهی‌شده‌ای پول می‌پردازند که به حفظ تنوع زیستی

1. Hai Hau Tam Xoan
2. Quinua Real
3. Niche market
4. Kaski district
۵. Cottage industry: صنایع کوچک مقیاس و غیرمتمرکزی است که غالبا تحت این نظام، کالا یا قطعات بدون نیاز به تاسیسات یک کارخانه، درون خانه‌ها و توسط یک خانوار (معمولا زنان) تولید می‌شود. برای مثال محصولات صنایع دستی در یک روستا معمولا به این شیوه تولید می‌گردد (مترجم).
6. Gunilo
7. Bandobasta

یا شرایط عادلانه کار در تولید متعهد است. برچسب تجارت عادلانه مستلزم این است که خریداران موافقت نمایند تا ۱) قیمتی را بپردازند که هزینه‌های تولید و حق بیمه تامین اجتماعی را پوشش دهد، ۲) بیعانه بپردازند، (۳) مستقیما از تولیدکننده بخرند و ۴) قراردادهای طولانی مدت با تولیدکنندگان منعقد گردد. تجارت عادلانه بیشتر بر جنبه انسانی تولید تمرکز می‌کند، در حالیکه در برچسب‌گذاری دوستدار محیط زیست تمرکز بر شیوه‌های محیط زیستی یا بر تولیدکنندگان است. این دو مفهوم می‌تواند به طور غیر مستقیم استفاده از تنوع محصول زراعی در نظام‌های تولید را تشویق کند، اما این ارتباط را باید بیشتر مورد مطالعه قرار داد. با پیوند این گیاهان زراعی به کارزارهای[1] تبلیغاتی، می‌توان آگاهی مصرف‌کنندگان و خرده‌فروشان را نسبت به ویژگی‌های مهم چنین محصولاتی افزایش داد (برای مثال ویژگی‌های تغذیه‌ای، تطبیقی). چنین کارزاهایی اطلاعاتی را درباره هزینه‌های واقعی که تولید گیاهان زراعی با استفاده از مقادیر بالای نهاده‌های شیمیایی بر محیط زیست تحمیل می‌کند، در اختیارعموم گذارده و به مقایسه آن با شیوه‌های مدیریتی دخیل در ارقام محصولات سنتی می‌پردازد.

همچنین یکی از اهداف تمایزگذاری میان محصولات کشاورزی و غذایی تولید شده مطابق با اصول کشاورزی ارگانیک، ایجاد مشوق‌هایی است به منظور نگهداری محصولات و ارقام سازگار با شرایط محیطی که نیاز به نهاده‌های خارجی نداشته (کود، سموم دفع آفات و بیماری‌ها و غیره) و در نتیجه با محیط زیست سازگار باشند. با رشد کشاورزی ارگانیک، تقاضا برای ارقام اصلاح شده و متناسب با این مدل از تولید باعث اعاده ارزش[2] ارقام محلی و سنتی و استفاده از این ارقام در برنامه‌های به‌نژادی شده است.

در سال ۲۰۰۵ و بنابر تایید فدراسیون بین‌المللی جنبش‌های کشاورزی ارگانیک (IFOAM[3])، جنبه‌های اصلی کشاورزی ارگانیک تحت چهار اصل راهنما خلاصه گردید که عبارتند از: ۱) بهداشت-کشاورزی ارگانیک باید سلامت خاک، گیاه، حیوان و انسان را به عنوان یک کل واحد و غیرقابل تفکیک حفظ و تقویت نماید؛ ۲) اکولوژی-کشاورزی ارگانیک باید مبتنی بر نظام‌ها و چرخه‌های اکولوژیکی زنده باشد، با آن‌ها کار کند، از آن‌ها تقلید کند و به پایداری آن‌ها یاری رساند؛ ۳) انصاف-کشاورزی ارگانیک باید بر اساس روابطی بنا شود که با توجه به محیط مشترک و فرصت‌های زندگی، جانب انصاف را رعایت می‌کنند؛ و (۴) مراقبت-کشاورزی ارگانیک باید با شیوه‌های پیشگیرانه و مسئولانه و به منظور حفاظت از سلامت و رفاه نسل‌های فعلی و آتی و محیط زیست مدیریت شود.

1. Campaign
2. Revalorization
3. International Federation of Organic Agricultural Movements (IFOAM)

در به‌نژادی نظام‌های کشاورزی ارگانیک و کم‌نهاده، تمایل مجدد به استفاده از ارقام سنتی را نه تنها به عنوان یک منبع ژنتیکی مشتق شده از زمین‌های زیر کشت، بلکه همچنین به عنوان یک شرط ضروری برای وجود بوم‌نظام‌های زراعی مقاوم در برابر تغییرات محیطی می‌توان دید. ارقام تجاری موجود عمدتا برای عملکرد در شرایط پرنهاده تولید می‌شوند و اغلب در کسب عملکرد قابل قبول و قابل اطمینان در محیط‌های ارگانیک ناهمگن موفق نیستند. بر خلاف رویکرد معمول در تولید تجاری که طی آن و به منظور تشخیص آن‌ها، ارتباط میان نشانگرهای مولکولی و فنوتیپ‌ها در یک طراحی خاص و بهینه شده مورد مطالعه قرار می‌گیرد (نقشه‌برداری از جایگاه صفات کمّی (QTL[1])، به‌نژادی نظام‌های ارگانیک و کم‌نهاده، بر جمعیت‌ها و گیاهان پرورش‌یافته برای این نظام تمرکز دارد. در به‌نژادی جمعیت‌ها، چندریختی‌ها[2] برای ارزیابی تکامل تنوع ژنتیکیِ تحت مدیریت گیاهان زراعی و تحت شرایط اگرواکولوژیکی مختلف ایجاد شده‌اند تا بتوان با هدف توسعه راهبرد حفظ سطح مناسب تنوع ژنتیکی در درون ارقام یک جمعیت به درکی از بازخورد انواع مختلف جمعیت‌ها از جمله جمعیت تلاقی مرکب، مخلوط‌ها و ارقام سنتی نایل آمد. به منظور ایجاد راهبردهایی جهت افزایش و حفظ ناهمسانی[3] و ناهمگونی[4] و در نتیجه حفظ و افزایش ظرفیت حایل[5] در یک جمعیت در مقابل شرایط محیطی و اکولوژیکی در حال تغییر، سطوح دگرآمیزی[6] و تغییرپذیری آن در جمعیت‌ها نیز مورد ارزیابی قرار می‌گیرد (وولف و همکاران، ۲۰۰۸؛ گولدرینگر و همکاران، ۲۰۱۰؛ لامرتز وان بویرن و مایرز، ۲۰۱۱).

مقررات و مشوق‌های کاربری زمین

فضیلت عمومی احترام به محیط زیست از طریق ارتباط گسترده با مردم بومی و شیوه‌های زندگی سنتی در بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته به جایگاهی شایسته رسیده است (فصل ۳). این مهم به طور عمده از طریق کارزارهای آگاهی بخشی عمومی حاصل شده که با استفاده از رسانه پیام‌هایی را با مضمون موفقیت بالقوه شیوه‌های مدیریت سالم محیط زیست منتشر می‌کنند. اگرچه موضوع فرایندها و پیامدهای فرسایش ژنتیکی و نیز اهمیت حفظ تنوع ژنتیکی گیاهان زراعی در نظام‌های تولید کشاورزی تاکنون سهم نسبتا اندکی در چنین کارزارهای رسانه‌ای داشته، اما نظام‌های کشاورزی محلی می‌توانند نقش مهمی در انتشار این نوع

1. Quantitative Trait Loci (QTL)
2. Polymorphism
3. Heterozygosity
4. Heterogeneity
5. Buffer
6. Outcrossing

پیام‌ها و اطلاعات راجع به این موضوعات ایفا کنند.

همچنین مشوق‌های حفظ تنوعِ در مزرعه می‌تواند در گرو تنظیم مقرراتِ کاربری زمین و برنامه‌ریزی برای ایجاد مناطق اگرواکولوژیکی حفاظت‌شده و مناطق گردشگری کشاورزی یا ترویج روش‌های کشاورزی کم‌نهاده در پهنه‌های اکولوژیکی حساس باشد. برای مثال در مجارستان، به زمین‌هایی که زیر عنوان پهنه‌های محیطی حساس طبقه‌بندی شده است، همچون مکان‌های هدف برای ترویج کشاورزی ارگانیک نگریسته می‌شود که می‌توانند بیشتر برای کشت ارقام محصولات سنتی مورد استفاده قرار گیرند (بلا و همکاران، ۲۰۰۶). پرو با ایجاد یک چارچوب قانونی به تنظیم مقررات برای استقرار مناطق تنوع زیستی کشاورزی و نگهداری از آن‌ها مبادرت ورزیده است که روش‌های مختلفی را برای حمایت از کشاورزان در این مناطق به کار می‌بندد (رویز، ۲۰۰۹). اکوادور برنامه‌هایی را به منظور ارتقاء پهنه‌های مناطق گردشگری کشاورزی و باغ‌های گیاهشناسیِ تنوع زیستی اجرا کرده است. هر دو برنامه ضمن تاکید بر تنوع محصولات سنتی به عنوان عنصری از هویت فرهنگی، زمینه را برای مشارکت جوامع کشاورزی محلی در فعالیت‌های اقتصادی گردشگرمحور فراهم آورده است.

به طور کلی کشاورزانی که از حق تصدی بر زمین زراعی برخوردار هستند، نسبت به آن‌ها که از استمرار چنین حقوقی اطمینان ندارند، تمایل بیشتری به انجام اقدامات مدیریتیِ طولانی مدتی دارند که حاصلخیزی خاک، کیفیت آب و سایر منابع لازم را در طول سالیان حفظ می‌کند. مطالعات متعددی حاکی از آن است که کشاورزان صاحب زمین یا آن دسته از کشاورزانی که تصدی طولانی مدت و قابل اتکا بر زمین دارند، انگیزه بیشتری در حفاظت از زمین از طریق کشت و تناوب گیاهان زراعی متنوع از خود نشان داده‌اند.

در جمهوری‌های سابقا کمونیستی آسیای میانه، طی دهه‌ها حاکمیت کمونیسم، برنامه‌ریزی مرکزی شوروی کشت گندم و پنبه را نسبت به میوه و سبزیجات ارجحیت بخشید و زمین‌های زراعی را به کشت این محصولات اختصاص داد. باغ‌های خانگی که به طور متوسط حداکثر یک هکتار مساحت داشت، به دلیل برخورداری از قانون تصدی پایدار بر زمین، تنها فضاهایی بودند که به کشاورزان خودمختاری می‌بخشیدند. بیشتر کشاورزان اهل جمهوری‌های قزاقستان، قرقیزستان، تاجیکستان، ترکمنستان و ازبکستان زمین‌هایی با کاربری باغداری را در تملک خود داشتند و از آن‌ها برای کشت سبزیجات و میوه‌های مصرفی خود و نیز برای افزایش گزینه‌های اقتصادی بهره می‌بردند که از سوی نظام مرکزی ارائه می‌گردید. بنابراین باغ‌های خانگی به خزانه‌هایی اصیل از تنوع محصولات میوه و باغی، مراکز آزمایش و نوآوری، و مولفه‌های اساسی در راهبردهای معیشتی در این کشورها بدل شدند. اگرچه برنامه‌ریزی دولت مرکزی پس از گذار کشورها

به اقتصاد بازار کاهش یافت، اما در بعضی از کشورها همچنان باغ‌های خانگی تنها مکانی هستند که حقوق مالکیت کشاورزان را به رسمیت می‌شناسند و ابتکار عمل فردی را مجاز می‌دانند که این امر به اجرای شیوه‌های کشاورزی سنتی منجر شده که به لطف آن‌ها ارقام محصولات محلی در این قطعات کوچک زمین حفظ گردیده است (لاپنیا و همکاران، ۲۰۱۳).

انطباق پرداخت هزینه‌ها در قبال دریافت خدمات اکوسیستم به منظور حفاظت از تنوع محصولات زراعی در مزرعه

پرداخت هزینه در قبال دریافت خدمات اکوسیستم انگیزه‌هایی مبتنی بر بازار دارد که هدف آن ایجاد اشتیاق در حفظ خدمات اکوسیستم از طریق دریافت هزینه‌ها، صدور مجوزهای قابل معامله، پرداخت یارانه‌ها و کاهش اصطکاک بازار است. در طرح‌های پرداخت هزینه در قبال خدمات محیط زیست (PES[1])، دریافت ارزش حفاظت عمومی در سطح کشاورزان مجاز شمرده می‌شود؛ در نتیجه انگیزه‌هایی برای حفاظت از تنوع زیستی و حمایت از کاهش فقر ایجاد می‌شود (مراجعه کنید به سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد، ۲۰۱۱). پرداخت‌ها ممکن است در مقیاس کوچک‌تر در بین جوامعی صورت گیرد که جوامع بالادست و پایین‌دست را به یکدیگر پیوند می‌زنند. این طرح‌ها مستلزم درک متقابل میان کاربران در مورد نقش بالقوه جوامع بالادست در مدیریت حوزه آبریز است و معمولا با ایجاد تعاونی‌هایی متشکل از ذینفعان ساکن در بالادست و پایین‌دست حوزه آبریز اجرا می‌گردد (کادر ۱۲-۳).

تا کنون خدمات اکوسیستم به طور کلی بیشتر به مناطق طبیعی پرداخته است و بسیار کمتر به بوم‌نظام‌های زیر کشت مانند زمین‌های کشاورزی توجه نموده است. زمانیکه که خدمات کشاورزان به مثابه عایدات تولیدی در سطح مزرعه در نظر گرفته نشود، معمولا کشاورزان انگیزه‌ای نخواهند داشت تا تاثیر عملکردشان بر خدمات اکوسیستم که از تنوع زیستی کشاورزی ناشی می‌شود را در حساب آورند. در فصل ششم فرآیند شناسایی خدمات اکوسیستم ناشی از استفاده از تنوع ژنتیکی گیاهان زراعی مانند کنترل آفات و بیماری‌ها، حفظ گرده‌افشانی، کاهش فرسایش خاک و استفاده بهینه از منابع آب مورد بحث قرار گرفته است. اطلاعات صحیح در مورد وجود این خدمات و دامنه آن‌ها، نظارت بهتر و برنامه‌های تشویقی موثرتر می‌تواند بر تصمیمات کشاورزان در مورد تنوع محصول زراعی اثر بگذارد به نحوی که به بهبود وضعیت محیط زیست منجر شود.

1. Payment for environmental services (PES)

کادر ۱۲-۳. تعاونی دریاچه روپا[1]، نپال

در سال ۲۰۰۱ تعاونی احیا و شیلات دریاچه روپا توسط یک جامعه ساکن در پایین دست دریاچه تاسیس گردید که شیلات بخش مهمی از راهبرد معیشتی آن‌ها محسوب می‌شد. به منظور حصول اطمینان از کاهش فرسایش ناشی از روش‌های مدیریت کشاورزیِ جوامع بالادست دریاچه، این تعاونی یک سازوکار تسهیم سود ایجاد کرد تا مشوق‌هایی را برای جوامع و گروه‌های ذینفع ساکن در بالادست دریاچه برای حفظ حوزه آبریز فراهم آورد. در غیاب بازارهای رسمی ارائه خدمات محیط زیستی، این فرایند از طریق سازوکارهای سنتی ایجاد گردید. شرکت تعاونی روپا با هدف حصول اطمینان از اجرای شیوه‌های مدیریت گیاهان زراعی در جهت کاهش گل‌ولای و ارتقاء کیفیت آب، ۱۰ درصد درآمد حاصل از مدیریت شیلات را به جوامع بالادست پرداخت می‌کند. سازوکار پرداخت وجوه داوطلبانه است و هیچ قرارداد یا توافقی میان خریداران (تعاونی) و فروشندگان (کاربران بالادست) منعقد نشده است. تعاونی به صورت سالانه وجوهی را مستقیما به گروه‌های مختلف ذینفع مانند مدارس یا به جوامعی می‌پردازد که برای فعالیت‌های خاص آبخیزداری خود به دنبال جذب کمک مالی هستند. پاداش‌ها یا پرداخت‌های غیرمستقیم نیز توسط تعاونی و بـرای مثال از طـریق اهدای نهال به دست جوامع بالادست می‌رسد (پرادان و همکاران، ۲۰۱۰).

نتیجه‌گیری

هرگونه تجزیه و تحلیل میزان و توزیع تنوع ژنتیکی محصول و درک چگونگی حفظ آن از طریق نهادها و اقدامات محلی احتمالا می‌تواند به جای تجویز راه‌حل‌های منفرد، به شناسایی شماری از اقدامات حمایتی مکمل منجـر شود. یک عامل اصـلی و هدایت‌کننده این است که هرگونه تصمیمی برای اجرای یک اقدام خاص در حمایت از حـفظ و استفاده از تنوع ژنتیکی محصـولات سنتی در نظام‌های تولید، به کشاورزان و جامعه کشاورزی بستگی خواهد داشت که دانش و ظرفیت رهبری لازم برای ارزیابی مزایای این اقدام را در اختیار داشته باشند. این اصل به نوبه خود بر اهمیت فعالیت‌هایی (توسط سازمان‌ها یا عاملیت‌های محلی، ملی و بین‌المللی) تاکید دارد که پشتیـبان نهادهای محلی اسـت و کشاورزان را قادر می‌سازد تا نقش بیشتری در مدیریت منابع خود ایفا کنند.

1. Rupa lake

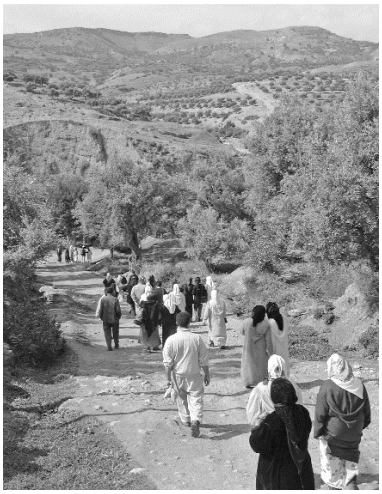
برای مطالعه بیشتر

Bioversity International. 2008. Manuel de formation des formateurs sur les champs de diversité. Bioversity International, Rome, Italy.

de Boef, W. S., A. Subedi, M. Thijssen, and E. O'Keeffe, Eds. 2013. Community Biodiversity Management: Promoting Resilience and the Conservation of Plant Genetic Resources. Routledge, Milton Park, Abingdon, Oxon.

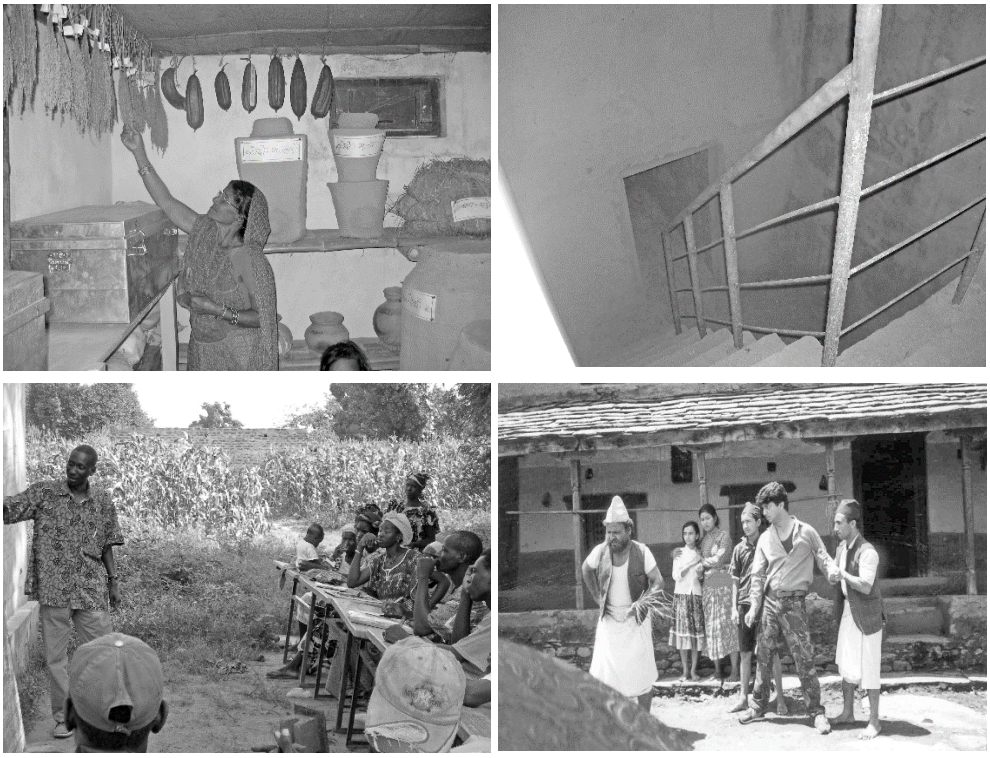
Jarvis, D. I., T. Hodgkin, B. R. Sthapit, C. Fadda, and I. López Noriega. 2011. "An heuristic framework for identifying multiple ways of supporting the conservation and use of traditional crop varieties within the agricultural production system." Critical Reviews in Plant Science 30:125–76.

Vernooy, R., P. Shrestha, and B. Sthapit (Eds.). (2015). Community Seed Banks: Origins, Evolution and Prospects. Routledge, Milton Park, Abingdon, Oxon.



قاب ۱۳. بالا سمت چپ: بازدید متقابل از سایت‌ها در مراکش با حضور بیست زن از سه سایت واقع در بوم‌نظام‌های زراعی مختلف در مراکش (اطلس شمالی، اطلاس میانی و واحه) که برای مشاهده ارقام باقلا، جو، یونجه و گندم دوروم به سایت‌های محل کار یکدیگر سفر کرده‌اند. بالا سمت راست: نمایشگاه تنوع زیستی در کابووهه[1]، واقع در مرکز اوگاندا، جایی که گروه‌های کشاورز از روستاهای مختلف تنوع ارقام مختلف لوبیا را به نمایش می‌گذارند. پایین سمت چپ: کشاورزان در حال مشاهده ارقام مختلف لوبیای سنتی در نمایشگاه تنوع زیستی در ساراگورو[2]، اکوادور. پایین سمت راست: نمونه‌ای از دستگاه‌های کوچک بوجاری که به صورت تخصصی برای فرآوری دانه‌های کوچک مانند ارزن ساخته شده است و نیاز به نیروی کار را کاهش می‌دهد. تپه‌های کولی[3]، ایالت تامیل نادو، هندوستان. عکس‌ها: د. جارویس (بالا سمت چپ)، ک. فادا (بالا سمت راست)، ج. کرونل (پایین سمت چپ)، س. پادولوسی (پایین سمت راست).

1. Kabwohe
2. Saraguro
3. Kolli hills



قاب ۱۴. بانک‌های ژن جامعه‌بنیان به منظور جمع‌آوری و ذخیره تنوع محصولات محلی تجهیز شده است و دسترسی به مقدار اندکی از بذرها به عنوان منبع ژرم‌پلاسم را ممکن می‌سازد. در مقابل، از بانک بذر جامعه‌بنیان برای تضمین در دسترس بودن بذر محلی در راه پاسداری از امنیت غذایی استفاده می‌شود و بذرها به منظور توزیع مستقیم در میان کشاورزان تکثیر می‌شوند. بالا سمت چپ: بانک بذر جامعه‌بنیان در نپال که بذر ارقام سنتی برنج و کدو قلیانی را به صورت امانی در دسترس کشاورزان قرار می‌دهد تا پس از برداشت، همان مقدار بذر را دوباره به بانک بازگردانند. بالا سمت راست: یک بانک بذر جامعه‌بنیان در بورکینافاسو محفظه ذخیره‌سازی بذر خود را در عمق پنج متری زمین نگهداری می‌کند تا از ذخیره بذر در برابر خشکسالی یا کشمکش‌های داخلی محافظت شود. پایین سمت چپ: مجمع فعالان عرصه تنوع‌زیستی (DFF) در کشور مالی، رویکردی که در محیط‌های واجد وراثت‌پذیری پایین در غرب آفریقا ایجاد شده است تا ظرفیت کشاورزان در تحلیل و مدیریت منابع ژنتیکی گیاهان زراعیشان را تقویت نماید. پایین سمت راست: نمایش خیابانی با نام «این اتفاقات در یک دهکده رخ می‌دهد» در دهکده خولاخو چو واقع در منطقه کاسکیِ نپال اجرا می‌گردد. این نمایش که توسط گروه‌های زنان سازماندهی شده، اقباسی است از یک داستان واقعی که در یک روستا رخ داده و مضمون آن ارزش پرورش برنج وحشی در کنار ارقام سنتی برنج است. عکس‌ها: ب. استاپیت (بالا سمت چپ و پایین سمت راست)، د. بالما (بالا سمت راست)، ر. وودوهه (پایین سمت چپ).

"Copyright © 2016Bioversity International"
"CROP GENETIC DIVERSITY IN THE FIELD AND ON THE FARM: PRINCIPLES AND APPLICATIONS IN THE RESEARCH PRACTICES was originally published in English by Yale University Press in 2016 (ISBN 978-0-300-16112- 0). This translation is published by arrangement with Bioversity International."

فصل ۱۳

نتیجه‌گیری

ارقام سنتی و بهره‌وری کشاورزی

مترجم: هدا لطیفی
hoda.latifi@mail.um.ac.ir

در فصل‌های مختلف این کتاب شماری از رویکردها در جهت درک این امر مطرح گردید که امروز کشاورزان در کجا، چگونه و چرا از ارقام سنتی گیاهان زراعی استفاده می‌کنند. در طی این فصل‌ها بسیاری از روش‌هایی را که مردان و زنان به منظور حفظ تنوع گیاهان زراعی به کار بسته‌اند و نیز محیط‌های اکولوژیکی و اجتماعی آن‌ها و میزان و پراکنش تنوع و دستاوردهای آن مورد شناسایی و مشخصه‌یابی قرار گرفته است. این روش‌ها از طیف گسترده‌ای از رشته‌ها همچون ژنتیک، اکولوژی، زراعت، اقتصاد، جامعه‌شناسی، گیاه‌قوم‌شناسی[۱] و جنبه‌های فرهنگی جوامع کشاورزی منبعث گردیده است. هر زمینه مطالعاتی سهمی اساسی در ایجاد درکی کلی از ویژگی‌های حاکم بر تنوع ژنتیکی گیاهان زراعی در هر نظام تولید کشاورزی دارد.

اهمیت کار مشارکتی با کشاورزان و جوامع کشاورزی به دفعات بر همگان آشکار شده است. در واقع کار مشارکتی که کلید موفقیت تحقیقات است از جنبه‌های جالب توجه آن نیز محسوب می‌شود. گنجاندن تشخیص مشارکتی بیماری در روش‌های تجزیه و تحلیل، بصیرتی در باب فرآیندهای ظریف و آشکارِ انتخاب انسانی به دست می‌دهد که تنوعِ در مزرعه را پدید می‌آورد. مداخلاتی مانند آنچه در فصل دوازدهم

۱. Ethnobotany: به مطالعه و بررسی چگونگی استفاده افراد یک قوم، یک فرهنگ و یک ناحیه خاص از گیاهان بومی موجود در آن منطقه می‌پردازد. در واقع گیاه‌قوم‌شناسی همچون ابزاری برای استخراج دانش بومی استفاده از گیاهان به ویژه به صورت دارو و با هدف تولید محصولات تجاری جدید به کار گرفته شده است (مترجم).

شرح داده شد، می‌توانند در دل فرآیندهایی قرار گیرند که موجبات بهبود معیشت جوامع کشاورزی را فراهم می‌آورند. روش‌های توصیف شده در فصل‌های چهارم تا یازدهم توسط پژوهشگرانی توسعه یافته، آزمایش گردیده و مورد استفاده قرار گرفته است که برای دستیابی به این هدف با کشاورزان محلی کار کرده و می‌کنند.

ویژگی دوم تحقیق در باب تنوعِ در مزرعه حاصل گرد هم آمدنِ محققان رشته‌های مختلف علمی بوده است. یک تجربه بدست آمده از چنین تحقیقاتی این است که همکاری میان محققان باید از صرفا بکارگیری چند رشته علمی فراتر رود. فرض تحقیقات چندرشته‌ای بر این است که تنوع در رشته‌ها، روش‌ها و ایده‌های مختلفی را در پاسخ به یک پرسش تحقیق خاص مطرح خواهد نمود. رویکردهای میان‌رشته‌ای پا را فراتر گذاشته و یک پرسش مشترک را به زبانی طرح می‌کند که همه محققان از آن استفاده می‌کنند و با استفاده از مدل‌های متقاطع[1] به ارائه تحلیلی مشترک یاری می‌رسانند. تحقیقات فرارشته‌ای[2] (سنسو روزنفیلد، ۱۹۹۲) مرحله دیگری از فرآیند ادغام است که در آن نه تنها محققانِ رشته‌های مختلف به همراه کشاورزان و ذینفعان در مورد یک مشکل مشترک با یکدیگر همکاری می‌کنند، بلکه با ایجاد درک مشترکی از مسئله، همه دیدگاه‌های جداگانه خود را در یکدیگر ادغام کرده و از آن فراتر می‌روند. فصل‌های پیشین نشان می‌دهد که رویکردهای فرارشته‌ای بخشی اساسی است در اینکه بتوان تضمین نمود که یافته‌های تحقیق سبب راه‌اندازی اقدامات لازم و پشتیبانی از آن اقدامات خواهد گردید (همانطور که در فصل ۱۲ شرح داده شده است). در واقع ماهیت فرارشته‌ای تحقیقات ثمربخش در مورد تنوع ژنتیکی گیاهان زراعی در مزارع کشاورزان یکی دیگر از جنبه‌های هیجان‌انگیز و در عین حال چالش‌برانگیز است.

هر گروهی از محققان پرسش‌های مد نظر خود را در همکاری با جوامعی که در آن کار می‌کنند، تعریف خواهند کرد. در بخش‌های زیر به بررسی ویژگی‌های تنوع ژنتیکی گیاهان زراعی خواهیم پرداخت که بنا به نظر مولفان کتاب حاضر پرداختن به چنین پرسش‌هایی از اهمیت بالایی برخوردار است. خوانندگان فصل‌های گذشته می‌توانند عناوین اصلی خود را به فهرست جزیی مباحث اضافه نمایند. به این ترتیب می‌توان چارچوبی را برای یک برنامه تحقیقاتی میان‌رشته‌ای درباره تنوع ژنتیکی گیاهان زراعی، مانند آنچه کریستین سمپر[3] در پیشگفتار این کتاب پیشنهاد نموده است، پی‌ریزی نمود.

1. Intersecting models
2. Transdisciplinary research
3. Cristian Samper

ابعاد اجتماعی-اقتصادی و سیاسی

ارقام سنتی و خصیصه‌های آن‌ها ساخته‌هایی به دست بشر هستند که به طور مداوم و در جهت برآوردن نیازهای در حال تغییر کشاورزان و جوامع تکامل می‌یابند. استفاده از روش‌های اقتصادی، اجتماعی یا فرهنگی که سبب شده تا ارزش‌های تنوع زراعی آشکار گردد، جملگی بینشی مهم را در باب ارقام زراعی و روش‌های نگهداری، رشد و استفاده از آن‌ها به دست می‌دهد. فصل نهم نمونه‌ای از روش‌ها را نشان داد که به کاوش ارزش‌های اقتصادی می‌پردازد و ارزش‌های مستقیم (مربوط به تولید) و ارزش‌های غیرمستقیم (مربوط به پشتیبانی و تنظیم خدمات اکوسیستم) را در مدنظر قرار می دهند. برخی از روش‌ها در مقیاس‌های مختلفی به کشف ارزش‌ها پرداخته و راه‌هایی را می‌یابد که از طریق آن‌ها مشارکت کشاورزان در زنجیره‌های بازار بر ارزش ارقام نزد تولیدکنندگان آن اثر می‌گذارد. روش‌های دیگر به بررسی نحوه استفاده از ارقام برای کاهش آسیب‌های ناشی از آفات و بیماری‌ها پرداخته و به کشف راه‌های ایجاد توازن و تناسب[1] در تصمیم‌گیری در باب استفاده از ارقام مناسب برای شرایط مختلف مبادرت می‌ورزند. برقراری تعادل میان ارقام با عملکرد دانه بالا و ارقام با عملکرد پایین و میان صفاتی که اهداف متفاوتی مانند علوفه دام یا کیفیت غذا را برآورده می‌سازند، نمونه‌هایی از چنین راه‌های ایجاد توازن و تناسب میان خواسته‌های کشاورزان محسوب می‌شوند. حتی هنگامیکه بازارهای محلی کارکرد مناسبی دارند، کشاورزان اغلب برای تامین نیازهای خاص خود به پرورش ارقام سنتی ادامه می‌دهند. یک تجزیه و تحلیل اقتصادی باید تشخیص دهد که ارقام زراعی، منابع ژنتیکی هستند و کالاهای عمومی ناخالص با ارزش مستقیم برای تولیدکنندگان و ارزش غیرمستقیم برای جامعه همچون منابعی از صفات مفید برای بهبود محصولات زراعی در آینده هستند. در تحلیل اقتصادی می‌توان نحوه تاثیرگذاری سیاست‌های کلان کشاورزی بر ارزش ارقام سنتی را نشان داد. پرداخت یارانه به شیوه‌های خاص تولید (استفاده از کودها یا سموم دفع آفات) یا به محصولات خاص (قیمت‌های ثابت برای کالاهای مختلف) نمونه‌هایی کلاسیک از این مسئله به شمار می‌رود.

اقتصاد نظام‌های سنتی بذر در بطن روابط اجتماعی قرار دارد. هدف از تحلیل ابعاد اجتماعی کشف جنبه‌های دیگر ارزش ارقام سنتی و ویژگی‌های مردان و زنانی است که این ارقام را مدیریت می‌کنند. از طریق تحلیل‌های اجتماعی می‌توان شیوه‌های مختلف نگرش هر جامعه به تنوع زراعی موجود و مدیریت این تنوع را که سازنده نظام تولید آن جامعه محسوب می‌شود را از یکدیگر تفکیک نمود (فصل ۸). هدف از کشت ارقام سنتی و گیاهان زراعی مختلف و مزایای حاصل از آن می‌تواند در میان خانوارها، گروه‌های کشاورزان، روستاها یا جوامع بزرگ‌تر متفاوت باشد. بررسی عوامل جنسیت، سن، ثروت و موقعیت

1. Trade-off

اجتماعی، خویشاوندی و ابعاد قومی و تفکیک اطلاعات بر اساس این عوامل بسیار ضروری خواهد بود. به ویژه در دهه گذشته در بسیاری از کشورها، مهاجرت و کاهش نیروی کار به جنبه‌های بارز تغییرات اجتماعی در کشاورزی تبدیل شده و زنان و جوانان را به انجام فعالیت‌های در مزرعه وادار ساخته است. چنین تغییراتی ماهیتا دارای آثار ماندگارتر است و می‌تواند موجب تغییر در ویژگی‌های ارقام مانند سازگاری با کاهش میزان مداخلات کشاورزان، یا انتخاب صفات مرتبط با نیازهای این گروه‌ها شود.

بررسی نقش سیاست در مدیریت تنوع نیز مهم و حائز اهمیت خواهد بود. سیاست‌های ویژه بر نیروهای اقتصادی و اجتماعی تاثیر می‌گذارند که از جمله این سیاست‌ها می‌توان به حمایت از قیمت‌ها یا اعطای یارانه به شیوه‌های خاص تولید یا به محصولات خاص اشاره کرد. سیاست‌های مرتبط با بذر به شدت بر مدیریت ارقام سنتی تاثیر می‌گذارد. این سیاست‌ها می‌تواند به نحوی بر کیفیت بذر قابل بازاریابی یا امکان بازاریابی ارقام سنتی تاثیر بگذارد که با برخی از معیارهای توافق شده تمایز، یکنواختی و پایداری (DUS) بذر مطابقت نداشته باشند. برخی از کشورها مانند هندوستان با ایجاد روندهای قانونی اجازه می‌دهند ارقام سنتی تایید و معامله شوند. با اینحال اکثر ارقام سنتی به طور کامل درون نظام‌های غیررسمی بذر جای دارند و خارج از فرآیندهای سیاست‌گذاری رسمی تبادل شده و مورد استفاده قرار می‌گیرند. در مقابل، ممکن است توزیع و مدیریت و استفاده از چنین بذرهایی از طریق برخی اقدامات غیررسمی محلی یا نهادهای اجتماعی تنظیم گردد. همانطور که در فصل دهم اشاره شد، سیاست دارای ابعاد ملی و بین‌المللی است و تاثیر گسترده توافق‌نامه‌های بین‌المللی مانند موافقتنامه در مورد جنبه‌های مرتبط با حقوق مالکیت فکری (TRIPS)، پروتکل ناگویای کنوانسیون تنوع زیستی (CBD) و معاهده بین‌المللی ذخایر ژنتیکی برای غذا و کشاورزی (ITPGRFA) به جزیی از ابعاد سیاست‌های کشاورزی تبدیل شده است.

ابعاد محیطی

بسیاری از عوامل مختلف محیطی می‌توانند بر میزان و پراکنش ارقام سنتی و تنوع ژنتیکی آن‌ها تاثیر بگذارند (فصل ۶). در هر تحقیقی، روش‌های کشاورزی-اکولوژیکی (گلیسمن، ۲۰۱۵) یک نقطه مناسب برای وارد شدن به تحقیق به شمار می‌آید. علاوه بر این، آزمایش‌های تجربی تنوع ارقام زراعی در پاسخ به عوامل زنده و غیرزنده —در ترکیب با دانش کشاورزان از محیط، ارقام و روش‌های انتخاب ارقام- امکان جمع‌آوری مجموعه بزرگ و غنی از داده را فراهم می‌کند. هدف از کاربرد این داده‌ها شناسایی تاثیرگذارترین ویژگی‌های محیطی، معمولا از طریق تحلیل چند متغیره است. با ترکیب تنوعی از روش‌های با طیفی از

روندهای نقشه‌برداری و سنجش از دور می‌توان به ارتباط میان توزیع مکانی تنوع زراعی با ویژگی‌هایی مانند نوع خاک، ارتفاع و دسترسی به آب پی برد.

هنگامی که ارقام سنتی در محیط‌های حاشیه‌ای پرورش می‌یابند، تمرکز محققان بر نحوه پاسخگویی گیاهان زراعی و ارقام مختلف به تنش‌های زنده و غیرزنده است. مقابله با خشکی، دمای بالا، سرمای شدید و جاری شدن سیلاب جملگی در گرو استفاده از ارقام زراعیِ واجد سازگاری‌های اختصاصی است. کنترل ژنتیکی اکثر این صفاتِ تحمل اغلب بسیار پیچیده است و ایجاد ارتباط مستقیم میان آن‌ها معمولا دشوار است. یک رقم ممکن است به دلیل توان تحمل یا اجتناب از تنش خاصی مانند خشکی یا طیف وسیعی از دیگر تنش‌ها در محیط‌های مختلف کشت شود. آزمایش این اختلافات چالش‌برانگیز است و در این راه در نظر گرفتن مشاهدات کشاورزان امری ضروری است. بنابراین تحقیقات در مورد تاثیر عوامل زنده و غیرزنده مستلزم استفاده از رویکردهایی است که طی آن‌ها کشاورزان و محققان به همراهی یکدیگر تحقیق را تدوین و برنامه‌ریزی نمایند.

به نظر می‌رسد کمک به کشاورزان برای غلبه بر تنش‌های زنده و غیرزنده یکی از ویژگی‌های مهم تنوع ژنتیکی در ارقام سنتی است. فصل هفتم به این امر پرداخته است که چگونه می‌توان دریافت که تنوع ژنتیکی ارقام زراعی در کجا اهمیت می‌یابد و چه کمکی به تولید کشاورزی می‌کند. پرسش اصلی این است که ارقام در چه زمان و چه مکانی بعنوان ارقام سازگار با محیط‌های مختلف انتخاب می‌شوند و همچنین بعنوان بیمه برای حفظ بهره‌وری در شرایط ناهمگن یا شرایط آب و هوایی در حال تغییر مورد استفاده قرار می‌گیرند. در یک مورد استفاده از ارقام سنتی لوبیا، کشاورزان اوگاندایی که شمار زیادی از ارقام لوبیا را کشت می‌کردند، از تنوعِ خسارت عوامل بیماری‌زا و حشرات به محصول لوبیا کاسته و در نتیجه تولید پایدار را حفظ کرده بودند (مولومبا و همکاران، ۲۰۱۲). به طور کلی نمودار تنوع–خسارت–آسیب‌پذیری (DDV) چارچوبی مفهومی است که یک راهبرد تحقیقاتی را هدایت می‌کند تا هنگام استفاده از تنوع درون‌گونه‌ای گیاهان زراعی با هدف به حداکثر رساندن بهره‌وری از طریق به حداقل رساندن خسارت آفات یا عوامل بیماری‌زا و در عین حال کاهش آسیب‌پذیری ژنتیکی یا احتمال خسارت محصول در آینده، نحوه ایجاد توازن و تناسب را مورد آزمایش قرار دهد. نقطه آغازین در نظام میزبان–آفت یا میزبان–پاتوژن، تنوع در مقاومت محصولِ میزبان در برابر آفت یا عامل بیماری‌زا است.

ابعاد بیولوژیکی و ژنتیکی

نیروهای تکاملی که الگوی تنوع ژنتیکی را در درون و میان ارقام سنتی شکل می‌دهند، خود حاصل نحوه مدیریت گیاهان زراعی توسط مردم و تعامل میان عوامل محیطی و شیوه‌های تولید است. ویژگی‌های بیولوژیکی هر محصول، به ویژه نظام به‌نژادی، فنولوژی و تاریخچه زندگی آن محصول، از عوامل اصلی ایجاد این فرآیند خواهد بود (فصل ۴). ارقام سنتی گونه‌هایی پویا هستند و با تغییر شرایط محیطی و اجتماعی با گذشت زمان تغییر می‌کنند. مقیاس زمان بسته به نوع محصول و محیط تولید متفاوت است. ارقام گیاهان بذری یکساله در غرب آفریقا در واکنش به تغییر اقلیم به وضوح طی چند دهه به سرعت تکامل یافتند (فصل ۱۱)، در حالیکه گیاهان چندساله با عمر طولانی ممکن است در طول دهه‌ها، اگر نگوییم سده‌ها، بدون تغییر باقی ماندند.

هویت[1] ارقام سنتی یکی از دغدغه‌های خاص تحقیقات در زمینه تکامل، مدیریت و مالکیت آن‌ها بوده است. غالبا هویت از نظر سازگاری نام‌های مختلف یک رقم در میان کشاورزان و جوامع، در یک منطقه یا دوره خاص مورد بررسی قرار گرفته است (فصل ۵). شناسایی واحدهای مدیریتی کشاورزان از اهمیت اساسی برخوردار است. اگر کشاورز رقمی را متمایز و قابل شناسایی بداند، این امر در نحوه مدیریت او انعکاس خواهد یافت. این کار سبب ایجاد ویژگی‌هایی ژنتیکی در آن رقم خواهد شد که آن را از سایر واحدهای مدیریتی که توسط سایر کشاورزان حفظ می‌شود جدا می‌کند. بنابراین تاکید محققان باید بر روش‌هایی باشد که کشاورزان به واسطه آن‌ها ارقام را شناسایی و نامگذاری می‌کنند و اینکه چگونه این نامگذاری‌های فرهنگی همچون بخشی از رژیم انتخاب تلقی می‌شود. این امر در تطابق با توصیف هارلان از ارقام بومی[2] قرار دارد (هارلان، ۱۹۷۵) (به فصل ۱ مراجعه نمایید).

شاید تلفیق اطلاعات به دست آمده از منابع مختلف به منظور درک کلی الگوهای مشاهده شده از تنوع، چالش‌برانگیزترین کار باشد. هدف از رویکردی که در فصل یازدهم اتخاذ شده بود، کشف فرآیندهای مختلف تولید و روش‌هایی بود که سبب می‌شدند مراحل مختلف تولید تحت تاثیر بیولوژی، ژنتیک و محدودیت‌ها یا فرصت‌های اقتصادی- اجتماعی گیاهان زراعی قرار گیرند. در تمامی مراحل تولید کشاورزان تصمیماتی را اتخاذ می‌کنند که بر ویژگی‌های ژنتیکی نسل‌های بعدی تاثیر می‌گذارند که این امر هم می‌تواند تقویت کننده باشد (همه کشاورزان به دنبال ویژگی‌های یکسان در یک رقم هستند) و هم ممکن است به ایجاد ارقامی متفاوت منجر شود (کشاورزان برای برآوردن نیازهای خود خواستار ویژگی‌های

1. Identity
2. Landrace

جایگزین هستند). محیط همچنین بر ویژگی‌های مواد کاشته شده که تشکیل دهنده نسل بعدی هستند، تاثیر می‌گذارد و بسته به اینکه تاثیرات محیطی در طول چندین نسل در بسیاری از مکان‌ها ثابت باشد (برای مثال جهت‌دار) یا در موقعیت‌ها و سال‌های متفاوت تغییر یابد (برای مثال، پر نوسان)، می‌تواند انواع مختلف انتخاب را در پی داشته باشد (جدول ۴-۵ را ببینید). تشخیص چگونگی تاثیر عوامل انسانی و محیطی بر تنوع، مستلزم وجود معیارهای قابل اتکاء تنوع در درون و میان ارقام است. این معیارها ممکن است معیارهایی ساده همچون ارزیابی غنا و یکنواختی ارقام باشد، اما ممکن است محققان با استفاده از طیفی از ابزارهای مولکولی، که بیش از پیش بر شمارشان افزوده شده، به دنبال مشخصه‌یابی عمیق‌تر تنوع باشند.

به طور کلی نظام بذر همچون یک ویژگی اصلی و موثر بر الگوی پراکنش، کاربرد و بقای یک رقم سنتی پدیدار گشته است. پویایی ژنتیکی نظام‌های محلی بذر به تعداد و انواع روابط متقابل میان کشاورزان و نهادهای مختلف محلی (مانند بازارهای محلی) و فعالیت‌های آن دسته از کشاورزانی بستگی دارد که منبع تهیه بذر ارقام مختلف به حساب می‌آیند (فصل ۱۱). نظام‌های بذر کشاورزان واجد تعادلی پویا میان روند انقراض جمعیت‌های محلی (از میان رفتن یک مجموعه بذر در یک مزرعه) و به دست آوردن جمعیت‌های جدید (جایگزینی مجدد بذر با کمک یک خویشاوند یا همسایه) است. انتخاب در مزارع منفرد ممکن است به ایجاد جمعیت‌هایی متنوع با ویژگی‌های منحصر به فرد منجر شود، در حالیکه مبادله و فروش بذر به بازار و خرید از بازارهای محلی به همگن‌سازی یک رقم یا تیپ محلی خاص می‌انجامد. اندازه‌گیری‌ها و روش‌های توصیف شده در فصل‌های چهارم و پنجم کمک می‌کند تا فرآیندهایی مستتر در بطن ادراک مدیریت تنوعِ در مزرعه را متوجه شویم.

از تعریف تنوع تا پشتیبانی از حفظ آن

تحلیل اخیر از الگوهای تنوع و پویایی آن‌ها، فواید آن را برای کشاورزان و جوامع کشاورزی عیان نموده است. چنین نتایجی نیروی محرک کشف روش‌های جدید حمایت از حفظ تنوع بوده است. به سبب اینکه تنش‌های زنده و غیرزنده به طور فزاینده‌ای امنیت غذایی را تهدید می‌کند، استفاده از تنوع در مدیریت این تنش‌ها و به ویژه آفات و بیماری‌ها (فصل ۷) یک ظرفیت بالقوه و مهیج به وجود آورده است. تحقیق در مورد ارزش‌های اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی ارقام سنتی به این امر ارزشی دوباره بخشیده است (فصل‌های ۸ و ۹). برای مثال، بررسی ارقام سنتی در زنجیره‌های بازار می‌تواند به افزایش ارزش آن‌ها منجر شود. به همین ترتیب، تلاش‌های محققان به همراهی جوامع و نهادهای محلی برای آشکار کردن ارزش‌های فرهنگی

تنوع گیاهان زراعی می‌تواند چنین ارزش‌هایی را تقویت نماید. این امر فرصت‌هایی را برای هدایت نیروهای انتخابی جدید فراهم می‌آورد که قادرند به طور فعال از تنوع را در برابر نیروهای فرساینده حفاظت کنند.

عرصه سیاست عرصه‌ای است که در مقیاس‌های مختلف می‌تواند بر بهبود یا وخامت وضعیت تنوع زراعی موثر باشد. تحلیل چشم‌اندازهای سیاستی، تاثیرات منفی (یا مثبت) بالقوه‌ای را که سیاست‌ها می‌تواند بر حفظ و استفاده از تنوع داشته باشد، فاش می‌سازد (فصل ۱۰). تاثیرات و اقدامات خاصی که می‌تواند به نفع ارقام سنتی باشد به واسطه این تحلیل‌ها مورد شناسایی قرار خواهد گرفت. تحلیل سیاستی به اجرای فعالیت‌های حمایتی خاصی منجر می‌شود که می‌تواند بر مزایای بهبود وضع معیشت کشاورزان و رفاه جامعه که به واسطه حفظ تنوع حاصل می‌شود، بی‌افزاید (فصل ۱۲). همچنان فضا برای تحقیقات بیشتر در مورد بسیاری از روش‌های آزمایش شده که از نقش ارقام سنتی به ویژه نقش‌هایی که کیفیت و کمیت بذر و ارزش تولیدی آن‌ها را برای کشاورزان تقویت می‌کند، وجود دارد. مجددا باید تاکید نمود که اجرای یک برنامه تحقیقاتی فرارشته‌ای و یکپارچه برای نیل به این مقصود از اهمیت بسیاری برخوردار است.

دلایل تمایل به درک میزان، پراکنش و بکارگیری تنوع در ارقام سنتی از توصیف علمی الگوهای تنوع و خصوصیات ارقام سنتی فراتر رفته است. نگرانی در مورد حفظ مداوم ارقام سنتی و ارزش آینده آن‌ها برای تولید پایدار و همچنین علاقه کشاورزان به حفظ و استفاده از این ارقام در صورت تمایل در شمول این امر قرار می‌گیرد (براش، ۱۹۹۵؛ جارویس و همکاران، ۲۰۱۱). همه این پیشنهادها موضوع بحث و اختلاف نظر بر سر نقش آینده ارقام سنتی در تولید زراعی بوده است. بسیاری از کارشناسان کشاورزی یا برنامه‌های توسعه، جایگزینی ارقام سنتی را اقدامی ضروری (یا حداقل اجتناب‌ناپذیر) برای افزایش بهره‌وری و بهبود زندگی میلیون‌ها کشاورز فقیر در سراسر جهان می‌دانند. با این وجود ممکن است در آینده ارقام سنتی و تنوع ژنتیکی موجود در آن‌ها نقشی حتی مهم‌تر از نقش کنونی خود در تولید محصولات کشاورزی ایفا کنند.

ارزش آتیِ ارقام سنتی

دلایل نگهداری از ارقام سنتی در نظام‌های تولید محصولات کشاورزی چیست؟ برای پاسخ به این پرسش شاید بهتر باشد مزایای تنوع ژنتیکی که در فصول قبلی ذکر شده را یادآوری کرد. نخست اینکه تنوع ژنتیکی ارقام سنتی نقش تکمیل کننده ارقام دیگر را بازی می‌کند. ژنوتیپ‌های مختلف با ژن‌ها یا آلل‌های مختلف

می‌توانند مکمل یکدیگر در محیط‌های متغیر باشند و مقاومت در برابر بیماری را بهبود بخشند (فصل ۷). دوم، اثر پورتفولیو[1] احتمال تولید برخی از ارقام یا اجزای یک رقم در شرایط نامطلوب را افزایش می‌دهد. سوم اینکه با وجود شرایط دایما در حال تغییر، حفظ تنوع سبب می‌شود شمار بیشتری از گزینه‌ها (ارزش گزینه[2]) برای آینده حفظ گردد که به این ترتیب نظام تولید دیگر به چند ژنوتیپ ناسازگار محدود متکی نخواهد بود. سرانجام، تنوع ژنتیکی امکان تداومِ تکامل —توان بالقوه تغییر- را فراهم می‌کند.

فواید تنوع ژنتیکی سهم مهمی در نقش رقم‌های سنتی در آینده خواهد داشت که این موارد عبارتند از: ۱) نقش تنوع در بهبود تولید و بهره‌وری کشاورزی از راه‌های پایدار و قابل قبول محیط زیستی ۲) ارزش تنوع در ایجاد انعطاف‌پذیری، سازگاری و توان بالقوه تکاملی ۳) تقاضای روزافزون مصرف‌کنندگان برای انواع گیاهان زراعی متنوع و درون‌گونه‌ای[3] و برای نظاهای تولید مبتنی بر مواد غذایی طبیعی و ۴) دغدغه‌ها و علایق کشاورزان و جوامع زراعی برای حفظ کنترل خود بر نظام‌های تولیدی.

تنوع: ضرورتی برای دستیابی به پایداری و بهره‌وری

ارقام سنتی اغلب از سوی دست‌اندرکاران توسعه کشاورزی و جامعه محققان همچون منابعی که می‌توان ژن‌های مفیدی از آن‌ها استخراج و به ارقام سازگار با کشاورزی مدرن منتقل کرد، مورد توجه قرارگرفته‌اند. اگرچه این امر یک واقعیت است و در آینده نیز ادامه خواهد داشت، اما می‌توان انتظار داشت که تغییر در شیوه‌های تولید محصولات کشاورزی نیازمند ایجاد تغییراتی در دیدگاه استخراجیِ[4] ارزش این ارقام برای کشاورزی مدرن باشد. برخی از محدودیت‌های دیدگاه استخراجیِ حفظ و استفاده از منابع ژنتیکی در فصل سوم شرح داده شده است.

بنابر تخمین سازمان غذا و کشاورزی ملل متحد، تولید مواد غذایی طی سی تا چهل سال آینده باید ۷۰ درصد افزایش یابد. در عین حال، روش‌های کشاورزی باید پایدارتر شوند و با تغییر اقلیم در سراسر جهان سازگار گردند. هدفِ کشاورزی پایدار، حفظ منابع طبیعی، به ویژه آب و خاک با تکیه بر مصرف حداقلیِ نهاده‌های غیربیولوژیکِ خارج از نظام مزرعه و در عین حال مقرون به صرفه از نظر اقتصادی و اجتماعی است (پرتی، ۲۰۰۸). بهبود پایداری در گرو استفاده موثرتر از نهاده‌های کشاورزی است و برخی از روش‌های انجام این کار عبارتند از: بهبود بهره‌وری مصرف آب (مولدن، ۲۰۰۷)، بهبود کیفیت خاک، کارایی

1. Portfolio effect
2. Option value
3. Intra-specific
4. Extractive veiw

مصرف مواد غذایی (ویتوسک و همکاران، ۲۰۰۹) و بهبود بازده نهاده‌های شیمیایی و بهره‌وری انرژی (پیمنتل، ۲۰۱۱). بهبود بهره‌وری تولید و مصرف نهاده‌های مختلف مستلزم وجود گیاهان زراعی و ارقام سازگار با تولید کم‌نهاده (یعنی انرژی شیمیایی و فسیلی کمتر) از طریق بهبود کارایی بیولوژیک است. خصوصیات بیولوژیکی و زراعی ارقامی که قرار است به بازدهی و کارایی مطلوب برسند، احتمالا مشابه خصوصیات بسیاری از ارقام سنتی خواهد بود. چنین ارقامی، نسبت به ارقام پرعملکرد فعلی که برای نظام‌های تولید زراعی پرنهاده (مصرف نسبتا زیاد آب، کودها و مواد شیمیایی) طراحی شده‌اند، با شرایط تولید در حال تغییر سازگار خواهند شد و از نهاده‌ها استفاده بهتری خواهند کرد. این امر از طریق توسعه ارقام زراعی به روش به‌نژادی مشارکتی گیاهان که از ارقام سنتی یا جمعیت‌های متنوع به عنوان ماده اولیه استفاده می‌کند، تصویر شده است.

به طور کلی تنوع زیستی کشاورزی نقش مهمی در توسعه نظام‌های تولید پایدارتر دارد. در نهایت، کاهش نهاده‌ها به این امر بستگی دارد که خصوصیات بیولوژیکی اجزای نظام تولید و میزان کارایی اکوسیستم و خدمات اکوسیستم را بتوان از طریق تنوع زیستی حفظ کرد یا بهبود بخشید. اغلب می‌توان از طریق مدیریت مناسب تنوع زیستی در نظام‌های تولید، کیفیت خاک و در دسترس بودن مواد غذایی، در دسترس بودن آب و کنترل آفات و بیماری‌ها را به طور قابل توجهی بهبود داد. در استفاده از تنوع به این منظور، ویژگی‌های محصولات و ارقام زراعی نقشی اساسی را ایفا می‌کنند.

تاب‌آوری و ظرفیت تکاملی

تغییر، به ویژه تغییر اقلیم، تاثیر بزرگی بر تولید محصولات کشاورزی طی دهه‌های آتی خواهد گذاشت. اگر هدف از کشاورزی پایدار دستیابی به سطوح مطلوب بهره‌وری بدون ایجاد تاثیرات منفی محیطی و انسانی باشد، این پرسش را می‌توان مطرح نمود که چگونه می‌توان در این جهان همواره در حال تغییر و نامتعادل به چنین توازنی دست یافت. تقویت به منظور تضمین حفظ تولید محصولات کشاورزی در شرایط نوسان یا تغییر، به رویکرد تاب‌آوری نظام‌های تولید روی آورده می‌شود. آنجا که پایداری قصد دارد دنیا را به تعادل برساند، تاب‌آوری به دنبال راه‌هایی برای اِعمال مدیریت در جهانی نامتوازن است تا شاید تصویری بهتر از جهانی که در آن زندگی می‌کنیم ارائه دهد (زلی و هیلی، ۲۰۱۲). تعاریف مختلفی از تاب‌آوری وجود دارد؛ برخی از آن‌ها دیدگاهی اساسا ایستا را منعکس می‌کند –برای مثال، ظرفیت جذب شوک و در عین حال حفظ عملکرد، یا ظرفیت یک بوم‌نظام برای پاسخگویی به یک اختلال یا آشفتگی از طریق مقاومت در برابر

آسیب و توان بهبود سریع. سایر تعاریف تاب‌آوری آن را مفهومی پویاتر می‌دانند، چنانکه کارپنتر[1] و بروک[2] (۲۰۰۸) تاب‌آوری در نظام‌های اجتماعی-اکولوژیک را واجد ظرفیت و توانایی ۱) جذب شوک و حفظ عملکرد، ۲) خودسازماندهی و ۳) یادگیری و سازگاری می‌دانند. طالب[3] (۲۰۱۳) در توصیف ارزش توسعه نظام‌های سازگار با نوسانات و تغییرات گامی فراتر نهاده و بر اهمیت پادشکنندگی[4] تاکید ورزیده است؛ مفهمومی به معنای توانایی سازش و مواجهه با رویدادهای کاملا غیرمنتظره و ناشناخته در آینده.

تنوع (بوم‌نظام‌ها، گیاهان و ارقام زراعی) تاب‌آوری را بهبود می‌بخشد. ارقام سنتی متنوع هستند و می‌توانند در درازمدت پاسخگوی شرایط متغیر و در حال نوسان باشند. آن‌ها دارای خصوصیاتی هستند که تا حدودی تولید در سطح کشاورز و جامعه را تحت شرایط تنش‌های زنده و غیرزنده (فصل ۷) تضمین می‌کنند. ارقام سنتیِ سورگوم و ارزن مرواریدی یکی از عناصر مهم سازگاری، تاب‌آوری و پایداری تولید در طی یک دوره ۲۰ ساله در کشور نیجر بوده‌اند (فصل ۱۱). می‌توان گفت فرآیند یادگیری و سازگاری یکی از ویژگی‌های اساسی کشاورزیِ مبتنی بر ارقام سنتی است که در آن تنوع، ظرفیت تکاملی برای سازگاری را فراهم می‌کند و کشاورزان همیشه در حال یادگیری نحوه کنار آمدن با چالش‌های پیش روی خود هستند. اهمیت تقویت تاب‌آوری بر اهمیت حفظ خصوصیات پویای ارقام سنتی و حصول اطمینان از حمایت از نظام‌های حافظ این ویژگی‌های پویا (برای مثال، نظام‌های بذر و سایر نهادهای اجتماعی) تاکید می‌کند.

منافع مصرف‌کنندگان، کشاورزان و جوامع

در دهه‌های گذشته شاهد ظهور و افزایش قدرت جنبش‌های اجتماعی بوده‌ایم که حول محور ماهیت و کیفیت غذایی که می‌خوریم شکل گرفته‌اند. این جنبش‌ها تا حدی در پاسخ به شماری از «رسوایی‌های غذایی[5]» بزرگ (برای مثال، بیماری جنون گاوی، کشف مقادیر زیادی از ترکیبات سمی در مواد افزودنی به کار رفته در فرآورده‌های غذایی)، شک و تردید در مورد روش‌های تولید برخی مواد غذایی و پرورش دام و تا حدی ترس‌ها در مورد بهداشت مرتبط با انتقال بیماری‌ها از حیوانات به انسان ایجاد شده است. جنبش‌های بین‌المللی قدرتمندی مانند جنبش «غذای آهسته[6]» به طور فزاینده‌ای روش‌های تولید غذا را به

1. Carpenter
2. Brook
3. Taleb
4. Antifragility
5. Food scandal

۶. Slow food: عنوان جنبشی است که از سال ۱۹۸۶ در اروپا آغاز شده و در مقابل غذای سریع یا همان فست‌فود قرار گرفته است (مترجم).

چالش می‌کشند و گروه‌های فعالِ جامعه مدنی طیف وسیعی از بذور ارقام سنتی گیاهان را به طور وسیعی در دسترس کاربران قرار می‌دهند (برای مثال، گروه‌های ذخیره بذر[۱]).

کشاورزان نیز به طور فزاینده‌ای در مورد بازیابی مجدد اختیار تولید و معیشت خود در برابر آنچه واگذاری تدریجی اختیار خود به شرکت‌های چندملیتی تولیدکننده بذر و مواد غذایی می‌دانند، ابراز نگرانی می‌کنند. تقاضا برای در اختیار گرفتن حاکمیت غذایی، توسعه اتحادیه‌های بین‌المللی کشاورزان مانند جنبش راه دهقان[۲] و جلسات مهم جنبش مادر زمین[۳] برای گرد هم آوردن مردم روستایی و بومی از سراسر جهان، از مظاهر این نگرانی به شمار می‌آید. این گروه‌ها ارقام سنتی را بخشی از میراث خود می‌دانند و خواستار حفظ و پرورش آن‌ها هستند. شایان ذکر است که این کار سبب می‌شود کشاورزان با حفظ تنوع به منافع آینده جامعه یاری رسانند.

رویکردهایی به منظور حفظ ارقام سنتی

افزایش شناسایی ارزش حفظِ ارقام سنتی در نظام‌های تولید به توسعه طیف وسیعی از فعالیت‌ها، از ابتکارهای بین‌المللی گرفته تا کار بنیادین با جوامع کشاورزی، منجر گردیده است که بسیاری از این موارد در فصول پیش شرح داده یا به آن‌ها اشاره شده است. این فعالیت‌ها به روش‌های مختلف بر اهمیت نسبی مزایای حفاظت از محیط‌زیست، خصوصیات نظام تولید یا معیشت کشاورزان و جوامع روستایی تاکید می‌ورزند. به طور کلی، این رویکردها عبارتند از رویکردهای محل‌محور یا مبتنی بر محل[۴]، رویکردهای مبتنی بر حفظ محصولات یا ارقام زراعی، آن‌هایی که بر نقش کشاورزان و جوامع کشاورزی متمرکز هستند و رویکردهایی که به دنبال ایجاد روش‌های اختصاصی دستیابی به تولید محصولات کشاورزی هستند.

رویکردهای مبتنی بر محل از سوی چندین طرح بین‌المللی از جمله طرح مشارکت بین‌المللی سانتویاما (IPSI[۵])، نظام‌های میراث کشاورزی با اهمیت جهانی (GIAHS[۶])، قرق‌های بومی (ICCAs[۷])، برنامه آموزشی انسان و زیست‌کره (MaB[۸]) و سازمان آموزشی، علمی و فرهنگی ملل متحد (یونسکو[۹]) ترویج

1. Seed Savers Groups
2. Via Campesina (http://viacampesina.org/)
3. Terra Madre (http://www.terramadre.org/)
4. Site-based approach
5. International Partnership of the Santoyama Initiative
6. Globally Important Agricultural Heritage Systems
7. Indigenous Peoples' and Community Conserved Territories and Areas
8. Man and the Biosphere
9. The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

می‌شوند. تمرکز این ایده بر شناسایی مناطق یا مکان‌هایی است که تنوع آن‌ها از طریق فرآیندهای اجتماعی، فرهنگی و اکولوژیکی حفظ می‌شود (کادر ۱۳-۱). طرفداران این رویکرد با ترویج ایده حفظ این محیط‌های تحت تاثیر انسان به دنبال آن هستند که این محیط‌ها بتوانند به سازگاری و تکامل خود ادامه دهند. به منظور اندازه‌گیری اثربخشی فرآیندهای مختلفی که این نظام‌ها را حفظ می‌کنند، مجموعه‌ای از شاخص‌های اجتماعی-اکولوژیک تهیه گردیده است (ون اودنهوون و همکاران، ۲۰۱۱).

رویکردهایی که بر گیاهان زراعی یا خود ارقام متمرکزند، غالبا بر سازوکارهای اقتصادی یا سیاستی تاکید دارند که به مواد ارزش می‌بخشند و شناخت آن‌ها را تضمین می‌نمایند. روش‌های مختلفی برای انجام این کار وجود دارد. ارقام خاص (غالبا از مکان‌های خاص) و محصولات این ارقام را نیز می‌تواند به ثبت رساند. هواداران این رویکرد در حال ایجاد مشوق‌های بازاری و غیربازاری برای کشاورزان برای ادامه کشت ارقام و جمعیت‌های خاص هستند تا این ارقام همچنان در بوم‌نظام‌های کشاورزی حفظ شوند.

بسیاری از سازمان‌های مردم‌نهاد و دیگر گروه‌های فعال، تمرکز ویژه‌ای بر کشاورزان و توانمندسازی و اختیار آن‌ها بر تصمیم‌گیری‌ها و منابع محلی دارند. این گروه‌ها تاکید می‌کنند که کشاورزان طی سده‌های متمادی ارقام سنتی را که همه ما از آن‌ها بهره‌مند هستیم، ایجاد و مدیریت کرده‌اند. این رویکرد هم بر نقش سازمان‌ها و نهادها در حمایت از انتخاب‌های این کشاورزان و هم بر دیدگاه‌های اجتماعی و معیشتی در مدیریت تنوع تاکید می‌ورزند. کسانی که با این رویکرد کار می‌کنند اغلب بر اهمیت حقوق کشاورزان و حاکمیت غذایی متمرکز هستند.

شماری از گروه‌های تحقیقاتی و سایر هواداران رویکردهای اگرواکولوژیکی در تولید محصولات کشاورزی معتقدند که ارقام سنتی می‌توانند خدمات مهمی در این چارچوب ارائه کنند. طی این رویکرد، ارقام سنتی در چارچوبی وسیع‌تر از ارزش اگرواکولوژیک و به عنوان یک کل در توسعه کشاورزی جای می‌گیرند. در اینجا به نقش ارقام سنتی در شیوه‌های کشاورزی که عملکردهای اکوسیستم را حفظ کرده یا بهبود می‌بخشد و همچنین بر تنوع در ارائه خدمات تنظیمی و پشتیبانی‌کننده اصلی اکوسیستم تاکید می‌شود.

یک موضوع مشترک میان رویکردهای مختلف این است که به رسمیت شناختن وجود تنوع ژنتیکی گیاهان زراعی در بوم‌نظام‌های کشاورزی به دلایل تولیدی، اکولوژیکی یا فرهنگی از اهمیت بسیاری برخوردار است. همانطور که در بالا گفته شد، این دلایل احتمالا در آینده نیز اهمیت خود را حفظ خواهند کرد.

کادر ۱۳-۱. رویکردهای مبتنی بر محل که نقش جوامع محلی را در حفظ تنوع ژنتیکی گیاهان زراعی در محیط‌های تحت تاثیر انسان به رسمیت می‌شناسد.

طرح ساتومایا با هدف حفظ پایدار محیط‌های انسانی و طبیعی (منظرهای تولید اجتماعی-اکولوژیک زمینی و دریایی [SEPLS[1]]) از طریق شناخت جهانی ارزش آن‌ها، اجرا می‌شود. چشم‌انداز طرح ساتویاما تحقق جوامعی است که در هماهنگی با طبیعت قرار دارند و جوامعی انسانی را در بر می‌گیرد که در آن حفظ و توسعه فعالیت‌های اجتماعی-اقتصادی (از جمله کشاورزی و جنگلداری) با فرآیندهای طبیعی همسو است. با مدیریت و استفاده پایدار از منابع بیولوژیکی و در نتیجه حفظ صحیح تنوع زیستی، انسان از یک منبع پایدار از مزایای طبیعی مختلف در آینده برخوردار خواهد شد.

نظام‌های میراث کشاورزی مهم جهانیِ (GIAHS) سازمان غذا و کشاورزی ملل متحد (FAO) همچون نظام‌های کشاورزی سنتی/ تاریخی تعریف می‌شوند که به مثابه یک محل خاص، به عنوان میراث بشریت (یا یک کشور) با اهمیت جهانی یا ملی نشان داده می‌شوند. این منظرهای فرهنگی یا مکان‌ها به امنیت غذایی و معیشتی جوامع محلی (غالبا بومی) کمک می‌کنند؛ دارای منابع تنوع زیستی و ژنتیکی قابل توجه جهانی (یا ملی) برای غذا و کشاورزی هستند؛ از دانش بی‌نظیر و ارزشمند، فناوری مبتکرانه و نظام‌های مدیریت منابع طبیعی از جمله نهادهای عرفی برای مدیریت اگرواکولوژیک و قواعد هنجاری برای دسترسی به منابع و تقسیم منافع حفاظت می‌کنند؛ واجد نظام‌های ارزشی و شیوه‌های کشاورزی مرتبط با محیط و تقویم‌های کشاورزی هستند؛ دارای جشن‌ها و آداب و رسومی هستند که ابزاری برای انتقال دانش محسوب می‌شوند و حائز ویژگی‌های منظری هستند به واسطه مدیریت انسان‌ها، راه‌حل‌های مبتکرانه یا عملی برای محدودیت‌های محیطی یا اجتماعی ارائه می‌دهد.

برنامه انسان و زیست‌کره سازمان آموزشی، علمی و فرهنگی ملل متحد (UNESCO-MAB) یک برنامه علمی بین دولتی است که هدف آن ایجاد یک بنیان علمی برای بهبود روابط میان مردم و محیط زیست آن‌ها در سطح جهانی است. ادغام منظرهای زیرکشت در این برنامه، ایده‌ای است که منظرها را به صورت نظام‌های مرکبِ «اجتماعی-اکولوژیک» می‌بیند که یکپارچگی و تاب‌آوری آن‌ها به هر دو مولفه اکولوژیکی و اجتماعی و توانایی ترکیبی این مولفه‌ها در بازیابی ساختار و عملکردشان پس از آشفتگی بستگی دارد (گاندرسون و هولینگ، ۲۰۰۲؛ وان اودنهوون و همکاران، ۲۰۱۱).

1. Socio-ecological production landscapes and seascapes

سخن پایانی

در طی فصول این کتاب، ابزارها و روش‌هایی ارائه شده تا به درک این نکته یاری رساند که تنوع ژنتیکی گیاهان زراعی در بوم‌نظام‌های کشاورزی در کجا، چه زمان و چگونه با ارائه منابع متنوع به کشاورزان از آن‌ها در برابر نوسانات محیطی محافظت کرده و ازاین طریق می‌تواند تاب‌آوری بوم‌نظام را فراهم آورد. تاکید این کتاب بر فراهم آوردن اصول و ابزاری برای خواننده جهت سنجش، تعیین کمیت و حمایت از به کارگیری تنوع ژنتیکی میراث زراعی ما در بوم‌نظام‌های کشاورزی بوده است.

با توجه به مطالعات متعدد در سراسر جهان، ما اکنون می‌دانیم که راهبردهای مدیریتی متنوع شمار زیادی از کشاورزان خُرده‌پا که با شرایط مختلف تولید روبرو می‌شوند، نیازهای متفاوتی دارند و شیوه‌های مختلفی را در پیش می‌گیرند، یک نیروی بسیار مهم است که میراث گیاهان زراعی ما را حفظ می‌کند. غالبا اختلافات موجود اندک است و یک همگرایی و واگرایی ثابت در زیرجمعیت‌ها وجود دارد که تنوعی پویا و در حال تغییر را ایجاد می‌کند. ارقام سنتی در نظام‌های تولید محصولات کشاورزی باقی می‌مانند، زیرا نیاز کشاورزان را برآورده کرده و کشاورزان ترجیح می‌دهند آن‌ها را حفظ کنند. ارقام سنتی با گذر زمان و با تغییر شرایط کشاورزان و نیاز جامعه به تغییر، تکامل یافته و تغییر می‌کنند. در پایان باید اذعان داشت که همیشه خود کشاورزان هستند که انتخاب می‌کنند چه چیزی را پرورش دهند. تنها کاری که می‌توانیم انجام دهیم این است که اطمینان حاصل کنیم آن‌ها از این حق انتخاب برخوردار خواهند بود.

“Copyright © 2016Bioversity International”
“CROP GENETIC DIVERSITY IN THE FIELD AND ON THE FARM: PRINCIPLES AND APPLICATIONS IN THE RESEARCH PRACTICES was originally published in English by Yale University Press in 2016 (ISBN 978-0-300-16112- 0). This translation is published by arrangement with Bioversity International.”

پیوست‌ها

پیوست الف: بسته نرم‌افزارهایی که برای تجزیه و تحلیل داده‌های مولکولی مناسب هستند.

نام	داده	پلتفرم	منابع و لینک
Arlequin	DNA, SNP, SSR	Unix, Mac OS	http://cmpg.unibe.ch/software/arlequin35/
MEGA	DNA, distance	Unix, Mac OS, Windows	http://www.megasoftware.net/
Structure	SSR	Unix, Mac OS, Windows	http://pritch.bsd.uchicago.edu /software/structure2_1.html
Adegenet	DNA, SNP, SSR	Unix, Mac OS, Windows	http://adegenet.r-forge.r-project.org/
GeneLand	DNA, SNP, SSR	Unix, Mac OS, Windows	http://www2.imm.dtu.dk/~gigu/Geneland/
APE	DNA	Unix, Mac OS, Windows	http://ape.mpl.ird.fr/
DNAsp	DNA	Windows	http://www.ub.edu/dnasp/
BAPS	SSR	Unix, Mac OS, Windows	http://www.helsinki.fi/bsg/software/BAPS/
STRUCTURAMA	SSR	Unix, Mac OS, Windows	http://www.molecularevolution.org /software/popgen/structurama
Paup4b10	DNA	Unix, Mac OS, Windows	http://paup.csit.fsu.edu/
PhyML	DNA	Unix, Mac OS, Windows	http://www.atgc-montpellier.fr/phyml/
Network	DNA	Windows	http://www.fluxus-engineering.com /sharenet.htm
SplitsTree	DNA, distance	Unix, Mac OS, Windows	http://www.splitstree.org/
TCS	DNA, distance	Unix, Mac OS, Windows	http://darwin.uvigo.es/ software/tcs.html
Genepop	SSR	Windows	http://kimura.univ-montp2.fr/genetix/
Genetix	SSR	Unix, Mac OS, Windows	http://genepop.curtin.edu.au/
Fstat	SSR	Windows	ttp://www2.unil.ch/popgen/ softwares/fstat.htm
Bottleneck	SSR	Windows	http://www1.montpellier.inra.fr /URLB/bottleneck/bottleneck.html
Migrate-n	DNA, SSR	Unix, Mac OS, Windows	http://popgen.sc.fsu.edu/Migrate/Migrate-n.html

پیوست ب: سیستم اطلاعات جغرافیایی و منابع سنجش از دور در اینترنت

منبع	توضیح	سایت
Landsat	لندست طولانی‌ترین مجموعه داده‌های سنجش از راه دور زمینی با وضوح متوسط مبتنی بر فضا را ارائه می‌کند.	http://landsat.gsfc.nasa.gov
USGS—Earth Resources Observation and Science (EROS) Center	مدیریت داده‌های سنجش از راه دور، توسعه سیستم‌ها و مرکز تحقیقات میدانی برای سازمان زمین‌شناسی ایالات متحده	http://eros.usgs.gov
MODIS—Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer	MODIS یک ابزار کلیدی بر روی ماهواره های Terra (EOS AM)و Aqua (EOS PM) ناسا است.	http://modis.gsfc.nasa.gov
ASTER—Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer	TER یک تلاش مشترک بین ناسا و وزارت اقتصاد تجارت و صنعت ژاپن (METI) و سیستم‌های مکانی ژاپن است.	http://asterweb.jpl.nasa.gov
EUMETSAT—European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites	EUMETSAT یک سازمان بین‌المللی است که داده‌ها، تصاویر و محصولات ماهواره‌ای مربوط به آب و هوا و اقلیم را ارائه می‌دهد.	http://www.eumetsat.int
NOAA—National Environmental Satellite, Data, and Information Service (NESDIS)	NESDIS دسترسی به موقع به داده‌های محیطی جهانی از ماهواره‌ها را فراهم می‌کند.	http://www.nesdis.noaa.gov

“Copyright © 2016Bioversity International”
“CROP GENETIC DIVERSITY IN THE FIELD AND ON THE FARM: PRINCIPLES AND APPLICATIONS IN THE RESEARCH PRACTICES was originally published in English by Yale University Press in 2016 (ISBN 978-0-300-16112- 0). This translation is published by arrangement with Bioversity International.”

واژه‌نامه

واژه انگلیسی	ترجمه فارسی	تعریف
ABS (Access and Benefit-Sharing)	دسترسی و تسهیم منافع	دسترسی به منابع ژنتیکی و تسهیم عادلانه منافع حاصل از بهره‌برداری از آن‌ها
Accession	نمونه	یک نمونه بذر، رقم زراعی، نژاد یا توده مخلوط که در مرکز اصلاح گیاهان یا بانک ژن به‌منظور حفاظت یا بهره‌برداری نگهداری می‌شود.
Adaptation	سازگاری	فرآیند تکاملی که از طریق آن گونه‌ها در طول زمان و در جهت تناسب با محیط، در پاسخ به انتخاب در محیط خود تغییر می‌کنند.
AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism)	چندریختی طولی قطعات تکثیریافته	یک سیستم نشانگر DNA با تاکید بر اختلاف در اندازه قطعات DNA یا آمپلیکون‌های تولید شده از تکثیر PCR برای DNA
Amplicon	آمپلیکون	آمپلیکون قطعه‌ای از DNA یا RNA که منبع و/ یا محصول طبیعی یا مصنوعی فرآیندهای تکثیر و همانندسازی است.
Polymerase Chain Reaction	واکنش زنجیره‌ای پلیمراز (PCR)	واکنش زنجیره‌ای پلیمراز (PCR) تکنیکی آسان و ارزان قیمت در زیست‌شناسی مولکولی که به منظور تکثیر یک نسخه منفرد یا نسخه‌های کمی از یک قطعه DNA با توالی خاص بـه کـار می‌رود.
Aggressiveness	حالت تهاجمی	شاخصی کمّی از توانایی یک عامل بیماری‌زای گیاهی در کلونیزه کردن، انتشار و ایجاد خسارت به میزبان
Agrobiodiversity	تنوع‌زیستیِ کشاورزی	کلیه اجزای تنوع بیولوژیکی که در ارتباط با غذا و کشاورزی بوده و همچنین مؤلفه‌های بوم‌نظام‌های زراعی شامل ارقام و گـوناگونی دام‌ها، گیاهان و ریزموجودات در سطوح ژنتیکی، گونه و بوم‌نظام که کارکرد، ساختار و فرآیندهای بوم‌نظام‌های زراعی را حمایت می‌کند. تنـوع زیسـتی کشاورزی که توسط

		کشاورزان، عشایر، ماهیگیران و جنگلداران ایجاد و مدیریت شده و ثبات، سازگاری و انعطاف‌پذیری در سیستم‌های کشاورزی را فراهم نموده و عنصر کلیدی بهبود معیشت آن‌ها محسوب می‌شود.
Agro-ecological approaches	رهیافت‌های اگرواکولوژیک	رویکردهایی متکی بر تلفیق فرآیندهای بیولوژیکی و اکولوژیکی در تولید غذا که موجب به حداقل رساندن استفاده از نهاده‌های غیرقابل تجدید می‌شود؛ نهاده‌هایی که باعث خسارت به محیط زیست یا سلامت کشاورزان و مصرف کنندگان می‌شود. استفاده موثر از دانش و مهارت‌های کشاورزان و ظرفیت‌های جمعی مردم در جهت همکاری‌های مشترک برای رفع مشکلات کشاورزی و منابع طبیعی از جمله اهداف این رویکرد است.
Agro-ecosystem	بوم‌نظام کشاورزی	سیستم تولید کشاورزی شامل تمام موجودات زنده و عوامل محیطی که با کمک انسان به‌صورت یک سیستم باثبات و دارای جریان چرخه مواد و سیر انرژی درمی‌آید.
Agroforestry	جنگل-زراعی	تلفیق زراعت و جنگل‌کاری که در آن گیاهان زراعی همراه با درخت‌ها و درختچه‌های جنگلی کشت می‌شوند.
Agromorphological characteristics	ویژگی‌های ریخت شناسی زراعی	صفات قابل مشاهده در یک گیاه زراعی و خصوصیات زراعی مورفولوژیکیِ کمّی که به‌طور مستقیم در عملکرد محصول سهیم است.
Allele	دِگَره / اَلل / هم‌ردیفِ ژنی	یکی از شکل‌های ممکنِ یک ژن که بر اثر جهش به‌وجود می‌آید و با تأثیر گذاشتن بر فنوتیپِ افراد از هم‌ردیف‌های دیگر متمایز می‌شود.
Allelochemical	دگرآسیب‌رسان	ترکیبات شیمیایی بین گونه‌ای
Allelopathy	دگرآسیبی/ دگرآزاری آللوپاتی	رقابت گیاهان از طریق ترشح مواد شیمیایی خاص از ریشه جهت ممانعت از رشد گیاهان همراه
Allogamy	دگرگشنی	دگرگشنی یا باروری مادگی یک گیاه با گرده گیاه دیگر
Alloploid	آلوپلوئید / دگر چند لاد	موجود هیبرید یا سلول با دو یا چند مجموعه کروموزوم که از دو گونه والد متفاوت گرفته شده باشد.
Allopolyploid	آلوپُلی‌پلوئید	یک موجود دگرچندلاد که مجموعه کروموزوم‌های متفاوت ژنتیکی خود را از گونه‌های مختلف از طریق تلاقی به دست آورده باشد.

Allozyme	آلوزیم / آنزیم هم‌ردیف	شکل‌های (واریانت‌های) مختلف یک آنزیم که از آلل‌های متفاوت از محل‌های ژنتیکی مشابه رمزگذاری شده باشد.
Alpha diversity	تنوع آلفا	شاخصی از تنوع زیستی در یک سطح مشخص یا بوم‌نظام که معمولا براساس تعداد گونه‌ها در یک بوم‌نظام (غنای گونه‌ای) تعیین می‌شود (تنوع در یک سطح مشخص (بر اساس تعداد گونه‌ها)).
Amenity value	ارزش مطبوعیت	مزایای غیرفایده‌گرایانه که توسط یک کالا یا خدمات تامین و توسط یک مصرف‌کننده مشخص می‌شود.
Amensalism	بازدارندگی	نوعی اثر متقابل بیولوژیکی در زندگی هم‌زیستی دوگونه که در آن تنها یک گونه تحت تأثیر قرار می‌گیرد (متضرر می‌شود) و گونه دیگر نه سود می‌برد و نه زیان می‌بیند؛ مثل هم‌زیستیِ بین باکتری و قارچ
Amphidiploid	آمفی دیپولوئید	پلی‌پلوئیدی که اجزای کروموزومی آن از اجزای غیرجنسی کامل دو گونه تشکیل شده است.
Andromonoecious	گیاه تک‌پایه	گونه‌های گیاهی که گل‌های نر و کامل روی یک پایه تولید می‌کنند.
Antibiosis	پادزیستی	تضاد زیستی که در آن حیات یک موجود، اثر منفی روی رشد و نمو طبیعیِ موجود دیگر دارد.
Antifragility	پادشکنندگی	قادر به رشد و توسعه در مواجه با شرایط عدم قطعیت (انعطاف‌پذیری)
Antixenosis	آنتی‌زنوز	خاصیتی در گیاه که آن را برای برخی از حشرات تغذیه‌کننده و تخم‌ریز ناخوشایند می‌کند: واکنش غیرانتخابیِ بندپایان
Apomixis	نامیختگی (اپومیکسیس)	به‌وجود آمدن بذر، بدون ترکیب و اتّحاد گامت‌های نر و ماده تشکیل جنین بدون لقاح و ترکیب سلول‌های تولید مثلی
Autocorrelation	خودهمبستگی	همبستگی مقادیر جفتی یک متغیر، متعلق به یک سری زمانی یا آرایش مکانی و جدا شده با فاصله ثابت از یکدیگر
Autogamy	خودگشنی	خودگشنی که از خود باروری یک گل با گرده همان گل حاصل می‌شود؛ یا باروری گرده با گل دیگری روی همان گیاه
Auto-infection	خودآلودگی	واژه‌ای است که در ابتدا برای تلقیح یک گیاه که از مایه تلقیح تولیدی روی همان گیاه تلقیح شده باشد، بکار برده شد.
Autopolyploidy	اتوپلی پلوئیدی / خود چندلادی	وضعیتی که در آن ژنوم‌های موجود کاملا مشابه بوده و کروموزوم‌های آن‌ها کاملا با یکدیگر همسان و مشابه هستند.

Bequest value	ارزش میراثی	رضایتمندی افراد یا جامعه از آگاهی اینکه یک کالا یا خدمات می‌تواند به نسل‌های آینده منتقل شود.
Beta diversity	تنوع بتا	به تعیین تغییرات ترکیب گونه‌ها از یک مکان به مکان دیگر اشاره دارد (شیب تغییرات)؛ به‌عنوان مثال، از یک مزرعه به مزرعه‌ای دیگر یا در طول شیب‌های محیطی
Biased amplification	تکثیر جهت‌دار	همانندسازی انتخابی PCR در میان DNAهای الگوی رقیب که منجر به غالبیت در محصول نهایی شود.
Biodiversity	تنوع زیستی	اختلاف بین و درون گونه‌های همه موجودات زنده
Biological control agents	عوامل کنترل بیولوژیک	دشمنان طبیعی آفات، گیاهان مهاجم یا عوامل بیماری‌زا که قادر هستند رشد جمعیت را کند یا کاهش دهند.
Bioturbation	زیست‌آشفتگی/آشفتگی زیستی	جابجایی یا مصرف خاک (تغییرات خاک توسط جانوران یا گیاهان)
Canicula	موج گرما	یک دوره خشک با مدت نامنظم که اغلب در طول فصل بارانی، در اواخر ماه ژوییه یا اوت حادث می‌شود.
Canonical correlation	همبستگی کانونی	تعیین میزان همبستگی بین دو مجموعه متغیرِ مشخص که با ترکیب خطی چندین متغیر وابسته و مستقل بدست آمده‌اند.
CAP	پروتئین فعال‌کننده کاتابولیت (CAP)	پروتئین فعال‌کننده کاتابولیت
CAPS	چندشکلی مکان‌های برش در قطعات تکثیر شده (CAPS)	نوع بازشدگی از روش RFLP با استفاده از PCR برای تجزیه و تحلیل آسان مارکرهای ژنتیکی
Restriction Fragment Length Polymorphism (RFLP)	چندشکلی طول قطعات برش خورده (RFLP)	یکی از روش‌های تشخیص جهش و پلی مورفیسم در ژنوم با استفاده از آنزیم‌های محدودگر است.
Cation exchange capacity	ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC)	شاخصی از حاصلخیزی خاک، حداکثر کاتیون‌های قابل تبادل که خاک قادر به نگهداری آن‌ها است.
CBM	مدیریت تنوع زیستی جامعه	مدیریت تنوع زیستی توسط جامعه
Character	صفت	بیان فنوتیپی، به‌عنوان یک صفت ساختاری یا کارکردیِ یک موجود که تحت تاثیر اثر متقابل یک ژن یا گروهی از ژن‌ها با محیط قرار دارد.

Characterization	تعیین خصوصیات/ تعیین ویژگی‌ها	ارزیابی صفات گیاهی قابل توارث که به آسانی قابل مشاهده است و به روش‌هایی ساده در تمام محیط‌ها و به‌منظور تشخیص فنوتیپها بیان می‌شوند؛ متضاد با ارزیابی
Checks	شاهد	ارقام شاهد با ویژگی‌های شناخته شده‌ای که بر اساس اهداف خاص آزمایش‌های مزرعه‌ای به منظور مقایسه یا استانداردسازی نتایج تیمارها انتخاب می‌شوند.
Chilling injury	خسارت سرمازدگی	ایجاد اختلال در عملکرد سلولی گیاهان مناطق گرمسیری هنگام قرارگیری در معرض دماهای سرمازدگی
Chilling tolerance	تحمل به سرمازدگی	پاسخ یک گیاه به دماهای یخزدگی و ظرفیت گیاهان برای تحمل دماهای پایین‌تر از حد بهینه
Choice experiment method	روش آزمون انتخاب	روشی برای ارزیابی ارزش یک کالا یا خدمت که ارزش بازاری ندارد. در این روش، طیف وسیعی از گزینه‌ها بر اساس ویژگی‌های کالا یا خدمت برای مخاطب ارائه شده و از وی درخواست می‌شود تا یکی را انتخاب کند.
Clone	کلون / همسانه	گیاه حاصل از فرآیند تولید مثل غیرجنسی یا رویشی که در نتیجه با والدین خود از نظر ژنتیکی یکسان است.
Co-dominance	هم‌بارزی	در حالتی که همه آلل‌ها (دو آلل در یک دیپلوئید یا بیشتر در یک موجود پلی‌پلوئید) در یک هتروزیگوت بیان می‌شوند، به طوریکه فنوتیپ سهمی از هر دو آلل را دارا می‌باشد.
Co-evolution	هم‌تکاملی/هم‌فرگشت/ تکامل توأم	تکامل متقابل سازگاری‌های مکمل در دو یا چند گونه موجود زنده، به دلیل رابطه ویژه‌ای که بین آن‌ها وجود دارد.
Cognitive maps	نقشه شناختی/ نگاشتِ ادراکی	نقشه‌های تهیه شده توسط افرادی که آموزش رسمی نقشه‌برداری ندارند؛ این نقشه‌های ادراکی به طور معمول با یک مقیاس دقیق ترسیم نمی‌شوند یا ممکن است اشکال مختلف عارضه‌های زمین یا سایر عوارض را از منظری نامتعارف نشان دهند، اما در آشکارسازی ویژگی‌های زمین و منابع برای افراد بسیار مفید می‌باشد.
Cold hardiness	مقاومت به سرما	توانایی گیاهان مناطق معتدله به بقا در درجه حرارت‌های زیر صفر
Commensalism	هم‌سفرگی	نوعی رابطه متقابل بین موجود زنده که در آن یک گونه از این رابطه متقابل سود می‌برد، ولی گونه دیگر نه سود می‌برد و نه ضرر می‌کند.

Community biodiversity register	فهرست تنوع‌زیستی جامعه	فهرستی از گونه‌های بومی گیاهان زراعی در یک جامعه که توسط اعضای جـــامعه حـــفاظت شـــده و ممکن است شامل اطلاعاتی مانند ویژگی‌های ریخـــت‌شناسی-زراعی و زراعی، سازگاری اکولوژیکی-زراعی، کاربردهای ویژه، صفات منحصر به فرد، منشأ و نگهبان توده بومی باشد. این روش برای ثبت دانش بومی در مورد منابع ژنتیکی و فراهم آوردن حفاظت دفاعی و تقویت اطلاعات مربوط به گونه‌های گیاهی و جانوری استفاده می‌شود.
Competition	رقابت	نوعی رابطه متقابل زیستی است که ناشی از محدودیت منابع (نیاز مشترک) در یک بوم‌نظام می‌باشد؛ از آن‌جا که هر کدام از گونه‌ها منابع مورد نیاز خود را استفاده می‌کنند، هر دو گونه متضرر می‌شوند.
Composite cross-population	جمعیت تلاقی مرکب	یک توده مصنوعی حاصل از تلاقی‌های متنوع بین چند والد که بصورت یک جمعیت در حال تکامل تکثیر می‌شود.
Conservation	حفاظت	مدیریت سیستم‌های زراعی و طبیعی و منابع بیولوژیکیِ آن‌ها، به‌منظور اطمینان از عدم تخریب طی فرآیند توسعه و در نتیجه حفظ آن‌ها برای تامین نیازهای نسل‌های آینده
Content analysis	تحلیل محتوا	روشی برای تحلیل نظام‌مند محتوای یک ارتباط یا فعالیت به منظور تدوین مفهوم یا هدف آن، شامل عناصر موضوعی و نمادین
Contingent valuation	ارزشگذاری مشروط	روشی برای ارزیابی ارزش یک کالا یا خدمت که قیمت بازاری ندارد؛ در این روش از پاسخ‌دهندگان در مورد تمایل آن‌ها برای پرداخت هزینه کالا یا خدمت نظرسنجی می‌شود.
cpDNA (chloroplast DNA)	دی.ان.ای کلروپلاستی	DNA موجود در کلروپلاست؛ اگرچه کلروپلاست حاوی ژنوم کمی است، اما تعداد زیادِ کلروپلاست در هر سلول باعث شده است که DNA کلروپلاستی بخش قابل توجهی از کل DNA در یک سلول گیاهی را تشکیل دهد.
Crop genetic diversity	تنوع ژنتیکی زراعی	به کلیه خصوصیات ژنتیکی در ساختار ژنتیکی گونه‌های گیاهی مورد استفاده در کشاورزی و گونه‌های وحشی خویشاوند تکاملی آن‌ها گفته می‌شود.
Cryptic paralogy	پارالوژیِ نهفته	دو آلل با منشأ ژنتیکی متفاوت که قطعه برشی مشابهی دارند و بنابراین به عنوان آلل‌های غیرقابل تفرق شناخته نمی‌شوند.
Cultivar	رقم	انتخاب یـــک گیاه یا گروهـــی از گیاهان از روی ویژگی‌های مطلوبشان که می‌توان از طریق تکثیر حفظشان کرد. بیشتر ارقام

		در کشت و کار تولید می‌شوند، اما تعداد کمی از آن‌ها حاصلِ انتخاب‌های ویژه از گونه‌های وحشی هستند.
Dendrogram	نمودار شجره‌ای	نمودار درختی که عدم تمایز افزایشی بین اشیا، افراد، نمونه‌ها، جمعیت‌ها یا گونه‌ها را به‌صورت خوشه‌های سلسله مراتبی نمایش می‌دهد.
Determinacy	پیش‌بینی‌پذیری	تمایل گیاهان در یک جمعیت از نظر هماهنگی در زمان گل‌دهی، میوه‌دهی و در نتیجه همزمانی رسیدگی برای دگرگشنی و برداشت
Detrended correspondence analysis	تحلیل تناظر بی‌روند شده/ تحلیل تطبیقی قوس‌شکن	روش آماریِ چندمتغیره‌ای برای تعیین ارتباط بین داده‌های رسته‌ای (طبقه‌بندی) با حذف روند یا الگوی قوسی شکل در نتایج
Dioecious	گیاه دو جنسی / گیاه دوپایه	گونه‌ای گیاهی که گل‌های نر و ماده آن روی گیاهان مختلف تشکیل می‌شود. گیاهان بالغ می‌توانند در بیان جنسیت یا تغییرات در طول زمان ثابت باقی بمانند.
Diploid	دیپلوئید / جفت لاد	دارا بودن دو مجموعه هاپلوئید کاملا همسان از کروموزوم‌ها.
Discriminant analysis	تحلیل تشخیص/تجزیه تشخیص	تجزیه و تحلیل آماری برای پیدا کردن ترکیب خطی از خصوصیاتی که دو یا تعداد بیشتری از طبقه‌های اشیاء را تعیین یا تفکیک نماید (ترکیبی از تجزیه به مولفه‌های اصلی)
Disease resistance	مقاومت به بیماری	توانایی ژنتیکی میزبان گیاهی برای کاهش یا جلوگیری از تولید مثل عامل بیماری‌زا که در نتیجه باعث حفظ سلامت آن می‌شود.
Disease tolerance	تحمل بیماری	توانایی یک گیاه از نظر تحمل یک بیماری واگیردار یا غیرواگیردار بدون تحمل خسارت شدید یا افت عملکرد
Disease triangle	مثلث بیماری	بینش اصلی در بیماری‌شناسی گیاهی این است که بیماری به عامل زنده مسبب احتیاج دارد- یک عامل بیماری‌زای مهلک در تعامل با میزبان حساس در یک محیط مطلوب برای رشد گیاه میزبان باعث گسترش عامل بیماری‌زا و توسعه بیماری می‌شود.
Displacement hypothesis	فرضیه جابجایی	بر اساس این نظریه، انتشار انواع ارقام جدید گیاهان زراعی منجر به از بین رفتن سریع و اجتناب‌ناپذیر توده‌های بومی و ارقام سنتی گیاهی‌ای می‌شود که توسط کشاورزان حفظ شده‌اند.
Divergence	واگرایی	تجمع اختلافات (ژنتیکی) بین جمعیت‌ها و یا ارقام، خواه به‌صورت خاموش یا بیان شده از نظر صفات مورفولوژیکی یا فیزیولوژیکی

Diversity block	مجموعه تنوع واریته‌های کشاورزان	مجموعه آزمایشی توده ارقام کشاورزان برای اهداف نمایشی، تکثیر و یا تحقیقاتی که توسط موسسه‌های محلی انجام می‌شود. در طول کشت، جمعی از کشاورزان آگاه برای مشاهده دعوت می‌شوند.
Diversity fair	نمایشگاه تنوع	کشاورزانی از یک یا چند جامعه را گرد هم می‌آورند تا کشاورزان طیف وسیعی از ارقام سنتی را به نمایش گذارند. به جای اعطای جایزه به بهترین واریته (به عنوان مثال، براساس عملکرد یا اندازه)، در نمایشگاه‌های تنوع زیستی، جایزه به کشاورزان یا شرکت‌های تعاونی‌ای اعطا می‌شود که بیش‌ترین تنوع گیاه زراعی و دانش‌های مربوط به آن را در اختیار داشته باشند.
Diversity field fora (DFF)	مجمع فعالان عرصه تنوع‌زیستی (DFF)	متشکل از زنان و مردانی است که معمولا در گروه‌های جنسیتی (۲۵ تا ۳۰ نفر) و به‌منظور ارزیابی تنوع گیاهان زراعی سازماندهی می‌شوند. گروه‌های کشاورزان، ارقام اصلاح شده و محلی را آزمایش می‌کنند. کشاورزان جهت تکثیر بذر آموزش داده می‌شوند و بذرهای ارقام انتخابی را تکثیر می‌کنند. در این رویکرد معیارهای انتخاب ویژگی‌های برتر توسط کشاورزان زن و مرد متفاوت است. از طریق جلسات هفتگی، کشاورزان از معاهدات و قوانین بین‌المللی و ملی مربوط به تبادل منابع ژنتیکی گیاهی آگاه می‌شوند.
Domestication syndrome	عارضه اهلی‌سازی	مجموعه ویژگی‌هایی که یک گونه گیاه زراعی را از اجداد وحشی‌اش متمیاز می‌کند و نشانه اهلی‌سازی و سازگاری آن گیاه با زراعت انسان است.
Dormancy	رکود	وضعیت فیزیکی یا فیزیولوژیکی در بذر زنده که مانع سبز شدن آن حتی در شرایط مساعد محیطی می‌شود.
Dry mole fraction	کسر مولی هوای خشک	نسبت تعداد مولکول‌های CO_2 به تعداد مولکول‌های هوای خشک ضربدر یک میلیون (پی‌پی‌ام)
DUS	تمایز، یکنواختی و ثبات (DUS)	تمایز، یکنواختی و ثبات از جمله صفات یک واریته جدید هستند که در برخی حوزه‌های قضایی، به‌نژادگر باید جهت کسب حقوقش آن‌ها را ارائه دهد.
Dynamic conservation	حفاظت پویا	حفاظت از فرآیندهای فرهنگی، بیولوژیکی و بوم‌شناختی کشاورزی که جهت تداوم تکامل تنوع گیاه زراعی در نظام‌های سنتی لازم است.

Ecogeographic niche	آشیانه بوم‌جغرافیایی	مکان و نقش‌های یک گونه درون اجتماع خود که به برهم‌کنش‌ها و اثرات متقابل آن گونه با محیط و سایر موجودات زنده مرتبط با آن ارجاع دارد.
Eco-labeling	برچسب‌گذاری بوم‌شناختی	عملیات برچسب‌گذاری محصولات و فرآورده‌ها در جهت آگاهی مصرف‌کنندگان از رعایت استانداردهای زیست‌محیطی
Econometric model	مدل اقتصادسنجی	نوعی مدل اقتصادی که امکان برآورد کمّی عوامل آن وجود داشته باشد.
Ecoregion	ناحیه بوم‌شناختی	منطقه‌ای به‌لحاظ بوم‌شناختی و جغرافیایی مشخص، که از یک زیست‌سار کوچک‌تر باشد. زیست‌سار نیز به نوبه خود از یک پهنه بوم‌شناختی کوچک‌تر است.
Ecosystem diversity	تنوع بوم‌نظام‌ها	انواع یا تعداد بوم‌نظام‌های موجود در یک منطقه معین (به عنوان مثال، یک ناحیه بوم‌شناختی)
Ecozone	پهنه بوم‌شناختی	واحدی جغرافیایی شامل یک توده سنگ با مرزهای بالا و پایین که به‌وسیله تغییرات جانوریِ قابل برگشت مشخص می‌شود. مرزهای این واحد نسبت به زمان متغیر بوده و تغییرات جانوری احتمالا ناشی از تغییرات کمربند رخساره‌ای است.
Ecosystem services	خدمات بوم‌نظام	مزایای حاصل از کارکرد بوم‌نظام‌های سالم مانند آب تمیز، زیستگاه‌هایی برای گرده‌افشان‌ها و تجزیه پسماندها (ضایعات)
Edaphic factors	عوامل خاکی	خصوصیات فیزیکی و شیمیاییِ خاک که بر بقا و رشد گیاه تاثیر می‌گذارد.
Eddy covariance	کوواریانس اِدی	نوعی روش ریاضی برای اندازه‌گیری جریان CO_2 بین اتمسفر و بیوسفر
Effective population size	اندازه موثر جمعیت	تعداد افراد در یک جمعیتِ مطلوبِ دارای ارزش هر مقدار ژنتیک جمعیتیِ مشخص، که برابر است با ارزش آن مقدار در نمونه آماریِ واقعی
Efficiency in crop production strategies	راهبردهای کارایی در تولید گیاهان زراعی	ظرفیت تولید یک اثر در یک نقطه از زمان و مکان
Electrophoresis	الکتروفورز	روشی برای جداسازی مولکول‌های گوناگون براساس الگوهای حرکت آن‌ها در یک میدان الکتریکی
Endogamy	درون پیوندی	گرایش افراد به ازدواج در جامعه خود یا سایر گروه‌های اجتماعی

Epidemic development	گسترش اپیدمی	رشد سریع تعداد زیادِ افراد مبتلا به بیماری، در سطح محلی یا گسترده‌تر از آن
EPO	اداره ثبت اختراع اروپا	اداره ثبت اختراع اروپا
EST (Expressed Sequence Tag)	برچسب توالیِ بیان‌شده	یک زیرتوالی کوتاه از توالی cDNA (DNA مکمل) که برای شناسایی رونوشت‌های ژن و در کشف ژن، توالی‌یابی ژن و تشخیص چندریختی‌های DNA به‌کار می‌رود.
Ethnology	قوم‌شناسی	شاخه‌ای از مردم شناسی که خصوصیات افراد مختلف و روابط میان آن‌ها را مقایسه و بررسی می‌کند.
Ethnotaxonomy	آرایه‌شناسیِ قومی	طبقه‌بندی قومی یا محلی نیز نامیده می‌شود و به نظام‌های طبقه‌بندی گفته می‌شود که از سوی گروه‌های منفردِ قومی تعیین و مورد استفاده قرار می‌گیرد.
Eukaryote	هسته‌داران	موجودات تک‌سلولی هسته‌دار و تمام موجودات چندسلولی
Evaluation	ارزیابی	ارزیابی خصوصیات گیاهی نظیر عملکرد، ویژگی‌های زراعی، حساسیت به تنش‌های غیرزیستی و زیستی و صفات بیوشیمیایی و سیتولوژیکی که بیان آن‌ها تحت تاثیر عوامل محیطی است.
Evenness	یکنواختی	شباهت یا عدم وجود اختلاف در تکرار انواع مختلف (به عنوان مثال آلل‌ها، ژنوتیپ‌ها یا گونه‌ها) درون یک نمونه، جمعیت یا منطقه
Evolutionary capacity, or evolvability	قابلیت تکامل‌پذیری/ فرگشت‌پذیری	ظرفیت یک جمعیت یا گونه برای ایجاد تنوع ژنتیکی سازگار
Ex situ conservation	حفاظت خارج از محل	برداشت ژرم‌پلاسم از محلی که در آن بوجود آمده یا یافت شده است و ذخیره آن به‌صورت بذر در خارج از محل و در بانک ژن، مواد رویشی در انبار آزمایشگاهی به صورت کشت درون شیشه‌ای (*in vitro*) یا نمونه‌های گیاهی در حال رشد در کلکسیون‌های زنده در باغ گیاه‌شناسی یا بانک ژن
Existence value	ارزش وجودی	احساس رضایت افراد یا جوامع در قبال آگاهی از چیزی خواه قابل استفاده و یا غیرقابل استفاده که وجود دارد.
Exogamy	دگرآمیزی	گرایش افراد به ازدواج در خارج از جامعه یا گروه‌های اجتماعی دیگر
Explant	ریزنمونه	بافتی که از محل اصلی خود (گیاه یا بذر) ایجاد شده باشد.

Facilitative interactions	اثرات متقابل تسهیل‌کننده	اثر متقابلی که حداقل برای یکی از گونه‌ها یا ژنوتیپ‌های همراه مفید است و از هم‌زیستی اجباری متمایز است.
Fair trade	تجارت منصفانه	در این نوع برچسب‌گذاری، خریدار باید موارد زیر را رعایت کرده باشد: (۱) پرداخت وجهی که هزینه‌های تولید و هزینه‌های توسعه اجتماعیِ (میزان پرداختی بالاتر از حداقل وجه کالا که صرف توسعه اقتصادی منطقه می‌شود) تولیدکننده را پوشش دهد، (۲) پرداخت وجهی به‌عنوان ودیعه به تولیدکننده، (۳) خرید مستقیم از تولیدکننده، و (۴) انعقاد قراردادهای بلند مدت با تولیدکننده
Farmer field schools	مدرسه در مزرعه	فرایند یادگیری گروه‌محور که توسط تعدادی از دولت‌ها، سازمان‌های غیردولتی و آژانس‌های بین‌المللی مورد استفاده قرار می‌گیرد و از طریق آن کشاورزان به عنوان مربی آموزش داده می‌شوند که غالبا از آن کشاورزان در ترویج مدیریت تلفیقی آفات (IPM) استفاده می‌شود.
Farmers' rights	حقوق کشاورزان	حقوقی که به‌منظور حمـــایت از نقـــش کشـــاورزان به‌عنوان حفاظت‌کننده و تولیدکننده تنوع گیاهان زراعی باید مورد شناسایی قرار گیرد.
Farming system	نظام زراعی	کلیه عناصر یک مزرعه شامل انسان، گیاهان زراعی، دام‌های اهلی، سایر گیاهان، حیات وحش و محیط زیست و اثرات متقابل اجتماعی، اقتصادی و بوم‌شناختیِ میان آن‌ها
Fixed line	لاین ثابت (تثبیت‌شده)	تنوع ثابت لاین‌ها یا توده‌های بومی آزادسازی شده که دال بر حذف برخی از متغیرهای متمایزکننده و اصلاح نژاد است.
Food sovereignty	حاکمیت غذایی	حق مردمانِ تولیدکننده، توزیع‌کننده و مصرف‌کننده غذا جهت تعیـــین نظـــام‌های غذاییِ خـــود و حضورشـــان در کـــانون تصمیم‌گیری‌ها در باب نظام‌ها و سیاست‌های غذایی؛ به جای اینکه تقاضای بازار و شرکت‌ها جایگاه آنان را در تصمیم‌گیری‌ها اشغال کند.
Formal seed system	نظام رسمی بذر	نوعی نظام توسعه ارقام گیاهی و تولید و تجارت بذر که از قوانین و مقررات صادر شده توسط دولت برای تنظیم کیفیت ارقام گیاهی و بذرهای قابل دسترس در بازار پیروی می‌کند.
Four-cell analysis	آنالیز چهارسلولی	ابزار مشارکتی برای ارزیابی میزان و توزیع تنوع؛ این ارزیابی به شناسایی انواع رایج، نادر و منحصربه‌فرد ارقام کمک می‌کند و اطلاعاتی در مورد دلایل گسترش برخی واریته‌ها و بومی بودن برخی دیگر در جامعه ارائه می‌دهد.

Functional diversity	تنوع کارکردی	ارزش و دامنه صفات گونه‌هـــا و موجودات زنده که بر کارکرد بوم‌نظام تاثیر می‌گذارند.
Functional traits	خصوصیات کارکردی	ویژگی‌هایی که گونه‌ها را به‌لحاظ نقش‌های بوم‌شناختی‌شان تعریف می‌کند (چگونگی برهم‌کنش و اثر متقابل گونه‌ها با محیط و سایر گونه‌ها)
Gamma diversity	تنوع گاما	معیار تنوع یک منطقه یا یک منظر
Gender roles	نقش‌های جنسیتی	رفتار آموخته‌هایی که بازتاب‌دهنده شرطی‌سازیِ اجتماعی است؛ از این منظر که افراد طی فرآیند شرطی سازیِ اجتماعی می‌آموزند که کدام فعالیت‌ها برای زنان و کدامیک برای مردان مناسب قلمداد می‌شود.
Genetic bottleneck	تنگنای ژنتیکی/ گلوگاه ژنتیکی	تلفات تنوع غنایی (تعداد گونه‌ها) تحت تاثیر محدودیت ناگهانی اندازه جمعیت طی کوتاه مدت یا بلندمدت
Genetic distance	فاصله ژنتیکی	اندازه‌گیری واگرایی ژنتیـــکی بیـــن یک جـــفت جمعیت بر اســـاس تفاوتهای صفات فنوتیپی، فراوانی آلل (فراوانی ژن)، توالی‌هایDNA یا ترکیب آن‌ها
Genetic diversity	تنوع ژنتیکی	اختلاف ژنتیکی بین یا درون نمونه افراد یک واریته، جمعیت یا گونه
Genetic diversity choices	انتخاب‌های تنوع ژنتیکی	گزینه‌های موجود جهت مدیریت تنوع ارقام مورد استفاده کشاورزان که بر روند تکامل و جمعیت باقی‌مانده گیاه زراعی در فصل آتیِ کشت تاثیر می‌گذارد.
Genetic drift	رانش ژنتیکی	تغییر در ترکیب ژنتیکیِ جمعیت‌ها که به دلیل نمونه‌برداری تصادفی در جمـــعیت‌های کوچک رخ می‌دهد. بیش‌ترین نمود اثـــرات رانش (تلفـــات آلل، تغییر در فراوانی آلل و واگرایی جمعیت) در جمعیت‌های بسیار کوچک قابل مشاهده است.
Genetic erosion	فرسایش ژنتیکی	تلفات تنوع ژنتیکی بین یا درون جمعیت‌های گونه‌های مشابه در طول زمان، یا کاهش اساس ژنتیکی یک گونه تحت تاثیر رانش و انتخاب
Genetic heterogeneity	ناهمگونی ژنتیکی/ناهمگونی وراثتی	جمعیتی که شامل گونه‌های دارای اختلاف ژنتیکی باشد، خواه ژنوتیپ‌ها از لحاظ فنوتیپی (ظاهری) قابل تشخیص باشند یا خیر
Genetic homogeneity	همگونی ژنتیکی/همگونی وراثتی	جمعیتی شامل افرادی که برای یک نمونه مشخص از جایگاه کروموزم (لوکوس) مشابه هستند.

Genetic polymorphism	چند ریختی ژنتیکی	فراوانی وقوع در یک جایگاه کروموزومی (لوکوس) که دارای بیش از یک آلل باشد و در آن وقوع عادی‌ترین شکل آن کمتر از ۹۹ یا ۹۵ درصد باشد.
Genetic resources	منابع ژنتیکی	ژرم‌پلاسم‌های گیاه، جانوران و یا سایر موجودات زنده که دارای تنوعی از خصوصیات مفید با ارزش واقعی یا بالقوه باشند.
Genetic variation	تنوع ژنتیکی/ اختلاف ژنتیکی	تفاوت گونه‌ها در توالی DNA.
Genomic selection (GS)	انتخاب ژنومیک	اصلاح صفات کمّی در اصلاح گیاهان با استفاده از کل ژنوم، نشانگرهای متراکم مولکولی و تولید ژنوتیپ‌های مفید
Genotype	ژنوتیپ	ترکیب ژنتیکی یک گیاه متشکل از صفات قابل توارث
Genotyping by sequencing (GBS)	تعیین ژنوتیپ با توالی-یابی (GBS)	نظامی بسیار پیچیده برای ساخت کتابخانه‌های توالی‌یابی به منظور پلت‌فرم توالی‌یابی نسل جدید که تعداد زیادی چندریختی تک‌نوکلئوتیدی (SNP) برای استفاده در آنالیزهای ژنتیکی تولید می‌کند.
Geographic information systems (GIS)	سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)	یک نظام مدیریت بانک اطلاعاتی که می‌تواند بطور همزمان داده‌های مکانی را بصورت گرافیکی مدیریت کرده (به عنوان مثال، نقشه‌ها یا «کجایی») و داده‌های غیرمکانی مرتبط را به آن پیوست نماید (که توضیحات مناطق یا نقاط مختلف درون یک نقشه یا «چیستی» را نشان می‌دهد).
Geographical indication	نشان جغرافیایی	نشانی بر روی کالاهای تولیدشده در یک منطقه جغرافیایی خاص که کیفیت و شهرت آن به‌واسطه آن منطقه جغرافیایی است. بطور کلی، نشان جغرافیایی شامل نام و محل منشا کالاهاست. محصولات کشاورزی معمولا دارای کیفیت‌هایی است که نشان‌دهنده منشا تولید و فاکتورهای جغرافیایی محلی نظیر آب و هوا و خاک است.
Germplasm	ژرم‌پلاسم	مواد تولیدمثلی افراد، گروهی از افراد یا کلون‌های مشخصه ژنوتیپ‌ها، ارقام، گونه‌ها یا محیط‌های کشت که به عنوان نمونه در مجموعه در محل (*in situ*) و خارج از محل (*ex situ*) نگهداری می‌شود.
Greenhouse	گلخانه	ساختمانی که به‌منظور پرورش گیاهان تحت شرایطی محافظت‌شده‌تر، کنترل‌شده‌تر و معمولا گرم‌تر از هوای آزاد طراحی می‌شود. سازه‌های گلخانه از نظر اندازه، درجه کنترل و مصالح به‌کار رفته در ساخت آن‌ها (مانند شیشه یا پلاستیک) متفاوت است.

Gynodioecious	چندریختی جنسی/ ماده-دوجنسی	گونه دوشکلی جنسی که در آن برخی از گونه‌ها فقط گل‌های ماده و گونه‌های دیگر دارای گل‌های دوجنسی کامل هستند.
Haploid	هاپلوئید / تک‌دسته	مربوط به سلول یوکاریوتی که فقط دارای یک مجموعه کروموزوم است.
Haplotype	هاپلوتیپ	ترکیب مشخصی از آلل‌های ویژه در تعدادی از جایگاه‌های کروموزومی که در یک بلوکِ پیوسته مشخص قرار دارند.
Hedonic price model	مدل قیمت‌گذاری دوگانه (هدانیک)	رویکردی تحلیلی در اقتصاد که به برآورد قیمت یک کالا بر اساس ویژگی‌های ذاتی و جنبه‌های بیرونیِ آن کالا می‌پردازد.
Heritability	وراثت‌پذیری	میزان اختلاف فنوتیپی مشاهده شده برای یک ویژگی (صفت) خاص در یک جمعیت، که برخلاف اختلاف در عوامل محیطی یا غیرژنتیکی، توسط تنوع ژنتیکی کنترل می‌شود.
Hermaphrodite	هرمافرودیت / دوجنسی	گیاهی که گل‌های آن دارای پرچم و برچه (اندام‌های تولیدمثل نر و ماده) است.
Heterozygote	هترزیگوت / ناخالص	فردی با آلل‌های مختلف برای یک ژن یا ژن‌های خاص
High-Yielding Variety (HYV)	واریته با عملکرد بالا (HYV)	تنوع گیاه زراعی در برنامه‌های جدید به‌نژادی گیاهان به‌منظور به حداکثر رساندن عملکرد (اغلب در شرایط پرنهاده) به قیمت تنوع یا سازگاری محیط زیستی محلی تمام شده است. ارقام با عملکرد بالا (HYVs) معمولا توسط پروژه‌های توسعه کشاورزی ترویج شده و اغلب تهدیدی برای نژادهای بومی مشابه محسوب می‌شود یا جایگزین گیاهان زراعی بومی می‌شوند.
Homologous	مشابه/همسان	از منبع مشابه یا دارای ساختار و کارکرد تکاملی یکسان. برای کروموزوم‌ها: در زمینه محتوای ژن مشابه و ترتیب خطی به عنوان پایه‌ای از جفت شدن در میوز است.
Homozygosity	همسانی	معرف گونه‌های با آلل مشابه یا توالیDNA یکسان برای همه نسخه‌های همولوگ (همسان) یک ژن خاص در کروموزوم‌های همسان است.
Horizontal breeding	اصلاح افقی	انتخاب برای مقاومت به بیماری که مربوط به نژاد خاصی نبوده و بر اساس بیان ژن‌های زیادی (QTL) است.
Humus	هوموس	مواد آلی تجمع یافته در خاک که به طور کامل تجزیه و معدنی شده است.
Hypoxia	هیپوکسی /کم اکسیژنی	تنش کم‌اکسیژنی که طی آن تنفس یک موجود زنده به مسیرهای بی‌هوازی تغییر نموده و تغییرات بیوشیمیایی نامطلوب آغاز می‌شود.

IFOAM	فدراسیون بین‌المللی جنبش‌های کشاورزی ارگانیک (آیفوم)	فدراسیون بین‌المللی جنبش‌های کشاورزی ارگانیک
In situ conservation	حفاظت در محل/ حفاظت در رویشگاه طبیعی	حفاظت از بوم‌نظام‌ها، زیستگاه‌ها و فرایندهای طبیعی به منظور نگهداری جمعیت‌های زنده گونه‌ها در محیط طبیعی خود و در مورد گونه‌های زراعی یا اهلی شده، در محیط‌هایی که گونه‌ها ویژگی‌های متمایزی را کسب کرده‌اند؛ تمرکز حفاظت در محل برای منابع اهلی شده در مزارع کشاورزان به عنوان بخشی از بوم‌نظام‌های زراعی موجود است، در حالیکه سایر انواع حفاظت در محل مربوط به جمعیت‌های گیاهان وحشی بوده که در زیستگاه‌های اصلی خود رشد می‌کنند.
Inbreeder	خویش‌آمیز / درون‌آمیز	یک گونه گیاهی با بیولوژی تولیدمثل خودسازگار که غالبا تمایل به خود گرده‌افشانی دارد. متضادِ واژه دگرآمیز
Inbreeding depression	پس‌رَویِ خویش‌آمیزی/کاهش درون‌آمیزی	از دست دادن تناسب، ناشی از تلاقی بین افراد نزدیک به یکدیگر در یک جمعیت
Indigenous Knowledge (IK)	دانش بومی	آگاهی یا سنت‌های موجود در یک جامعه محلی
Informal seed system	نظامِ غیررسمیِ بذر	نظام تولید رقم‌های گیاهی، تولید بذر، تجاری سازی و تبادل که لزوما از قوانین و مقررات صادره از سوی دولت برای تنظیم کیفیت ارقام گیاهی و بذرهای موجود در بازار پیروی نمی‌کند.
Informatics	انفورماتیک/ داده شناسی	علم اطلاعات و محاسبات در سیستم‌های پیچیده با داده‌های گسترده. انفورماتیکِ تنوع زیستی به‌معنیِ استفاده از روش‌های انفورماتیک برای اطلاعات در مورد تنوع زیستی به منظور بهبود مدیریت، ارائه، کشف، شناسایی و تجزیه و تحلیل است.
Inhibitor	بازدارنده/ مهارکننده	هر ماده یا عامل مهارکننده واکنش شیمیایی
Inoculum	مایه تلقیح	قطعه کوچکی از بافت بریده شده یک ریزگیاه (اکسپلنت) که از یک بافت یا اندام یا مقدار کمی از مواد سلولی از کشت سوسپانسیون سلولی حاصل شده و برای ادامه رشد به محیط کشت تازه منتقل شده است. در بیماری‌شناسی گیاهی، این ماده حاصل از عامل بیماری‌زا است، مانند سوسپانسیون سلولی اسپور که بیماری را در گیاهانی که قبلا آلوده نشده‌اند، ایجاد می‌کند.
Insurance hypothesis	فرضیه بیمه‌ای	گونه‌ها دارای صفاتی هستند که ممکن است در آینده مفید واقع شوند. تنوع بیشتر گونه‌ها، ارقام و ژنوتیپ‌ها بوم‌نظام را در برابر

		کاهش کارکرد آن تحت تاثیر تغییرات شدید محیطی، بیمه می‌کند.
Introgression	الحاق	انتقال اطلاعات ژنتیکی از یک گونه به گونه دیگر در نتیجه هیبریداسیون و تلاقی‌های برگشتی مکرر بین آن‌ها
Isozymes	ایزوآنزیم‌ها/ ایزوزیم‌ها	شکل‌های مولکولی مختلف یک آنزیم؛ ایزوزیم‌ها توسط جایگاه‌های کروموزومی مختلف رمزگذاری می‌شوند، و یا ممکن است توسط آلل‌های مختلف در یک جایگاه کروموزومی رمزگذاری شوند. در حالت اخیر، به آن‌ها آلوزیم گفته می‌شود. آین آنزیم‌ها کارکرد مشابهی دارند، اما ممکن است به‌دلیل تفاوت‌های جزیی در توالی اسید آمینه دارای سطح فعالیت متفاوتی باشند.
JPO	اداره ثبت اختراع ژاپن	اداره ثبت اختراع ژاپن
Key informant	آگاهی‌دهنده اصلی/ فرد کلیدی	کارشناسی محلی که موضوعِ مورد بررسی را تایید می‌کند.
Kinship	خویشاوندی	مجموعه‌ای از روابط میان افراد یک جامعه که به‌لحاظ اجتماعی به رسمیت شناخته شده است؛ افرادی که یا از نظر بیولوژیکی و یا از طریق پیوندهای نسبی هم‌چون ازدواج، فرزندخواندگی یا آیین‌های دیگر با یکدیگر مرتبط باشند.
Landrace (also termed traditional variety, farmer variety, or folk variety)	توده بومی	رقم گیاه زراعی که اغلب دارای تغییرپذیری ژنتیکی بوده و هم‌زمان دارای یک‌پارچگی ژنتیکی معین است که در زراعت، معمولا در یک نظام کشاورزی سنتی طی دوره‌های طولانی تکامل یافته و به شرایط محیطی بومی سازگار شده است. کشاورزان ویژگی‌های آنرا تشخیص داده، به دلیل صفات مطلوب آن را انتخاب و معمولا نام مشخصی برای شناسایی آن ارائه می‌کنند.
Locus	جایگاه کروموزوم	موقعیت قرارگیری یک کروموزوم در ژن
Low-heritability environment	محیطِ با وراثت‌پذیری پایین	محیطی که استقرار گیاهچه و اصلاح ارقام سازگار، با توجه به ناهمگنی، غیرقابل پیش‌بینی بودن و عدم قطعیت در توزیع مناسب فصل‌ها در آن مشکل است.
Major gene resistance	مقاومت ژن اصلی/ مقاومت ژن عمده	مقاومت به بیماری که به عنوان پاسخ کیفی به تنوع خاص نژادهای بیماری‌زا (اختصاص-نژادی) بیان شده و توسط تعداد محدودی از ژن‌ها کنترل می‌شود.

Markov process	فرآیند مارکوف	فرآیندی تصادفی که معمولا به عنوان فرآیندی بدون حافظه توصیف می‌شود: حالت بعدی تنها به وضعیت فعلی بستگی دارد و از توالی وقایعِ گذشته مستقل است.
MAS (Marker-Assisted Selection)	انتخاب به کمک نشانگر (MAS)	استفاده از نشانگرهای DNA مرتبط با صفات خاص جهت بهبود پاسخ به انتخاب در یک جمعیت
Mass selection	انتخاب توده‌ای	ماندگاری توده‌های جمعی متغیر از ژنوتیپ‌های سازگار و انتخاب بذر تعدادی از گونه‌های بالغ بر اساس فنوتیپ‌های آن‌ها، له یا علیه صفات خاص برای ایجاد نسل بعد
Memory banking	بانک حافظه	جمع‌آوری و مستنـــدسازی دانش کشاورزان برای استفاده در آینده؛ در مقایسه می‌توان آنرا مشابه ذخیره و مستندسازی ژرم‌پلاسم در بانک ژن دانست. این نوع بانک حافظه ثبت ابعاد فرهنگیِ تنوع زیستی گیاهان را انجام می‌دهد: از جمله نام‌های محلی، فن‌آوری‌های بومی و استفاده از ارقام و گیاهانی متفاوت است که به‌طور سنتی از نسلی به نسل دیگر به شیوه شفاهی منتقل شده‌اند. جوامع بومی می‌توانند به این اطلاعات دسترسی داشته و آن را مدیریت کنند.
Metapopulation	فراجمعیت	جمعیت‌های جدا شده از نظر مکانی از گونه‌های مشابه که در برخی از سطوح اثرات متقـــابل دارند. به ویژه، عناصری که از طریق مهاجرت از جمعـــیت‌های دیگر، در معرض انقراض محلی و کلونیزاسیون مجدد قرار می‌گیرند. این وقایع تصادفی به طور متفاوتی حادث می‌شود.
Colonization	کلونیزاسیون	رشد و تکثیر عامل بیماری‌زا در میزبان
Meadow	علفزار	قطعه‌ای علفزار، به‌ویژه قطعه‌ای که برای تولید علوفه خشک به کار گرفته می‌شود.
Micro-array	ریزآرایه	مجموعه بزرگی از مولکول‌های DNA کلون‌شده که به عنوان الگویی فشرده و منظم از لکه‌های کوچکتر از یک میکرولیتر بر روی یک ماتریس جامد (به طور معمول یک اسلاید شیشه‌ای) ثابت می‌شوند.
Micro-finance	سرمایه‌گذاری خُرد	معمولاً درک این امر مستلزم ارائه خدمات مالی به کارآفرینان و مشاغل (کسب و کارهای) کوچک در سطح محلی می‌باشد که در آنجا دسترسی به بانکداری و خدمات مرتبط وجود ندارد.
Microsatellite	ریزماهواره	قطـعه کوچـکی از DNA که با تعـدادی از نسـخه‌ها (معـمولا ۵-۵۰) از یک توالی در حدود ۵ باز یا کمتر (به عنوان واحد تکرار) مشخص می‌شود.

Migration	مهاجرت	حرکت گونه‌ها از یک جمعیت به جمعیت دیگر. مهاجرت زمانی باعث ایجاد جریان ژنی می‌شود که مهاجرین در فراوانی آلل با جمعیت پذیرنده تفاوت داشته باشند.
Minimum viable population	حداقل جمعیت ماندگار (MVP)	اندازه جمعیت مورد نیاز برای اطمینان از ماندگاری آن برای یک دوره زمانی مشخص با سطوح احتمال متفاوت (برای مثال، ۹۵ درصد)
Minor crops	محصول فرعی/ محصول دوم	همه محصولات کشاورزی که در زمره محصولات مهم جهان که نظام‌های مدرن تولید را تحت سلطه دارند، نگنجند. هستند. این گونه‌ها می‌توانند دارای توزیع جغرافیایی در سطح جهان (مانند گندم سیاه)، معنی‌دار در سطح منطقه (مانند خلر در هند)، یا بسیار محلی مانند گیاهان دارای ریشه‌های کم و غده‌ای (به عنوان مثال، گیاه اولوکوس (*Ullucus tuberosus*)) در آند باشند.
Minor gene resistance	مقاومتِ ژن فرعی/ مقاومتِ ژن (با اثرات) جزیی	نوسان در پاسخ میزبان به بیماری که ناشی از فعالیت پیچیده بسیاری از ژن‌هـــای دارای با اثرات جزیی اســـت. پاســـخ‌های مقاومتی معمولا مختص پاتوتیپ‌ها نیستند.
Mixtures	کشت مخلوط/ کشت درهم	ترکیبی از دو یا چند رقم که در مورد بسیاری از خصوصیات از جمله مقاومت به بیماری متفاوت هستند، اما شباهت کافی برای رشد در کنار یکدیگر (به عنوان گونه همراه) را دارا می‌باشند.
Modern Variety (MV)	رقم جدید	رقم گیاه زراعی که توسط به‌نژادگر گیاهی اصلاح شده و اغلب به مناطق و کشورهای دیگر گسترش می‌یابد. مترادف با رقم با عملکرد بالا
Monoculture	تک‌کشتی	نظام تولیدی کـــشاورزی دارای گیاهـــان زراعی مشابه از نظر ژنتیکی
Monoecious	تک‌پایه	گونه گیاهی که دارای گلهای نر و مـــاده جداگانه در روی یک گیاه است.
mtDNA (mitochondrial DNA)	DNA میتوکُندریایی	مولکول دایـره‌ای DNA کـه در میتـوکنـدری سلول‌ها یـافـت می‌شود.
Multiline	چند رگه	ترکیبی از لاین‌ها یا ارقام مشابه ژنتیکی که عمدتا دارای مقاومت متفاوت در برابر نژادهای مختلف بیماری‌زا است.
Multiple regression analysis	آنالیز رگرسیون چندگانه/ تجزیه و تحلیل رگرسیون چندگانه	روش آماری برای تعیین ایجاد ارتباط خطی بین متغیر وابسته و عوامل مستقل

Mutation	جهش/ موتاسیون	منبع جدید رقم ژنتیکی؛ تغییری وراثتی در توالی نوکلئوتیدی ژن یا تغییر در ساختار کروموزوم
Mutualism	هم‌زیستی متقابل/همیاری	ارتباط متقابل زیستی دو موجود زنده که در آن هر دو گونه سود می‌برند.
Natural selection	انتخاب طبیعی	روند تکاملی که در آن موجودات زنده‌ای که بهتر با محیط سازگار شده‌اند، تمایل به بقا و تولید نتاج بیشتر دارند.
Neglected crops	گیاهان فراموش شده	گیاهان زراعی که عمدتا در نظام‌های کشاورزی جدید به فراموشی سپرده شده‌اند؛ در حالی‌که برای جوامع محلی مهم هستند. نمونه‌هایی از چنین گیاهان زراعی شامل تِف از اتیوپی فونیو از آفریقای غربی است.
Nei index of genetic diversity	شاخص تنوع ژنتیکی نِی	میانگین احتمال آن‌که نسخه‌های همسانِ جفت شده از یک جایگاه ژنتیکی که به‌طور تصادفی از یک جمعیت انتخاب شوند، متفاوت باشند؛ با میانگین هتروزیگوسیتی مورد انتظار در یک جمعیت دیپلوئیدی با جفت‌گیری تصادفی در ارتباط است.
NGS (Next Generation Sequencing)	توالی‌یابیِ نسل جدید (NGS)	مجموعه‌ای از فن‌آوری‌های در حال توسعه (به عنوان مثال، ۴۵۴، SOLiD، Illumina، آیون تورنت) که امکان توالی‌یابی وسیع از کل ژنوم را میسر می‌سازد و هزاران یا میلیون‌ها توالی (خوانش کوتاه از) DNA را تولید می‌کند. آنالیز و هم‌ردیفی حجم زیاد خوانش‌ها نیازمند روش‌های بیوانفورماتیک است.
Niche market	بازار هدف	بخش حاشیه‌ای کوچکی از بازار که روی یک نیاز ویژه یا یک کالا متمرکز شده‌است.
Nitrogen utilization (or use) efficiency (NUE)	کارایی مصرف نیتروژن (NUE)	حاصل کارایی جذب و مصرف که منعکس‌کننده ظرفیت تولید گیاهان در شرایط نیتروژن کم می‌باشد و از نسبت عملکرد دانه (به ویژه میزان نیتروژن برداشت شده از مزرعه) به نیتروژن معدنی فراهم شده از طریق خاک و کود محاسبه می‌شود.
Nodal farmers	کشاورزان پیشرو	کشاورزانی خاص در یک جامعه یا منطقه که منبع مهم بذر، اطلاعات و تخصص برای تولید محصولات سنتی و ارقام بومی بوده و از اینرو در یک شبکه هستند.
Non-market value	ارزش غیربازاری	ارزش یک کالا یا خدمت که دربازار قیمت آن مشخص نشده است.
Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)	شاخص نرمال‌شده تفاوت پوشش گیاهی (NDVI)	شاخص گرافیکی برای تجزیه و تحلیل اندازه‌گیری‌های سنجش از دور- معمولاً از طریق ماهواره‌ها- و ارزیابی اینکه آیا هدف مشاهده شده شامل پوشش گیاهی سبز زنده است یا خیر؛ که در این‌صورت، از NDVI برای ردیابی رشد، پوشش و تولید زیست توده گیاهی استفاده می‌شود.

Nucellar embryony	جنین‌زایی نابجا (نوسلار)	نوعی آپومیکسی که جنین به صورت رویشی و نه از طریق باروری سلول تخم از بافت‌های سوماتیکی اطراف کیسه جنین رشد و نمو می‌کند.
On-farm conservation	حفاظت در مزرعه	رویکردی برای حفاظت از منابع ژنتیکی در محل با تمرکز بر حفاظت گیاهان زراعی یا دام‌های اهلی در مزارع کشاورزان
Open-pollinated	آزاد گرده‌افشان/ دگرگرده‌افشان	گل‌هایی که به دلایل مختلف همچون وجود موانعی برای جابجایی دانه گرده، جلوگیری از خودباروری و یا سایر دستکاری‌های اصلاح گیاهان به وسیله باد، حشرات یا سایر مکانیسم‌های طبیعی بدون دخالت انسان گرده‌افشانی می‌کنند.
Option value	ارزش انتخاب	مزایایی که توسط مصرف‌کنندگان آینده از نگهداری کالا یا خدمت در زمان حال، حاصل می‌شود.
Ordination	دسته‌بندی	تجزیه و تحلیل داده‌های چندمتغیره به‌وسیله روش‌های آماری که موضوعات را بر اساس ارزش‌های متغیرهای مختلف دسته‌بندی می‌کند، به گونه‌ای که موارد مشابه در یک گروه و موارد متفاوت در گروه‌های جداگانه قرار داده می‌شوند.
Organic farming	کشاورزی ارگانیک	نوعی مدیریت نظام کشاورزی که بجای مصرف نهاده‌های دارای اثرات جانبی نامطلوب به فرآیندهای اکولوژیکی، تنوع زیستی و چرخه‌های متناسب با شرایط محلی تکیه دارد. بر اساس اعلام فدراسیون بین‌المللی جنبش‌های کشاورزی ارگانیک (IFOAM) این نظام چهار اصل سلامت، اکولوژی، عدالت و انصاف و مراقبت را ترویج می‌کند. کشاورزی ارگانیک از کودها و سموم آفت‌کش طبیعی استفاده می‌کند، اما استفاده از کودها و آفت‌کش‌های شیمیایی (شامل علف‌کش‌ها، حشره‌کش‌ها و قارچ‌کش‌ها)، تنظیم‌کننده‌های رشد، هورمون‌ها و آنتی بیوتیک‌ها مجاز نمی‌باشد.
Orthodox seeds	بذرهای ارتدکس	بذری که بتوان رطوبت آن را کاهش داد و در دمای زیر صفر نگهداری کرد.
Osmotic adjustment	تنظیم (فشار) اُسمُزی	تجمع خالص املاح در سلول در پاسخ به افت شدید پتانسیل آب محیط سلول
Outbreeder	برون‌زادآور/ دگرزادآور	گیاهی که برای تولید بذر عمدتا به دگرگرده‌افشانی با گیاهی دیگر با فاصله دور در نتیجه خودناسازگاری ژنتیکی کنترل‌شده وابسته است؛ که می‌تواند تک پایه یا دوپایه، دارای گل‌های با ناسازگاری از نظر زمان رسیدگی همچون هرکوگامی و دیکوگامی باشد (برعکس واژه درون‌زادآور).

Herkogamy	هرکوگامی	نوعی ناسازگاری زایشی فیزیکی در نهاندانگان هرمافرودیت است. وجود برخی موانع فیزیکی مثل وجود غشا در اطراف بساک مانع از پاره شدن بساک و آزاد شدن دانه گرده می‌شود. یک رهیافت عمومی است که در نهاندانگان هرمافرودیت شانس آمیزش بین اندام نر و ماده یک گل را کاهش می‌دهد.
Dichogamy	دیکوگامی	عدم همزمانی بلوغ اندام جنسی نر و ماده در گل‌های هرمافرودیت که شانس دگرگشنی گل را افزایش می‌دهد.
Panmixis	پانمیکسی/ آمیزش تصادفی	جفت‌گیری تصادفی گونه‌ها در یک جمعیت
Parthenocarpy	پارتنوکارپی	فرآیند نمو و تشکیل میوه بدون لقاح
Parthenogenesis	بکرزایی	نوعی تولید مثل تک‌جنسی، تولید نتایج از سلول تخم بدون باروری
Participant observation	مشاهدهی مشارکتی	نوعی روش تحقیق کیفی در زمینه علوم اجتماعی که در آن محقق در امور و فعالیت‌های روزانه با افراد محلی همراه می‌شود و یافته‌ها را در تلاش برای انجام وظایف و کار مورد نظر، براساس گفتگوهای غیررسمی با افراد مطلع و با تجربه ثبت می‌کند.
Participatory diagnosis	تشخیص مشارکتی	روش تحقیقی که برای استخراج نظرات و درگیر نمودن گروه‌های کاربری، خانواده‌ها و سایر افراد محلی در جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل اطلاعاتی در خصوص نوآوری‌های فن‌آوری، اختلالات توسعه، منابع پیشنهادی یا سیاست‌های کاربری اراضی که جامعه یا منطقه را تحت تاثیر قرار می‌دهد، طراحی شده است.
Participatory plant breeding (PPB)	به‌نژادی مشارکتی گیاهان	برنامه اصلاح گیاهان که در آن به‌نژادگرها و کشاورزان در کلیه مراحل (انتخاب والدین، هیبریداسیون، ارزیابی در مزرعه، انتخاب) به‌صورت کاملا نزدیک با یکدیگر همکاری می‌کنند تا کشاورز ارقام جدید با عملکرد و صفات مطلوب را تولید نماید.
Participatory varietal selection	انتخاب ارقام به روش مشارکتی	گزینش لاین‌های ثابت (ارقام آزادسازی‌شده باثبات، لاین‌های پیشرفته یا ارقام بومی) توسط کشاورزان در محیط‌های هدف با استفاده از معیارهای انتخابی خود
Pathogenicity	بیماری‌زایی	ظرفیت عامل بیماری‌زا برای ایجاد بیماری و آسیب در میزبان
Pathotypes	پاتوتیپ	اشکال مختلف بیماری‌زاییِ یک پاتوژن را پاتوتیپ می‌گویند.

Payment for ecosystem services	پرداخت برای خدمات بوم‌نظام	مشوق‌هایی بر اساس بازار، با هدف ایجاد انگیزه در حفاظت از خدمات بوم‌نظام از طریق هزینه‌ها، مجوزهای تجارت و ورود به بازار، یارانه‌ها و کاهش اصطکاک و حساسیت بازار
Phenotype	فنوتیپ	مجموع صفات فیزیکی یک گیاه؛ فنوتیپ گیاهی حاصل از اثرات متقابل بین صفات ژنوتیپی و محیط
Phenotypic plasticity	انعطاف‌پذیری فنوتیپی/شکل‌پذیری فنوتیپی	توانایی گیاه برای تغییر فنوتیپ و در نتیجه بقا و تولید مثل، با وجود تجربه تغییرات محیطی
Photoperiod	دوره نوری	طول روز یا دوره روشنایی که برای رشد و درک مراحل نموی نظیر آغازش گلدهی مورد نیاز است.
Phylogeny	تبارزایی/ فیلوژنتیکی	فرآیند تاریخی عامل توزیع جغرافیاییِ هم‌زمان موجودات زنده و گونه‌های مختلف که بر اساس ارتباط بین تبارشناسی ژنِ گونه‌های زنده و موقعیت جغرافیایی آن‌ها انجام می‌شود.
Phytoliths	فیتولیت	ذرات ریز آهکی معدنی شـــده که در بافت گیاهان زنده تشکیل می‌شوند.
Plant Breeder Rights (PBR)	حقوق به‌نژادگران گیاهی	به عنوان حقوق ارقام گیاهی (PVR) نیز شناخته می‌شود، حقوقی که بر اساس آن رقم گیاه جدید به به‌نژادگرها واگذار می‌شود و آن‌ها بهره‌برداری از این مواد تکثیری جدید را طی سال‌های مشخصی کنترل می‌کنند.
Ploidy	پلوئیدی	مجموعه‌های کامل کروموزوم در سلـــول (به عنوان مثال، یک مجموعه = هاپلوئید، دو مجموعه = دیپلوئید، ســـه مجمـــوعه = تریپلوئید)
Polymerase Chain Reaction (PCR)	واکنش زنجیره‌ایِ پُلیمِراز	فرآیند بیولوژیکی مولکولی که با تکثیر مکرر در توالی DNA با چرخه خاص همانندسازی می‌شود، همان‌گونه که توسط توالی DNAیا توالی آغازگر در هر انتهای هدف تعیین می‌شود.
Polymorphism	چندشکلی	وقوع تکرار قابل توجه در جمعیت مشابه از دو یا چند کلاس ژنتیکی متـــفاوت، معمولا دو یـــا چنـــد آلل در یک جایگاه کروموزومی
Population	جمعیت	گروهی از موجودات مشابه از یک گـــونه که در یک محدوده یا محل خاص هستند.
Population divergence	واگرایی جمعیت	فرآیندی که در آن دو یا چند جمعیت در تکرار آلل متفاوت بوده و جهش‌های ژنتیکی مستقـــلی را در طـــول زمان دریافت می‌کنند.

Power-spectral analysis	تحلیل توان طیفی توانی	روش آماری برای تجزیه و تحلیل سری زمانی به منظور تشخیص تناوب داده‌ها از طریق تعیین تکرارهای مختلف در طول زمان تغییر، که بیشترین تنوع را در داده‌ها به خود اختصاص می‌دهد.
Predation	شکارگری	وقتی موجود زنده از طریق مصرف بافت‌های موجود دیگر بویژه از گیاه‌خواری برگ‌ها یا بذرهای گیاه سود می‌برد.
Primary Centers of Diversity	مراکز اولیه تنوع	مناطقی با تنوع بالا از نظر تعداد گونه‌های گیاه زراعی، که بنظر می‌رسد گیاهان زراعی در آنجا اهلی شده‌اند.
Primer	پرایمر/آغازگر	رشته کوتاهی از RNA یا DNA که معمولا از ۱۸ تا ۲۲ باز تشکیل شده و به عنوان نقطه‌ای برای آغاز سنتز DNA عمل می‌کند. پرایمر، جزیی ضروری در فرایند همانندسازی DNA محسوب می‌شود زیرا آنزیم‌های کاتالیز کننده این فرایند (DNA پلیمرازها) تنها قادر هستند نوکلئوتیدها را به یک رشته موجود از جنس DNA اضافه کنند.
Principal Component Analysis (PCA)	تحلیل مولفه‌های اصلی (PCA)	روش آماری برای دسته‌بندی داده‌ها با استفاده از تبدیل هذلولی که در آن، مجموعه‌ای از مشاهدات متغیرهای همبسته را به مجموعه‌ای از مقادیر متغیرهای غیرهمبسته خطی یا اجزای اصلی تبدیل می‌کند. اولین مولفه اصلی بیشترین واریانس ممکن را در داده‌ها محاسبه می‌نماید. چند مولفه اول مختصات را برای نقشه‌برداری از موارد اندازه‌گیری شده تعیین می‌کند.
Production function	تابع تولید	مدل ریاضی که روابط احتمالی حداکثر نمودن تولید به ازای ورودی‌های مختلف را برای یک هدف خاص توصیف می‌کند (به عنوان مثال، عملکرد، درآمد خانوار، حفظ تنوع گیاه زراعی)
Quantitative Trait Loci (QTL)	جایگاه صفت کمّی (QTL)	ژن‌های چندگانه که بر بیان فنوتیپی یک صفت پیوسته معمولا قابل اندازه‌گیری تاثیر می‌گذارند.
Quiescent	خفتگی/ رکود	توقف موقت یا کاهش سرعت فعالیت یا رشد، ضمن امکان و ادامه انجام مجدد فعالیت‌های قبلی
Race-nonspecific resistance	مقاومت غیراختصاص-نژادی	مقاومت افقی، مقاومت ژن - فرعی، مقاومت کمّی و مقاومت مزرعه‌ای نیز نامیده می‌شود که معمولا نسبی بوده و توسط جایگاه صفت کمّی (QTL) چندگانه کنترل می‌شود و مشارکت آن را در ارقام جدید دشوارتر می‌کند.
Race-specific resistance	مقاومت اختصاص-نژادی	مقاومت عمودی، مقاومت ژن اصلی و مقاومت کیفی، که مقاومت پاتوتایپ‌ها در برابر عوامل بیماری‌زا و حساسیت به سایر عوامل

		است که اغلب تـــوسط یـــک یا تعداد بسیار محدودی جایگاه کروموزومی کنترل می‌شود که در آن آللِ مقاوم غالب است.
RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA)	چندشکلی تصادفی قطعات DNA تکثیر شده (RAPD)	تکنیک تعیین ژنوتیپ مبتنی برPCR (واکنش زنجیره‌ای پلیمراز) که در آن الگوهای ژنومی با آغازگرهای تصادفی تکی و کوتاه (معمولا ۱۰ مر (نوکلئوتیدی)) به صورت تصادفی انتخاب و همانندسازی می‌شوند.
Recalcitrant seeds	بذر غیرارتدوکس/ بذر ریکالسیترانت	بذرهایی که طی فرآیند خشک شدن قوه نامیه خود را از دست می‌دهند و بنابراین طی مدت زمان طولانی ذخیره نمی‌شوند، مانند بذر بسیاری از گیاهان زراعی مناطق گرمسیری
Reciprocal averaging	میانگین‌گیری متقابل	یا تحلیل تناظـــر کـــه روش دســـته‌بندی داده‌های چندمتغیره مرتبط با میانگین‌های وزن‌دهی شده بوده و مشابه با PCA است.
Reciprocal transplant experiment	آزمایش پیوند متقابل	آزمایشی که در آن موجودات زنده از دو یا چند محیط معرفی و در هر محیط بررسی می‌شوند. در مقابل، در آزمایش باغ مشترک، مقایسه موجودات زنده در یک محیط یک‌نواخت انجام می‌گردد.
Recombination	نوترکیبی	فرآیندی که لزوما تنها با میوز همراه نیست؛ به طوریکه مولکول DNAنوترکیب را با بخش‌هایی حاصل از بیش از یک مولکول والدDNA تولید می‌کند.
Regression analysis	تحلیل رگرسیون	روشی برای تجزیه و تحلیل آماری به منظور تعیین ارتباط خطی بین متغیرهای وابسته و مستقل
Regulating services	خدمات تنظیمی	خدمات حاصل از تنظیم فرآیندهای بوم‌نظام‌ها مانند ترسیب کربن، تخفیف و تعدیل اقلیم، کنترل آفات و بیماری‌ها، فراهمی آب و گرده‌افشانی
Remote sensing	سنجش از دور/دورسنجی	علم دستیابی بـــه اطلاعاتی در مورد یـــک هـــدف، از طریق جمع‌آوری داده‌ها با دستگاهی معمولا با فاصله دور (هواپیما یا ماهواره) از هدف مورد نظر
Resilience	تاب‌آوری	ظرفیت یک بوم‌نظام یا گونه برای جذب یا احیا پس از تخریب
Restriction endonucleases	اندونوکلئازهای برشی	آنزیم‌های برش‌دهنـــده DNA دو رشـــته‌ای یا تک‌رشته‌ای که ترادف خاصی در درون مولکول را شناسایی و نقطه معینی را برش می‌دهد.
Restriction Fragment Length Polymorphism (RFLP)	چندریختی طولیِ قطعات محدود (RFLP)	تنوع در قطعات DNA با طول مختلف که توسط هضم نمونه DNA با آنزیم محدودکننده ویـــژه ایجاد می‌شود. چندشکلی

		زمانی اتفـــاق می‌افـــتد که قطـــعات همسان در اندازه آلل در جایگاه‌های ژنتیکی متفاوت باشند.
Revealed preference techniques	روش‌های ترجیحات آشکار شده	رویکردهایی برای جمع‌آوری داده‌های اقتصادی که رفتار مشاهده شده توسط افراد مطلع را شامل می‌شود.
Richness	غنا	تعداد کل انواع متمایز (آلل‌ها، ژنوتیپ‌ها، ارقام یا گونه‌ها) موجود در یک نمونه یا منطقه مشخص
SCAR	ناحیه تکثیر شونده با توالی مشخص (SCAR)	ناحیه تکثیر شـــونده با تـــوالی مشخص (SCAR): یک نشانگر مولکولی که از تبـــدیل یک توالی معینِ نشاندار از یک محصول (قطعه از) پلی مورفیسم (چندشکلی) DNA به‌دست می آید (از یک قطعه از محصول پلی مورفیسم (چندشکلی) DNA به‌دست می آید).
Sequence-tagged site (STS)	توالی نشانمند	توالی کوتاه (بین ۵۰۰-۲۰۰ جفت باز) که روی یک ژنوم با جایگاه و توالی کاملا مشخص قرار گرفته و برای تهیه نقشه‌های زنتیکی از آن استفاده می‌شود.
Scion	پیوند	بخش زنده جدا شده از یک گیاه (جوانه یا اندام هوایی) که به ژنوتیپ دیگر پیوند زده می‌شود که این پایه سیستم ریشه‌ای و تنه اصلی گیـــاهان بالغ و قلمـــه، و نـــیز ساقه هوایی، برگ، تاج‌پوشش گیاهی و میوه را ایجاد می‌کند.
Secondary centers of diversity	مراکز ثانویه تنوع	مناطق دارای تنوع بالای گونه‌های زراعی خارج از مکان‌هایی که آن گونه‌ها در ابتدا در آن جا اهلی شده‌اند.
Seed fair	نمایشگاه بذر	نمایشگاه تخصـــصی بذر کـــه به‌طور معمول در سطح محلی یا روســـتا بـــرگـــزار می‌شـــود و بازاری را ایـــجاد می‌کـــند که معامله‌کنندگان در آن محصولات خود را به نمایش گذاشته و خریداران برای خرید مراجعه می‌کنند.
Seed law	قانون بذر	مجموعه‌ای از قوانین و مقررات صـــادر شده توسط دولت برای تنظیم کیفیت ارقام گیاهی و بذرهای قابل دسترس در بازار
Seed lot	توده بذر	یک واحد فیزیکی بذر از یک واریته مشخص که توسط کشاورز انتخاب شده و در طی فصل رشد به منظور تکثیر کاشته می‌شود.
Selection	انتخاب	هر فرآیند طبیعی یا مصنوعی که امکان افزایش در نسبت یک ژنوتیپ یا گروهـــی از ژنوتیپ‌ها در تولیـــد نسل موفق در فشار (رقابت با) سایر ژنوتیپ‌ها را فراهم سازد؛ تمایز در بقا و تولیدمثل ژنوتیپ‌ها

Self-fertile	خودبارور	یک واریته یا گونه گیاهی که می‌تواند نتایج دارای قابلیت حیات را از باروری تخم به وسیله دانه گرده همان گونه ایجاد کند.
Semi-structured interviews	مصاحبه‌های نیمه ساختاریافته	ابزار جمع‌آوری داده‌های تکراری برای پژوهش‌های اجتماعی که توسط آن محقق پرسش‌های کلیدی و طرح کلیِ از قبل تعیین شده را ارائه می‌نماید که در مصاحبه با یک مخاطب پرسیده می‌شود. همچنین این امکان را می‌دهد تا برای دریافت اطلاعات تازه و رسیدن به درک جدید، مصاحبه در جهت‌های غیرقابل پیش‌بینی انجام شود.
Sequence	توالی	ترتیب خطی نوکلئوتیدها در امتداد یک مولکول DNA یاRNA و فرآیند انجام آن
Shadow price	قیمت سایه	ارزش غیرقابل مشـــاهده یک کالا یا خدمـــت که از قیمت بازار متمایز باشد.
Shannon diversity index	شاخص تنوع‌زیستی شانون	کمّی‌سازی تنوع به عنوان آنتروپی یا درجه عدم قطعیت در پیش‌بینی نوع مورد بعدی که باید براساس اطلاعات موجود در نمونه برآورد شود؛ با این ایده که هرچه تعداد آلل زیادتر باشد، پیش‌بینی صحیحی از نـــوع نمونه‌برداری بعـــدی برای تعداد آلل‌های بیش‌تر و با غنای بالاتر یا انواع نمونه‌برداری با یکنواختی بیشتر در تکرار، دشوارتر خواهد بود.
Shattering	ریزش	توانایی طبیعی بذرها برای جدا شدن آسان از بلال، سنبله، نیام و یا ساختارهای دیگری که درمرحله رسیدگی روی‌گیاه قرار می‌گیرد.
Shifting cultivation	کشت نوبتی	نظام کشاورزی که در آن قطعه‌های زمین به طور موقت کشت می‌شـود، سپـس این قطعه رهـا شـده، کشاورز به قطعه‌ای دیگر می‌رود و اجازه می‌دهد تا پوشش گیاهی به‌طور طبیعی رشد کند.
Simpson index of dominance	شاخص غالبیت سیمپسون	اندازه‌گیری تراکم، هنگامیکه گونه‌ها در یک نمونه بر اساس نوع گونه طبقه‌بندی می‌شوند؛ درجه احتمال این‌که دو گونه موجودِ نمونه‌برداری شده به‌یک‌گونه مشابه تعلق داشته یا یکسان باشند.
Single Nucleotide Polymorphism (SNP)	چندشکلی تک-نوکلئوتید (SNP)	نشانگر ژنتیکی حاصل از تغییر توالی در یک موقعیت خاص در توالی DNA، هنگامیکه تک نوکلئوتید (A، T، G یا C) در ژنوم افراد یک گونه یا کروموزوم‌های جفت شده متفاوت باشد.
Snowball sampling	نمونه‌برداری گلوله برفی	نوعی روش تحقیق اجتماعی برای نمونه‌گیری است که به موجب آن از افراد مطلعِ اولیه خواسته می‌شود که افراد یا خانواده‌های دیگری را برای تحقیق پیشنهاد کنند و این افراد به نوبه خود افراد مطلع بیشتری را پیشنهاد می‌کنند تا اندازه نمونه مورد نظر از پاسخ‌دهندگان حاصل شود.

Social capital	سرمایه اجتماعی	توانایی افراد در توسعه، دسترسی و استفاده از شبکه‌های اجتماعی در جامعه
Social institution	نهاد اجتماعی	مجموعه‌ای از موقعیت‌ها، نقش‌ها، هنجارها و ارزش‌هایی که در انواع خاصی از ساختارهای اجتماعی جای گرفته است و در یک محیط مشخص، الگوهای نسبتا پایداری از فعالیت‌های انسانی را با توجه به مشکلات اساسی در تولیدِ منابع پایدار برای زندگی، در تولیدمثل گونه‌ها و حفظ ساختارهای پایدارِ اجتماعی سامان‌دهی می‌کند.
Social network analysis	تحلیل شبکه اجتماعی	تجزیه و تحلیل روش‌شناختی روابط اجتماعی بر اساس نظریه شبکه
Soil horizon	افق خاک	لایه‌هایی به موازات سطح خاک که پروفیل خاک را تشکیل داده و از نظر رنگ، بافت و سایر خصوصیات خاک متفاوت هستند.
Somaclonal variation	تغییرات سوماکلونال/ تغییرات همسانه بدنی	تغییرات اپی‌ژنتیکی یا ژنتیکی القا شده در طی فاز کالوس سلول‌های گیاهی کشت شده در شرایط *in vitro*؛ گاهی به عنوان فنوتیپ تغییر یافته در گیاهان باززایی شده از محیط کشت قابل مشاهده هستند.
Species	گونه‌ها	گروهی از گونه‌های اصلاح‌نژاد شده واقعی یا بالقوه که از نظر تولیدمثلی از سایر گروه‌ها جدا می‌شوند، و اخیرا اجداد مشترکی نسبت به افراد گونه‌های مرتبط داشته و دارای اکولوژی و مورفولوژی مشابه هستند. معیارهای تعیین گونه‌ها همیشه واضح و روشن نیست، زیرا گونه‌زایی فرآیند تکاملیِ در حال انجام است.
Speciation	گونه‌زایی	فرآیندی تکاملی برای ایجاد گونه‌های زیست‌شناختی جدید
Species diversity	تنوع گونه‌ای	تعداد و فراوانی گونه‌ها که معمولا در سطح جامعه بوم‌شناختی اندازه‌گیری می‌شود.
SSCP (Single Strand Conformational Polymorphism)	چندشکلی فضایی تک-رشته‌ای (SSCP)	تفاوت در توالی نوکلئوتیدی قطعات تک‌رشته‌ای همسان DNA که با الکتروفورز ژل شناسایی می‌شود.
SSR (Simple Sequence Repeats)	تکرارهای توالی ساده (SSR)	به ریزماهواره‌ها مراجعه کنید؛ توالی‌های تکرارشونده کوتاه شامل ۲-۶ جفت باز DNA. چنین توالی‌هایی در جمعیت‌ها چندشکلی بوده و معمولا به‌دلیل هم‌غالبیت نشانگرهای مفیدی هستند.
Co-dominant	هم‌غالبیت	در این نحوه توارث، فرد هتروزیگوس فنوتیپ حاصل از هر دو آلل را به طور همزمان بروز می‌دهد.
Stated-preference techniques	روش‌های ترجیحات بیان‌شده	رویکردهایی برای جمع‌آوری داده‌های اقتصادی که به توضیحات رفتار فرضی پاسخ‌دهندگان متکی است.

Stochastic events	رویدادهای تصادفی	اتفـاقات تصـادفی و غیـرقابل پیش‌بینی مانند بخش‌هایی از تغییرات زیستی یا غیرزیستی که دارای انحراف معنی‌داری از شرایط عادی محیطی می‌باشد.
Stratification	لایه‌بندی	نوعی روش طراحی تحقیق که به موجب آن داده‌ها در گروه‌ها و طبقات مختلف پاسخ‌دهندگان توسط متغیرهای اجتماعی، فرهنگی و محیطی مشخص جمع‌آوری می‌شوند.
Sui generis system	نظام حمایتی سویی جنریس	اعمـال نوعی حـمایت از ارقام گیاهی که با ارجاع به مجموعه قوانین و مقررات حفاظت از ارقام گیاهی به عنوان یک موضوع خاص از مالکیت معنوی
Supporting services	خدمات تامین‌کننده	به خدمات بوم‌نظام مراجعه کنید. شامل چرخه هیدرولوژیکی، چرخه عناصر غذایی خاک و تشکیل خاک
Survey instrument	ابزار پیمایشی	نوعی پرسشنامه نسبتا ساختار یافته شامل پرسش‌های استاندارد که در مصاحبه‌های شخصی با نمونه‌ای از پاسخ‌دهندگان تکمیل می‌شود.
Sustainability, *sensus* sustainable yield, (Gliessman 2007)	پایداری، عملکرد پایدار	شرایطی که طی آن، پس از برداشت مداوم زیست‌توده، تجدید نظام به‌دلیل توانایی در احیا و بازیابی به خطر نمی‌افتد.
Swidden cultivation	کشاورزی دوره‌ای	نظام کشاورزی که در آن قطعات کاشته شده در تناوب و آیش طولانی با زراعت ۳-۱ ساله هستند که به دنبال آن دوره آیش تا رشد مجدد جنگل‌های ثانویه ادامه می‌یابد.
Tillering	پنجه‌زنی	تشکیل چندین پنجه از طوقه گیاهان چمنی
Time series analysis	تحلیل دوره‌های زمانی	تجزیه و تحلیل مقادیر داده‌هـای متـوالی در فواصل زمانی مشخص و با فاصله زمانی معین. تجزیه و تحلیل، داده‌های معنی‌دار را مشخص و همبستگی بین آن‌ها را تخمین می‌زند و روندی را مشـخص می‌کنـد تا امکـان پیش‌بینی الگوهای (تغییرات) آینده را بر اساس مدل به‌وجود آمده بر پایه مقادیر مشاهده شده در گذشته، فراهم کند.
Total economic value	ارزش اقتصادی کل	مجموع ارزش‌های کارآمدی و غیرکارآمدیِ یک کالا یا خدمت که شامل مزایای مستقیم و غیرمستقیم است.
Traditional Ecological Knowledge (TEK)	دانش بوم‌شناختی سنتی (TEK)	حافظه پویای محیط زیست-انسان در نظام‌های بوم‌شناختی-اجتماعی است که هرچه این حافظه طولانی‌تر باشد، می‌توان انتظار داشـت دانـش بوم‌شناختیِ سـنتی با دقت بیش‌تری پیچیدگی‌های اثرات متقابل بوم‌شناختی- اجتماعی را منعکس کرده و سازگاری جوامع به تغییرات محیطی را تسهیل نماید.

Traditional variety (synonym for landrace)	رقم بومی	رقم گیاه زراعی، غالبا دارای اختلافات ژنتیکی و در عین حال یکپارچگی ژنتیکی مشخصی است که در زراعت، معمولا در نظام کشاورزی سنتی طی دوره‌های طولانی تکامل یافته و به محیط محلی مشخص یا برای اهداف ویژه سازگار می‌باشد. کشاورزان ویژگی‌های آن‌ها را تشخیص داده، صفات مورد نظر خود را انتخاب می‌کنند و معمولا نام معنی‌داری برای واریته انتخاب می‌کنند.
Transaction costs	هزینه مبادله	هزینه‌های تحمیل شده بر خرید و فروش یک کالا یا خدمت، جدای از قیمت بازار
TRIPS	موافقت‌نامه سازمان تجارت جهانی در مورد جنبه‌های تجاری حقوق مالکیت معنوی (TRIPS)	موافقت‌نامه سازمان تجارت جهانی در مورد جنبه‌های تجاری حقوق مالکیت معنوی
Underutilized crops	گیاهان کم‌بهره‌برداری شده	گیاهان که دارای پتانسیل گسترش کشت‌وکار هستند، اما به دلایلی با کشاورزی جدید، شیوه‌های فعلی تولید و یا بازاریابی سازگار نیستند.
UPOV	اتحادیه بین‌المللی حفاظت از ارقام جدید گیاهی (UPOV)	اتحادیه بین‌المللی حمایت از ارقام جدید گیاهی
USPTO	اداره ثبت اختراعات و علایم تجاری ایالات متحد آمریکا (USPTO)	اداره ثبت اختراعات و علایم تجاری ایالات متحده آمریکا
Utility function	تابع مطلوبیت	مدلی ریاضی که مزایا یا مطلوبیت یک کالا یا خدمت را اندازه‌گیری و چگونگی به‌حداکثر رساندن ارزش تولیدی آن را تعیین می‌کند.
Value chain analysis	تحلیل زنجیره ارزش	رویکردی تحلیلی که چگونگی تعیین ارزش افزوده یک کالا را در حرکت از تولیدکننده به یک یا چند واسطه تا مصرف‌کننده را نشان می‌دهد؛ که در نهایت، پس از استفاده از کالا، این زنجیره به پایان می‌رسد.
Variety	واریته/رقم	یک گیاه یا گروهی از گیاهان که به‌دلیل ویژگی‌های مطلوب انتخاب و کشت می‌شوند. این گیاهان ممکن است به صورت سنتی توسط کشاورزان نگهداری شوند و یا به شیوه جدید، در نتیجه برنامه‌های اصلاح آگاهانه توسعه یابند.

Variety purity	خلوص واریته	یکی از خصوصیات رقم گیاه زراعی که در بخش بازاریابی بسیار ضروری است؛ به موجب آن، واریته باید فاقد هرگونه آلودگی، عامل بیماری‌زا و عدم یکنواختی باشد و بذر آن خصوصیات واریته و نژاد حقیقی مورد هدف به‌نژادگر را حفظ کند.
VCU	ارزش زراعی و مصرف (VCU)	ارزش زراعی و مصرف
Vector	ناقل بیماری	موجود زنده‌ای که عامل بیماری‌زا را از میزبان به گونه دیگر جابجا نموده و انتقال می‌دهد.
Vegetative propagation	تکثیر رویشی	تولید مثل یک گیاه از طریق اندام‌های رویشی یکسان از نظر ژنتیکی، مانند غده، پیاز، جوانه، ساقه رونده یا قلمه ساقه، به جای آن‌که تولید مثل از طریق بذر صورت گیرد (تکثیر غیرجنسی)
Vernalization	بهاره‌سازی	سرمادهی بذرِ در حال جوانه‌زنی یا گیاهچه طی حداقل یک دوره مشخص به منظور القاء گلدهی
Vertical breeding	اصلاح عمودی	اصلاح گیاهان به‌منظور مقاومت در برابر بیماری، به نحوی که با انتخاب ژن‌های عمده‌ای که در برابر پاتوتیپ‌های ویژه (به‌عنوان مثال، ژنهای مقاومت موجود در گونه‌های وحشی خویشاوند) مقاومت ایجاد می‌کنند، توجه اندکی به مقاومت از ژن‌های فرعی می‌شود.
Pathotype	پاتوتیپ	زیر گونه‌ای از عامل بیماری‌زا که از لحاظ بیماری‌زایی، به‌ویژه در دامنه میزبانی خاص متمایز باشد.
Virulence	شدت بیماری‌زایی	میانگین توانایی جمعیتِ یک عامل بیماری‌زا برای غلبه بر تنوع ژن‌های مقاومت در جمعیت میزبان، و ایجاد بیماری
Vulnerability	آسیب‌پذیری	میزان حساسیت یک نظام که نشان‌دهنده عدم توانایی برای مواجهه با تنش می‌باشد، به‌طوریکه اثرات نامطلوب تغییر در محیط زنده یا غیرزنده را نشان دهد.
Weed	علف هرز	گیاه مهاجمی که به صورت هم‌زمان با گیاه زراعی رشد می‌کند، گیاهی ناخواسته و رقیب گیاه زراعی که برای تنوع زیستیِ بومیِ طبیعی خسارت به بار می‌آورد.
Wild relative	خویشاوند وحشی	یک گونه گیاه غیرزراعی که کم و بیش با گونه زراعی (اهلی شده) ارتباط دارد. معمولا به‌طور مستقیم برای کشاورزی استفاده نمی‌شود، اما می‌تواند در بوم‌نظام‌های زراعی ظاهر شود و به عنوان منبعی برای ژن‌های مفید محسوب شود. این گروه شامل اجداد تکاملی مستقیم گیاه زراعی و یا گونه‌های کمتر مرتبط بوده که معمولا در جنس‌های مشابه هستند.

“Copyright © 2016Bioversity International”
“CROP GENETIC DIVERSITY IN THE FIELD AND ON THE FARM: PRINCIPLES AND APPLICATIONS IN THE RESEARCH PRACTICES was originally published in English by Yale University Press in 2016 (ISBN 978-0-300-16112- 0). This translation is published by arrangement with Bioversity International.”

منابع

Agarwal, M., N. Shrivastava, and H. Padh. 2008. Advances in molecular marker techniques and their applications in plant sciences. Plant Cell Reporter 27:617--631.

Agrawal, A. 2010. Current trends in the evolutionary ecology of plant defence. Functional Ecology 25(2):420-432. doi:10.1111/j.1365-2435.2010.01796.x.

Ahrens, C.D. 2012. Meteorology Today: An Introduction to Weather, Climate, and the Environment, 10th Edn. Brooks/Cole, Belmont, CA.

Albu, M. and A. Griffith. 2005. Mapping the Market: A Framework for Rural Enterprise Development Policy and Practice. Practical Action (Formerly ITDG), Rugby, UK.

Allard, R.W. 1999. Principles of Plant Breeding, 2nd Edn. John Wiley.

Allard, R.W. and J. Adams. 1969. Population studies in predominately self-pollinating species. XIII. Intergenotypic competition and population structure in barley and wheat. American Naturalist 103:621--45.

Allen, D.J., J.M. Lenne, and J.M. Walker. 1999. Pathogen biodiversity: its nature, characterization and consequences. Pp. 123--153 in Agrobiodiversity: Characterization, Utilization and Management (D. Wood and J. Lenne, Eds.). CAB International, Wallingford.

Almekinders, C.J.M. and N.P. Louwaars. 1999. Farmers' seed production: new approaches and practices. Intermediate Technology, London, UK.

Almekinders, C.J.M., J. Hardon with A. Christink, S. Humphries, D. Pelegrina, B. Sthapit, R. Vernooy, B. Visser, and E. Weltzien. 2006. Bringing farmers back into breeding. Experiences with PPB and challenges for institutionalisation. AgroSpecial 5:85--200, Agromisa, Wageningen.

Almekinders, C.J.M., R. Cavatassi, F. Terceros, R.P. Romero, and L. Salazar. 2010. Potato Seed Supply and Diversity: Dynamics of Local Markets of Cochabamba Province, Bolivia--A Case Study. Pp. 75--94 in Seed Trade in Rural Markets: Implications for Crop Diversity and Agricultural Development (L. Lipper, C.L. Anderson, and T.J. Dalton, Eds.). FAO, Rome/Earthscan, London.

Altieri, M.A. and L.C. Merrick. 1987. *In situ* conservation of crop genetic resources through maintenance of traditional farming systems. Economic Botany 41(1):86--96.

Anderson, C.L., L. Lipper, T.J. Dalton, M. Smale, J. Hellin, T. Hodgkin, C. Almekinders, P. Audi, M.R. Bellon, R. Cavatassi, L. Diakite, R. Jones, E.D.I. Oliver King, A. Keleman, M. Meijer, T. Osborn, L. Nagarajan, A. Paz, M. Rodriguez, A. Sibide, L. Salazar, J. van Heerwaarden, and P. Winters. 2010. Project Methodology: Using Markets to Promote the Sustainable Utilization of Crop Genetic Resources. Pp. 31--48 in Seed Trade in Rural Markets: Implications for Crop Diversity and Agricultural Development (L. Lipper, C.L. Anderson, and T.J. Dalton, Eds.). FAO, Rome/ Earthscan, London.

Arias, L., J. Chavez, V. Cob, L. Burgos, and J. Canul. 2000. Agromorphological characters and farmer perceptions: data collection and analysis. Mexico. Pp. 95--100 in Conserving Agricultural Biodiversity In situ: A Scientific Basis for Sustainable Agriculture (D. Jarvis, B. Sthapit, and L. Sears, Eds.). International Plant Genetic Resources Institute, Rome.

Arnason, J.T., B. Baum, J. Gale, et al. 1994. Variation in resistance of Mexican landraces of maize to maize weevil, Sitophilus zeamais, to taxonomic and biochemical parameters. Euphytica 74:227--236.

Arslan, A. and J.E. Taylor. 2009. Farmers' subjective valuation of subsistence crops: the case of traditional maize in Mexico. American Journal of Agricultural Economics 91(4):956--972.

Atkinson, N.J. and P.E. Unwin. 2012. The interaction of plant biotic and abiotic stresses: from genes to the field. Journal of Experimental Botany 63:3523--3543.

Aubertin, C., F. Pinton, and V. Boisvert, Eds.. 2007. Les marchés de la biodiversité. IRD, Orstom, 269p.

Ayadi, S., C. Karmous, Z. Hammami, N. Tamani, Y. Trifa, S. Esposito, and S. Rezgui. 2012. Genetic variability of Nitrogen Use Efficiency components in Tunisian improved genotypes and landraces of durum wheat. Agricultural Science Research Journal 2(11):591--601.

Babcock, B.A., E. Lichtenberg, and D. Zilberman. 1992. Impact of damage control and quality of output: Estimating pest control effectiveness. American Journal of Agricultural Economics 74:163--172.

Badstue, L.B., M. Bellon, J. Berthaud, A. Ramirez, D. Flores, and X. Juarez. 2007. The dynamics of seed flow among maize growing small-scale farmers in the Central Valleys of Oaxaca, Mexico. World Development 35(9):1579--1593.

Bai, Y. and P. Lindhout. 2007. Domestication and breeding of tomatoes: What have we gained and what can we gain in the future? Annals of Botany 100:1085--1094.

Bailey-Serres, J. and L.A.C.J. Voesenek. 2008. Flooding stress: Acclimations and genetic diversity. Annual Revue of Plant Biology 59:313--339.

Baldwin, J.F. 1981. Fuzzy logic and fuzzy reasoning. In Fuzzy Reasoning and Its Applications (E.H. Mamdani and B.R. Gaines, Eds.). Academic Press, London.

Balick, M.J. 1997. Plants, People and Culture: The Science of Ethnobotany. W.H. Freeman and Co., 228p.

Balma, D., T.J. Ouedraogo, and M. Sawadogo. 2003. On-farm seed systems and crop genetic diversity. Pp. 51--55 in Seed Systems and Crop Genetic Diversity On-Farm. Proceedings of a Workshop, 16--20 September 2003, Pucallpa, Peru (D.I. Jarvis, R. Sevilla-Panizo, J.-L. Chavez-Servia, and T. Hodgkin, Eds.). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.

Baniya, B.K., A. Subdi, R.B. Rana, R.K. Tiwari, P. Chaudhary. 2003. Finger millet seed supply system. I. Kaski district of Nepal. Pp. 171--175 in On-farm Management of Agricultural Biodiversity in Nepal, Proceedings of a national workshop. NARC/LIBIRD/IPGRI.

Barker, G. 2009. The Agricultural Revolution in Prehistory. Oxford University Press.

Barnaud, Adeline, Monique Deu, Eric Garine, Doyle McKey, and Hélène I. Joly. 2007. Local genetic diversity of sorghum in a village in northern Cameroon: structure and dynamics of landraces. Theoretical and Applied Genetics 114:237--248.

Barnaud, A., M. Deu, E. Garine, J. Chantereau, J. Bolteu, E.O. Koïda, D. McKey, and H. Joly. 2009. A weed-crop complex in sorghum: the dynamics of genetic diversity in a traditional farming system. American Journal of Botany 96:1869--1879.

Barry, M.B., J.L. Pham, S. Béavogui, A. Ghesquière, and N. Ahmadi. 2008. Diachronic (1979--2003) analysis of rice genetic diversity in Guinea did not reveal genetic erosion. Genetic Resources and Crop Evolution 55(5):723--733.

Bela, G., B. Balazs, and G. Pataki. 2006. Institutions, stakeholders and the management of crop biodiversity on Hungarian family farms. Pp. 251--269 in Valuing Crop Biodiversity, on Farm Genetic Resources and Economic Change (M. Smale, Ed.). CABI Publishing, Wallingford, UK.

Bellon, M.R. and J. Hellin. 2010. Planting hybrids, keeping landraces: Agricultural modernization and tradition among small-scale maize farmers in Chiapas, Mexico. World Development 39(8):1434--1443.

Bellon, M.R. and J. Risopoulos. 2001. Small-scale farmers expand the benefits of improved maize germplasm: A case study from Chiapas, Mexico. World Development 29:799--811.

Bellon, M.R. and J.E. Taylor. 1993. 'Folk' Soil Taxonomy and the Partial Adoption of New Seed Varieties. Economic Development and Cultural Change 41(4):763--786.

Benin, S., M. Smale, J. Pender, B. Gebremehdin, and S. Ehui. 2004. The economic determinants of cereal crop diversity on farms in the Ethiopian Highlands. Agricultural Economics 31:197--208.

Benin, S., M. Smale, and J. Pender. 2006. Explaining the Diversity of Cereal Crops and Varieties Grown on Household Farms in the Highlands of Northern Ethiopia. Pp. 78-96 in Valuing Crop Biodiversity: On-Farm Genetic Diversity and Economic Change (M. Smale, Ed.). CABI, Wallingford, UK.

Bennett, J.W. and E. Birol, Eds. 2010. Choice Experiments in Developing Countries: Implementation, Challenges and Policy Implications. Edward-Elgar Publishing, Cheltenham, UK.

Bennett, E. 1970. "Adaptation in wild and cultivated plant populations" Pp. 115-129 in *Genetic Resources in Plants: Their Exploration and Conservation* (O.H. Frankel and E. Bennett, Eds.). IBP Handbook No. 11. Blackwell Scientific publishers, Oxford

Berkes, F. 2008. Sacred Ecology. Routledge, New York.

Berkes, F., J. Colding, and C. Folke. 2000. Rediscovery of traditional ecological knowledge as adaptive management. Ecological Applications 10(5):1251--1262.

Bezançon, G., J.L. Pham, M. Deu, Y. Vigouroux, F. Sagnard, C. Mariac, I. Kapran, A. Mamadou, B. Gerard, J. Ndjeunga, and J. Chantereau. 2009. Changes in the diversity and geographic distribution of cultivated millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) and sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) varieties in Niger between 1976 and 2003. Genet Resources Crop Evolution 56:223--236.

Biggs, S. 1990. A multiple source of innovation model of agricultural research and technology promotion. World Development 18(11):1481--1499. doi:10.1016/0305-750X(90)90038-Y.

Bioversity International. 2008. Manuel de formation des formateurs sur les champs de diversité. Bioversity International, Rome Italy, 244p.

Birol, E. 2004. Valuing Agricultural Biodiversity on Home Gardens in Hungary: an Application of Stated and Revealed Preference Methods. PhD dissertation, University of London.

Birol, E., A. Kontoleon, and M. Smale. 2006. Farmer demand for agricultural biodiversity in Hungary's Transition Economy: a choice experiment approach. Pp. 32--47 in Valuing Crop Biodiversity: On-Farm Genetic Diversity and Economic Change (M. Smale, Ed.). CABI, Wallingford, UK.

Birol, E., E.R. Villaba, and M. Smale. 2009. Farmer preferences for milpa diversity and genetically modified maize in Mexico: A latent class approach. Environment and Development Economics 14(4):521--540.

Bishaw, Z. and A.J.G. Van Gastel. 2009. Variety release and policy options. Pp. 565--587 in Plant Breeding and Farmer Participation (S. Ceccarelli, E.P. Guimareaes, and E. Welzien, Eds.). FAO, Rome.

Blum, A. 2004. The physiological foundation of crop breeding for stress environments. Pp. 456--458 in Proc.World Rice Research Conf., Tsukuba, Japan, November 2004. International Rice Research Institute, Manila, The Philippines.

Blum, A. 2011a. Plant breeding for water limited environments. Springer-Verlag, New York.

Blum, A. 2011b. Drought resistance--is it really a complex trait? Functional Plant Biology 38(10):753--757.

Bocci, R. and V. Chablé. 2009. Peasant seeds in Europe: stakes and prospects 1. J. of Agriculture and Environment for International Development 17(2):81--93.

Bohn, L., A.S. Meyer, and S.K. Rasmussen. 2008. Phytate: impact on environment and human nutrition. A challenge for molecular breeding. J. Zhejiang Univ. Sci. B 9:165--191.

Bonan, G.B. 2008. Ecological Climatology, 2nd Edn. Cambridge University Press, Cambridge.

Bonifacio, A. 2006. Frost and hail tolerance in quinoa crop and traditional knowledge to handle these adverse factors. Pp. 68--71 in Enhancing the use of crop genetic diversity to manage abiotic stress in agricultural production systems (D.I. Jarvis, I. Mar, and L. Sears, Eds.). Proceedings of an IPGRI Workshop, Budapest, Hungary. IPGRI, Rome.

Bonneuil, C. and M. Fenzi. 2011/12. Des ressources génétiques à la biodiversité cultivée. Revue d'anthropologie des connaissances 5:206--233.

Bousset, L. and A.M. Chèvre. 2013. Stable epidemic control in crops based on evolutionary principles: Adjusting the metapopulation concept to agro-ecosystems. Agriculture, Ecosystems & Environment 165:118--129.

Brady, N.C. and R.R. Wiel. 2007. The Nature and Properties of Soils, 14th Edn. Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ.

Bromley, D.J. 1991. Environment and Economy: Property Rights and Public Policy. Basil Blackwell, New York.

Brown, A.H.D. 1999. The genetic structure of crop landraces and the challenge to conserve them *in situ* on farms. Pp. 29--48 in Genes in the Field: On-Farm Conservation of Crop Diversity (S.B. Brush, Ed.). Lewis Publishers, Boca Raton.

Brown, A.H.D. 2008. Indicators of genetic diversity, genetic erosion and genetic vulnerability for plant genetic resources for food and agriculture. Thematic Background Study, State of Worlds Plant Genetic Resources, Food & Agriculture Organization, Rome, 25p. http://www.fao.org/docrep/013/i1500e/i1500e20.pdf.

Brown, A.H.D. 2012. The disease damage, genetic diversity, genetic vulnerability diagram--some reflections. Pp. 318--329 in Damage, diversity and genetic vulnerability: The role of crop genetic diversity in the agricultural production system to reduce pest and disease damage, Proceedings of an International Symposium, 15-17 February, 2011, Rabat, Morocco (D.I. Jarvis, C. Fadda, P. De Santis, and J. Thompson, Eds.). Bioversity International, Rome Italy.

Brown, A. and L. Rieseberg. 2006. Genetic features of populations from stress-prone environments. Pp. 2--10 in Enhancing the use of crop genetic diversity to manage abiotic stress in agricultural production systems (D.I. Jarvis, I. Mar, and L. Sears, Eds.). Proceedings of an IPGRI Workshop, Budapest, Hungary. IPGRI, Rome.

Browning, J.A. 1997. A unifying theory of the genetic protection of crop plant populations from diseases. In Disease Resistance from Crop Progenitors and Other Wild Relatives (I. Wahl, G. Fischbeck, and J.A. Browning, Eds.). Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo.

Brush, S. 1995. *In situ* conservation of landraces in centres of crop diversity. Crop Science 35:346--354.

Brush, S.B. 1999. Genes in the Field: On-Farm Conservation of Crop Diversity. IPGRI/IDRC/Lewis, 288p.

Brush, S. 2000. Ethnoecology, biodiversity and modernization in Andean potato agriculture. Pp. 283--306 in Ethnobotany a reader (P. Minnis, Ed.). University of Oklahoma Press, Oklahoma.

Brush, S.B. and H.R. Perales. 2007. A maize landscape: Ethnicity and agro-biodiversity in Chiapas Mexico. Agriculture, Ecosystems & Environment 121:211--221.

Brush, S.B., J.E. Taylor, and M.R. Bellon. 1992. Technology adoption and biological diversity in Andean potato agriculture. Journal of Development Economics 39:365--387.

Buddenhagen, I.W. 1983. Breeding strategies for stress and disease resistance in developing countries. Annual Review of Phytopathology 21(1):385--410.

Bunce, J.A. 2008. Contrasting responses to elevated carbon dioxide under field conditions within *Phaseolus vulgaris*. Agriculture, Ecosystems & Environment 128(4):219--224.

Burger, J.C., M.A. Chapman, and J.M. Burke. 2008. Molecular insights into the evolution of crop plants. American Journal of Botany 95:113-122.

Cabello, R., F. De Mendiburu, M. Bonierbale, P. Monneveux, W. Roca, and E. Chujoy. 2012 Large-scale evaluation of potato improved varieties, genetic stocks and landraces for drought tolerance. American Journal of Potato Research 89:400--410.

Calderone, N.W. 2012. Insect Pollinated Crops, Insect Pollinators and US Agriculture: Trend Analysis of Aggregate Data for the Period 1992--2009. PLoS ONE 7(5):e37235. doi:10.1371/journal.pone.0037235.

Caneva, G. 1992. il Mondo di Cerere nella Loggoia di Psiche. Fratelli Palombi Editori, Roma, Italy.

Carpenter, S.R. and W.A. Brock. 2008. Adaptive capacity and traps. Ecology and society 13(2):40.

Carrasco-Tauber, C. and L.J. Moffitt. 1992. Damage control econometrics: functional specification and pesticide productivity. American Journal of Agricultural Economics 74:158--162.

Causton, David R. 1988. An Introduction to Vegetation Analysis. Unwin Hyman, London.

Cavatassi, R., L. Lipper, and U. Narloch. 2011. Modern variety adoption and risk management in drought prone areas: insight from the sorghum farmers of Eastern Ethiopia. Agricultural Economics 42:279--292.

Caviglia, J.L. and J.R. Kahn. 2001. Diffusion of sustainable agriculture in the Brazilian tropical rain forest: a Discrete Choice Analysis. Economic Development and Cultural Change 49:311---333.

Ceccarelli, S. 1994. Specific adaptation and breeding for marginal conditions. Euphytica 77(3):205--219.

Ceccarelli, S. 2009. Evolution, plant breeding and biodiversity. Journal of Agriculture and Environment for International Development and Environment for International Development 103:131--145.

Ceccarelli, S. and S. Grando. 2005. Decentralized-Participatory Plant Breeding: A Case from Syria. Pp. 193--199 in Participatory Research and Development for Sustainable Agriculture and Natural Resource Management. Volume 1 (J. Gonsalves, T. Becker, A. Braun, D. Campilan, H. De Chavez, E. Fajber, M. Kapiriri, J. Rivaca-Caminade, and R. Vernooy, Eds.). IDRC, Ottawa.

Ceccarelli, S., S. Grando, E. Bailey, A. Amri, M. El-Felah, F. Nassif, S. Rezgui, and A. Yahyaoui. 2001. Farmer participation in barely breeding in Syria, Morocco and Tunisia. Euphytica 122:521--536.

Ceccarelli, S. et al. 2003. A methodological study on participatory barley breeding. II. Response to selection. Euphytica 133:185--200.

Chablé, V., M. Conseil, E. Serpolay, and F. Le Lagadec. 2008. Organic varieties for cauliflowers and cabbages in Brittany: from genetic resources to participatory plant breeding. Euphytica 164(2):521--529.

Chacón, S.M.I., B. Pickersgill, and D.G. Debouck. 2005. Domestication patterns in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and the origin of the Mesoamerican and Andean cultivated races. Theoretical and Applied Genetics 110:432--444.

Chambers, K.J. and S.B. Brush. 2010. Geographic influences on maize seed exchange in the Bajio, Mexico. Professional Geographer 62:305--322.

Chavez-Servia, J.L., L. Burgos-May, J. Canul-Ku, T.C. Camacho, J. Vidal-Cob, and L.M. Arias-Reyes. 2000. Analisis de la diversidad en un proyecto dr conservacion *in situ* en Mexico [Diversity analysis of an *in situ* conservation project in Mexico]. In Proceedings of the XII Scientific Seminar, November 14--17, 2000, Havana Cuba.

Chin, K.M. and M.S. Wolfe. 1984. The spread of *Erisyphe graminis* F-sp *hordei* in mixtures of barley varieties. Plant Pathology 33:89--100.

Cororaton, C. and E. Corong. 2000. Philippine agricultural and food policies: implications for poverty and income distribution. IFPRI Research Report 161, Washington, DC. Retrieved from http://www.ifpri.org/publication/philippine-agricultural-and-food-policies.

Dalton, T.J., C.L. Anderson, L. Lipper, and A. Keleman. 2010. Markets and access to crop genetic resources. Pp. 2--30 in Seed Trade in Rural Markets: Implications for Crop Diversity and Agricultural Development (L. Lipper, C.L. Anderson, and T.J. Dalton, Eds.). FAO, Rome/Earthscan, London.

Damania, A., B.L. Pecetti, C.O. Qualset, and B.O. Humeid. 1997. Diversity and geographic distribution of stem solidness and environmental stress tolerance in a collection of durum wheat landraces from Turkey. Genetic Resources and Crop Evolution44:101--108.

David, C.C. 2007. Philippine Hybrid Rice Program: a case for redesign and scaling down. Research Paper Series No. 2006-03. Philippine Institute of Development Studies. Philippines Development, Manila.

Davis-Case, D. 1990. The Community's Tool Box: The Idea, Methods, and Tools for Participatory Assessment, Monitoring, and Evaluation in Community Forestry. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, Italy.

Dawson, J.C. and I. Goldringer. 2012. Breeding for genetically diverse populations: variety mixtures and evolutionary populations. Pp. 77--98 in Organic Crop Breeding (E.T. Lammerts van Bueren and J.R. Myers, Eds.). Wiley-Blackwell, Oxford, UK. doi:10.1002/9781119945932.ch5.

de Boef, W.S., A. Subedi, M. Thijssen, and E. O'keeffe, Eds. 2013. Community Biodiversity Management: Promoting resilience and the conservation of plant genetic resources. Routledge, New York.

Deu, M., F. Sagnard, J. Chantereau, C. Calatayud, Y. Vigouroux, J-L. Pham, C. Mariac, I. Kapran, A. Mamadou, B. Gérard, J. Ndjeung, and G. Bezançon. 2010. Spatio-temporal dynamics of genetic diversity in Sorghum bicolor in Niger. Theoretical and Applied Genetics 120:1301--1313.

De Mita, S., A-C. Thuillet, L. Gay, N. Ahmadi, S. Manel, J. Ronfort, and Y. Vigouroux. 2013. Detecting selection along environmental gradients: analysis of eight methods and their effectiveness for outbreeding and selfing populations. Molecular Ecology Doi 10.1111/mec.12182.

De Vaus, D. 2013. Surveys in social research. Routledge, Milton Park, Abingdon, Oxon.

Development Fund. 2011. Banking for the future: savings, security and seeds. The Development Fund, Oslo.

Di Falco, S. and J.P. Chavas. 2006. Rainfall Shocks, Resilience and the Dynamic Effects of Crop Biodiversity on the Production of Agroecosystems. Paper presented at the 8th International BIOECON Conference, Economic Analysis of Ecology and Biodiversity, Kings College, Cambridge, U.K. August 29--30, 1999.

Di Falco, S. and C. Perrings. 2006. Cooperatives, wheat farming and crop productivity in Southern Italy. Pp. 270--279 in Valuing Crop Biodiversity: On-Farm Genetic Diversity and Economic Change (M. Smale, Ed.). CABI, Wallingford, UK.

Di Falco, S., J.P. Chavas, and M. Smale. 2006. Farmer Management of Production Risk on Degraded Lands: the Role of Wheat Genetic Diversity in Tigray Region, Ethiopia. IFPRI-EPT Discussion Paper 153. International Food Policy Research Institute, Washington, DC.

Di Falco, J., P. Chavas, and M. Smale. 2007. Farmer management of production risk on degraded lands: the role of wheat variety diversity in the Tigray Region, Ethiopia. Agricultural Economics 36(2):147--156.

Diaz, S. and S. Cabido. 2001. Vive la difference: plant functional diversity matters to ecosystem processes. Trends in Ecology & Evolution 16:646--655.

Dileone, J.A. and C.C. Mundt. 1994. Effect of wheat cultivar mixtures on populations of Puccinia striiformis races. Plant Pathology 43:917--930.

Dodig, D., M. Zorić, V. Kandic, D. Perovic, and G. Šurlan-Momirovic. 2012 Comparison of responses to drought stress of 100 wheat accessions and landraces to identify opportunities for improving wheat drought resistance. Plant Breeding 131:369--379.

Döring, T.F., S. Knapp, G. Kovacs, K. Murphy, and M.S. Wolfe. 2011. Evolutionary Plant Breeding in Cereals--Into a New Era. Sustainability 3(12):1944--1971. doi:10.3390/su3101944.

Döring, T.F., M. Pautasso, M.R. Finckh, and M.S. Wolfe. 2012. Concepts of plant health - reviewing and challenging the foundations of plant protection. Plant Pathology 61(1):1--15. doi:10.1111/j.1365-3059.2011.02501.x.

Dossou, B., D. Balma, and M. Sawadogo. 2004. Le Role et la Participation des Femmes dans le Processus de la Conservation *In situ* de la Biodiversité Biologique Agricole au Burkina Faso. Pp. 38--44 in: La Gestion de la Diversité des Plantes Agricoles dans les Agro-Ecosystemes, Compte-rendu des Travaux d'un Atelier Abrité par CNRST, Ouagadougou, Burkina Faso, 27--28 Décembre, 2002 (D. Balma, B. Dossou, M. Sawadogo, R.G. Zangre, J. T. Ouédraogo, and D.I. Jarvis, Eds.). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. (in French)

Dove, M.R. 1999. The agronomy of memory and the memory of agronomy: Ritual conservation of archaic cultigens in contemporary farming systems. Pp. 45--70 in Ethnoecology: Situated Knowledge/Located Lives (V.D. Nazarea, Ed.). University of Arizona Press, Tucson.

Du Bois, M. et al. 2008. The World of Soy. U of Ill Press, Urbana, 350p.

Dubcovsky, J. and J. Dvorak. 2007. Genome plasticity a key factor in the success of polyploid wheat under domestication. Science 316:1862. doi:10.1126/science.1143986.

Duc, G., S. Bao, M. Baum, et al. 2010. Diversity maintenance and use of *Vicia faba* L. genetic resources. Field Crops Research 115:270--278.

Dunn, G. and B. Everitt. 2004 (1982). An Introduction to Mathematical Taxonomy. Cambridge University Press, Cambridge.
Edmeades, S., M. Smale, and D. Karamura. 2006. Demand for cultivar attributes and the biodiversity of bananas on farms in Uganda. Pp. 97--118 in Valuing Crop Biodiversity: On-Farm Genetic Diversity and Economic Change (M. Smale, Ed.). CABI, Wallingford, UK.
Egan, A.N., J. Schleuter, and D.M. Spooner. 2012. Applications of next-generation sequencing in plant biology. American Journal of Botany 99:175--185.
Engelmann, F. 1997. *In vitro* germplasm conservation. Pp. 41--48 in International Symposium on Biotechnology of Tropical and Subtropical Species, Brisbane, Queensland, Australia, 29 September--3 October, 1997 (R.A. Drew, Compiler/Editor). ISHS Acta Horticulturae 461.
Erickson, D.L., B.D. Smith, A.C. Clarke, D.H. Sandweiss, and N. Tuross. 2006. An Asian origin for a 10,000-year-old domesticated plant in the Americas. Proceedings of the National Academy of Sciences USA 102:18315--18320.
Esquinas-Alcázar, José et al. 2012. A brief history of the negotiations on The International Treaty On Plant Genetic Resources For Food And Agriculture. Pp. 135-149 in Crop Genetic Resources as a Global Commons: Challenges in International Law and Governance (M. Halewood, I. López Noriega, and S. Louafi, Eds.). Routledge, New York.
Excoffier, L. and G. Heckel. 2006. Computer programs for population genetics data analysis: a survival guide. Nature Reviews/Genetics 7:745--758.
Eyzaguirre, P. and E.M. Dennis. 2007. The impact of collective action and property rights on plant genetic resources. World Development 35(9):1489--1498.
Eyzaguirre, P. and O. Linares, Eds. 2004. Home Gardens and Agrobiodiversity. Smithsonian Books, Washington.
FAO. 1990. Guidelines for soil profile description, 3rd Edn., Revised. FAO, Rome.
FAO. 1993. Quality declared seed system. FAO Plant Production and Production Paper No. 117. FAO, Rome.
FAO. 2006. Quality declared seed System. FAO Plant Production and Protection Paper No. 185. FAO, Rome.
FAO. 2010. Quality declared planting material. FAO Plant Production and Protection Paper 195. Protocols and standards for vegetatively propagated crops. FAO, Rome.
FAO. 2011. Payments for ecosystem services and food security. United Nations Food and Agricultural Organization (FAO), Rome Italy, 282p.
FAO. 2012. Save and grow. FAO, Rome.
Finckh, M.R. 2008. Integration of breeding and technology into diversification strategies for disease control in modern agriculture. European Journal of Plant Pathology 121:399--409.
Finckh, M.R. and M.S. Wolfe. 2006. Diversification strategies. Pp. 269--308 in The Epidemiology of Plant Disease (B.M. Cooke et al., Eds.). Springer, NY, USA.
Flitner, M. 2003. Genetic Geographies: A Historical Comparison of Agrarian Modernization and Eugenic Thought in Germany, the Soviet Union and the United States. Geoforum 34:175--186.
Frankel, O.H. 1970. Genetic conservation in perspective. In Genetic Resources in Plants: Their Exploration and Conservation (O.H. Frankel and E. Bennett, Eds.). IBP Handbook 11. Blackwell Scientific Publications, Oxford, UK.
Frankel, O.H. and M.E. Soulé. 1981. Conservation and Evolution. Cambridge University Press, Cambridge.
Frankel, O.H., A.H.D. Brown, and J.J. Burdon. 1995. The Conservation of Plant Biodiversity. Cambridge University Press, Cambridge, England.
Frankfort-Nachmias, C. and D. Nachmias. 1996. Research Methods in the Social Sciences. St. Martin's Press, New York.
Frankham, R., J.D. Ballou, and D.A. Briscoe. 2010. Introduction to Conservation Genetics. Cambridge University Press.
Free, J. 1993. Crop Pollination by Insects. Academic Press, London.

Freudenberger, K.S. and B. Gueye. 1990. RRA Notes to Accompany Introductory Training Manual. International Institute for Environment and Development, London.

Frison, E.A., I.F. Smith, T. Johns, J. Cherfas, and P.B. Eyzaguirre. 2006. Agricultural biodiversity, nutrition, and health: Making a difference to hunger and nutrition in the developing world. Food and Nutrition Bulletin 27:167--179.

Fuller, D.Q. 2007. Contrasting patterns of crop domestication and domestication rates: Recent archaeobotanical insights from the old world. Annals of Botany 100:903--924.

Galuzzi, G., P. Eyzaguirre, and V. Negri. 2010. Home gardens: neglected hotspots of agrobiodiversity and cultural diversity. Biodiversity and Conservation 19:3635--3654.

Garnett, T., V. Conn, and B.N. Kaiser. 2009. Root based approaches to improving nitrogen use efficiency in plants. Plant, cell & environment 32(9):1272-1283. doi:10.1111/j.1365-3040.2009.02011.x.

Garrett, K.A. et al. 2006. Ecological genomics and epidemiology. European Journal of Plant Pathology 115:35--51.

Garrett, K., G. Forbes, S. Savary, P. Skelsey, H. Sparks, C. Valdivia, H.C. van Bruggen, et al. 2011. Complexity in climate-change impacts: an analytical framework for effects mediated by plant disease. Plant Pathology 60(1):15-30. doi:10.1111/j.1365-3059.2010.02409.x.

Gauch, Hugh G. Jr. 1982. Multivariate Analysis in Community Ecology. Cambridge University Press, Cambridge.

Gauchan, D., M. Smale, N. Maxted, and M. Cole. 2008. Managing rice biodiversity on farms: the choices of farmers and breeders in Nepal. Pp. 162--176 in Valuing Crop Biodiversity: On-Farm Genetic Diversity and Economic Change (M. Smale, Ed.). CABI, Wallingford, UK.

Gautam, R., B. Sthapit, A. Subedi, D. Poudel, P. Shrestha, and P. Eyzaguirre. 2009. Home gardens management of key species in Nepal: a way to maximize the use of useful diversity for the well-being of poor farmers. Plant Genetic Resources: Characterization and Utilization 7(2):142.

Gbetibouo, G.A. 2009. Understanding Farmers' Perceptions and Adaptations to Climate Change and Variability. IFPRI Discussion Paper 00849. International Food Policy Research Institute, Washington, DC.

Gepts, P. 1998. Origin and evolution of common bean: past events and recent trends. HortScience 33(7):1124--1130.

Gillespie, J.H. 2004. Population genetics: a concise guide. Johns Hopkins University Press.

Giuliani, A. 2007. Developing Markets for Agrobiodiversity. Securing Livelihoods in Dryland Areas. Earthscan Research Editions, London.

Gleissman, S. 2007. Agroecology: The Ecology of Sustainable Food Systems, 2nd Edn. CRC Press, Taylor and Francis Group, Boca Raton, FL.

Goldringer, I., J. Dawson, A. Vettoretti, and F. Rey. 2010. Breeding for resilience: a strategy for organic and low-input farming systems? Eucarpia 2nd conference of the Organic and Low-Input Section, 1--3 Dec. 2010, Paris, France http://orgprints.org/18171/1/Breeding_for_resilience%2DBook_of_abstracts.pdf, (accessed 2011-06-01).

Go-Science/Foresight. 2011. The Future of Food and Farming. UK Government.

Grain. 2005. Africa's seed laws: red carpet for the corporations. Seedling, July 2005.

Gregory, P.J., S.N. Johnson, A.C. Newton, and J.S.I. Ingram. 2009. Integrating Pests and Pathogens into the Climate Change/Food Security Debate. Journal of Experimental Botany 60(10):2827--2838.

Gunderson, L. and C.S. Holling, Eds. 2002. Panarchy: understanding transformations in human and natural systems. Island Press, Washington, DC, USA.

Gusta, L.V. and M. Wisniewski. 2013. Understanding plant cold hardiness: an opinion. Physiologia plantarum 147(1):4--14. doi:10.1111/j.1399-3054.2012.01611.x.

Gutiérrez, M. and J. Penna. 2004. Derechos de obtentor y estrategias de marketing en la generación de variedades públicas y privadas. Documento de trabajo no. 31. INTA, Buenos Aires, Argentina.

Gyawali, S., B.R. Sthapit, B. Bhandari, J. Bajracharya, P.K. Shrestha, M.P. Upadhyay, and D.I. Jarvis. 2010. Participatory crop improvement and formal release of Jethobudho rice landrace in Nepal. Euphytica 176(1):59--78. doi:10.1007/s10681-010-0213-0.

Hadado, T.T., D. Rau, E. Bitocchi, and R. Papa. 2009. Genetic diversity of barley (Hordeum vulgare L.) landraces from the central highlands of Ethiopia: comparison between the Belg and Meher growing seasons using morphological traits. Genetic Resources and Crop Evolution 56:1131--1148.

Hajjar, R., D.I. Jarvis, and B. Gemmill. 2008. The utility of crop genetic diversity in maintaining ecosystem services. Agriculture, Ecosystems, & Environment 123:261--270.

Halewood, M. and K. Nnadozie. 2008. Giving priority to the commons: The International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. Pp. 115-140 in The Future Control of Food: a Guide to International Negotiations and Rules on Intellectual Property, Biodiversity and Food Security (G. Tansey and T. Rajotte, Eds.). Earthscan, London.

Hamilton, M.B. 2009. Population Genetics. Wiley Blackwell, 407p.

Hammer, K. 1984. Das domestikationssyndrom. Die Kulturpflanze 32:11--34.

Hamrick, J.L. and M.J.W. Godt. 1997. Allozyme diversity in cultivated crops. Crop Science 37:26--30.

Hancock, J.F. 2004. Plant Evolution and the Origin of crop Species. 2nd Edn. CABI, Wallingford.

Hanneman, W.M. 1994. Valuing the environment through contingent valuation. The Journal of Economic Perspectives 8(4):19--43.

Harlan, H.V. and M.L. Martini. 1936. Problems and Results in Barley Breeding. Pp. 303--346 in Yearbook of Agriculture. US Department of Agriculture, Government Printing Office, Washington, DC.

Harlan, J.R. 1961. Geographic origin of plants useful in agriculture. Pp. 3--19 in Germ Plasm Resources (R.E. Hodgson, Ed.). A symposium presented at the Chicago meeting of the American Association of the Advancement of Science, 28-31 December, 1959. AAAS, Washington.

Harlan, J.R. 1971. Agricultural origins: centers and noncenters. Science 174:468--74.

Harlan, J.R. 1972. Genetics of disaster. Journal of Environmental Quality 1(3):212--215.

Harlan, J.R. 1975. Crops and Man. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin.

Harlan, J.R. and J.M.J. deWet. 1971. Toward a rational classification of cultivated plants. Taxon 20:509--517.

Harris, D.R. and G.C. Hillman, Eds. 1989. Foraging and Farming: the Exploitation of Plant Resources. Unwin and Hyman, London.

Hartl, D.L. and A.G. Clark. 2007. Principles of Population Genetics, 4th Edn. Sinauer Associates.

Hatfield, Jerry L. and John H. Prueger. 2010. Value of using different vegetative indices to quantify agricultural crop characteristics at different growth stages under varying management practices. Remote Sensing 2:562--578.

He, X.H., Y. Sun, D. Gao, F. Wei, L. Pan, C.W. Guo, R.Z. Mao, Y. Xie, C.Y. Li, and Y.Y. Zhu. 2011. Comparison of agronomic traits between rice landraces and modern varieties at different altitudes in the paddy fields of Yuanyang Terrace, Yunnan Province. Journal of Resources and Ecology 2(1):46--50.

Headley, J.C. 1968. Estimating productivity of agricultural pesticides. Agricultural Economics 50:13--23.

Hedrick, P.W. 2004. Genetics of Populations, 3rd Edn. Jones and Bartlett, 737p.

Hein, L. 2009. The economic value of the pollination service, a review across scales. The Open Ecology Journal 2:74--82.

Hermida, C. 2011. Sumak Kawsay: Ecuador builds a new health paradigm. MEDICC Review, 13(3):60.

Hijmans, R.J., L. Guarino, M. Cruz, and E. Rojas. 2001. Computer tools for spatial analysis of plant genetic resources data : 1. DIVA-GIS. Plant Genetic Resources Newsletter 127:15--19.

Hodgkin, T. and P. Bordoni. 2012. Climate change and the conservation of plant genetic resources. Journal of Crop Improvement 26(3):329--345.

Hodgkin, T., R. Rana, J. Tuxill, D. Balma, A. Subedi, I. Mar, D. Karamura, R. Valdivia, L. Collado, L. Latournerie, M. Sadiki, M. Sawadogo, A.H.D. Brown, and D.I. Jarvis. 2007. Seed systems and crop genetic diversity in agroecosystems. Pp. 77--116 in Managing Biodiversity in Agricultural

Ecosystems (D.I. Jarvis, C. Padoch, and H.D. Cooper, Eds.). Bioversity International / Columbia University Press, NY.

Hodgkin, T., N. Demers, and E. Frison. 2012. The evolving global system of conservation and use of plant genetic resources for food and agriculture. Crop Genetic Resources as a Global Commons: Challenges in International Law and Governance, 344p.

Howard, P.L., Ed. 2003. Women and Plants: Gender Relations in Biodiversity Management and Conservation. Zed Books, London.

Hue, N.T.N. and In situ Project staff. 2006. Enhancing the use of crop genetic diversity to manage abiotic stress in agricultural production systems. Pp. 49--54 in Enhancing the use of crop genetic diversity to manage abiotic stress in agricultural production systems (D.I. Jarvis, I. Mar, and L. Sears, Eds.). Proceedings of an IPGRI Workshop, Budapest, Hungary. IPGRI, Rome.

Humphries, S., O. Gallardo, J. Jimenez, F. Sierra with members of the Association of CIALs of Yorito, Sulaco and Victoria. 2005. Linking Small Farmers to the Formal Research Sector: Lessons from a Participatory Bean Breeding Programme in Honduras. AgREN Network Paper No. 142, ODI, UK.

Hunn, E.H. 1993. The Ethnobiological Foundation for TEK. Pp 16--20 in Traditional Ecological Knowledge: Wisdom for Sustainable Development (N.W. Williams and G. Baines, eds). Center for Resource and Environmental Studies, Australian National University, Canberra.

IBPGR. 1991. Elsevier's Dictionary of Plant Genetic Resources. Elsevier, Amsterdam, New York, Tokyo, Oxford.

IPGRI. 2001. Design and analysis of evaluation trials of genetic resources collections. A guide for genebank managers. Technical Bulletin No. 4. IPGRI, Rome, 53p.

Jackson, J. and G. Clarke. 1991. Gene flow in an almond orchard. Theoretical and Applied Genetics 82:1432--2242.

Jackson, L.E., M. Burger, T.R. Cavagnaro. 2008. Roots, nitrogen transformations, and ecosystem services. Annual Review of Plant Biology 59:341--63. doi:10.1146/annurev.arplant.59.032607. 092932

Jaffé, W. and J. Van Wijk. 1995. The impact of plant breeders rights in developing countries: Debate and experience in Argentina, Chile, Colombia, Mexico and Uruguay. The Hague.

Jarvis, D.I. and D.M. Campilan. 2006. Crop genetic diversity to reduce pests and diseases on farm: Participatory diagnosis guidelines, Version 1. Bioversity Technical Bulletin No. 12. Bioversity International, Rome, Italy, 101p.

Jarvis, D.I. and T. Hodgkin. 1999. Wild relatives and crop cultivars: detecting natural introgression and farmer selection of new genetic combinations in agroecosystems. Molecular Ecology 8:S159--S173. doi:10.1046/j.1365-294X.1999.00799.x.

Jarvis, D.I., A.H.D. Brown, V. Imbruce, et al. 2007a. Managing crop disease in traditional ecosystems: the benefits and hazards of genetic diversity. Pp. 292--319 in Managing Biodiversity in Agricultural Ecosystems (D.I. Jarvis, C. Padoch, and H.D. Cooper, Eds.). Bioversity International / Columbia University Press, NY.

Jarvis, D.I., C. Padoch, and H.D. Cooper, Eds. 2007b. Managing Biodiversity in Agricultural Ecosystems. Bioversity International / Columbia University Press, NY.

Jarvis, D.I., A.H.D. Brown, P.H. Cuong, et al. 2008. A global perspective on the richness and evenness of traditional crop-variety diversity maintained by farming communities. Proceedings of National Academy of Sciences USA 105(14):5326--5331.

Jarvis, D.I., T. Hodgkin, B.R. Sthapit, C. Fadda, and I. Lopez-Noriega. 2011. An heuristic framework for identifying multiple ways of supporting the conservation and use of traditional crop varieties within the agricultural production system. Critical Reviews in Plant Science 30(1--2):125--176.

Jarvis, D.I., P. De Santis, P. Colangelo, and T. Murray. 2012. Introduction: Linking Diversity and Field Resistance. Pp. 32--37 in Damage, diversity and genetic vulnerability: The role of crop genetic diversity in the agricultural production system to reduce pest and disease damage, Proceedings of an International Symposium, 15--17 February, 2011, Rabat, Morocco (D.I. Jarvis, C. Fadda, P. De Santis, and J. Thompson, Eds.). Bioversity International, Rome Italy.

Johnson, Aaron C., Marvin B. Johnson, and Rueben C. Buse. 1987. Econometrics: Basic and Applied. MacMillan.

Joshi, A. and J.R. Witcombe. 1996. Farmer participatory crop improvement. II. Participatory varietal selection, a case study in India. Experimental Agriculture 32(04):461--477.

Kaplan, L. and T.F. Lynch. 1999. *Phaseolus* (Fabaceae) in archaeology: AMS radiocarbon dates and their significance for Pre-Columbian agriculture. Economic Botany 53(3):261--272.

Kaplinsky, R. and M. Morris. 2001. A Handbook for Value Chain Research. (IDS) Institute of Development Studies, University of Sussex, UK.

Kassam, K.A. 2009. Viewing change through the prism of indigenous human ecology: findings from the Afghan and Tajik Pamirs. Human Ecology 37(6):677--690.

Kendall, M. and J.K. Ord. 1990. Time Series, 3rd Edn. Griffin, London.

Kennedy, G. and B. Burlingame. 2003. Analytical, nutritional and clinical methods analysis of food composition data on rice from a plant genetic resources perspective. Food Chemistry 80:589--596.

Kesavan, P.C. and M.S. Swaminathan. 2008. Strategies and models for agricultural sustainability in developing Asian countries. Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences 363:877--891.

Klein, A.M., B.C. Vaissière, J.H. Cane, I. Stefan-Dewenter, S.A. Cunningham, C. Kremen, and T. Tscharntke. 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences 274:303--313.

Koinage, E.M.K., S.P. Singh, and P. Gepts. 1996. Genetic control of the domestication syndrome of common bean. Crop Science 36:1037--1045.

Kolmer, J.A., P.L. Dyck, and A.P. Roelfs. 1991. An appraisal of stem rust resistance in North American hard red spring wheats and the probability of multiple mutations to virulence in populations of cereal rust fungi. Phytopathology 81:237--239.

Koo, B., C. Nottenburg and P.G. Pardey. 2004. Plants and Intellectual Property: An international appraisal. Science 306(5700):1295--1297.

Kruijssen, F., M. Keizer, and A. Giuliani. 2009. Collective Action for Small-Scale Producers of Agricultural Biodiversity Products. Food Policy 34:46--52.

Krutilla, J. 1967. Conservation reconsidered. American Economic Review 57(4):777--786.

Labeyrie, Vanessa, Bernard Rono and Christian Leclerc. 2014. How social organization shapes crop diversity: an ecological anthropology approach among Tharaka farmers of Mount Kenya. Agriculture and Human Values, 31:97-107.

Lammerts van Bueren, E.T. and J.R. Myers. 2011. Organic crop breeding. Wiley-Blackwell, Wageningen. http://documents.plant.wur.nl/cgn/literature/reports/Fieldguide.pdf.

Lammerts van Bueren, E.T., H. Østergård, I. Goldringer, and O. Scholten. 2008. Plant breeding for organic and sustainable, low-input agriculture: dealing with genotype--environment interactions. Euphytica 163(3):321--322.

Landis, D.A., S.D. Wratten, and G.M. Gurr. 2000 Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. Annual Review of Entomology 45:175--201. (doi:10.1146/annurev.ento.45.1.175)

Lang, N., B. Tu, N.C. Thanh, B.C. Buu, and A. Ismail. 2009. Genetic diversity of salt tolerance rice landraces in Vietnam. Journal of Plant Breeding and Crop Science 1(5):230--243.

Lapeña, I., I. López, and M. Turdieva. 2012. Guidelines: Access and benefit sharing in research projects. Bioversity International, Rome, Italy, 31p.

Lapeña, I., M. Turdieva, and I. López Noriega. 2013. Conservation of fruit diversity in Central Asia: An analysis of policy options and challenges. In Conservation of fruit diversity in Central Asia: Policy options and challenges (I. Lapeña, M. Turdieva, I. López Noriega, R. Azimov, and W.G. Ayad, Eds.). Bioversity International, Rome, Italy.

Larson Guerra, J. 2010. Geographical indications, *in situ* conservation and traditional knowledge. ICTSD Policy Brief No. 3. ICTSD, Geneva, Switzerland.

Latournerie Moreno, L., J. Tuxill, E.Y. Moo, L.A. Reyes, J.E. Alejo, and D.I. Jarvis. 2006. Traditional maize storage methods of Mayan Farmers in Yucatan, Mexico: Implications for seed selection and crop diversity. Biodiversity and Conservation 15(5):1771--1795. doi:10.1007/s10531-004-6679-0.

Le Boulc'h, V., J.L. David, P. Brabant, and C. de Vallavieille-Pope. 1994. Dynamic conservation of variability: responses of wheat populations to different selective forces including powdery mildew. Genetics Selection Evolution 26:221--240.

Leakey, A.D.B., K.A. Bishop, and E.A. Ainsworth. 2012. A multi-biome gap in understanding of crop and ecosystem responses to elevated CO_2. Current Opinion in Plant Biology 15(3):228--236.

Leclerc, C. and G. Coppens d'Eeckenbrugge. 2012. Social Organization of Crop Genetic Diversity. The G x E x S Interaction Model. Diversity 4:1--32.

Legendre, Pierre and Louis Legendre. 2012. Numerical Ecology. Elsevier.

Leskien, D. and M. Flitner. 1997. Intellectual property rights and plant genetic resources: options for a sui generis system. Issues in Genetic Resources 6. IPGRI, Rome.

Levins, R.A. 1968. Evolution in Changing Environments. Princeton University Press, Princeton, NJ.

Lewis, V. and P.M. Mulvany. 1997. A typology of community seed banks. Natural Resource Institute, Chatham, UK, Project A, 595:47.

Li, S., Y. Zeng, and S. Shen. 2004. Cold tolerance of core collection at booting stage associated with eco-geographic distribution in Yunnan rice landrace (*Oryza sativa*). Rice Science 11(5--6):261--268.

Lichtenberg, E. and D. Zilberman. 1986. The econometrics of damage control: why specification matters. American Journal of Agricultural Economics 68:261--273.

Liebman, Matt and Eric R. Gallandt. 1997. Many little hammers: Ecological management of crop-weed interactions. Pp. 291--343 in Ecology in Agriculture (Louise E. Jackson, Ed.). Academic Press, London.

Lipper, L., R. Cavatassi, and J. Hopkins. 2009. The role of crop genetic diversity in coping with drought: insights from eastern Ethiopia. Pp. 183--203 in Agrobiodiversity, Conservation and Economic Development (A. Kontoleon, W. Pascual, and M. Smale, Eds.). Routledge, New York.

Lipper, L., C.L. Anderson, T.J. Dalton and A. Keleman. 2010. Conclusions and policy implications. Pp. 209-222 in Seed trade in rural markets: implications for crop diversity and agricultural development (L. Lipper, C.L. Anderson and T.J. Dalton, Eds.). FAO, Rome.

Lipper, L., R. Catavassi, and P. Winters. 2012. Seed supply in local markets: supporting sustainable use of crop genetic resources. Environment and Development Economics 17:507--521.

Lipton, M. 2006. Can small farmers survive, prosper, or be the key channel to cut mass poverty? electronic Journal of Agricultural and Development Economics 3(1):58--85.

Lisa, L.A., Z.I. Seraj, C.M. Fazle Elahi, K.C. Das, K. Biswas, M.R. Islam, M.A. Salam, et al. 2004. Genetic variation in microsatellite DNA, physiology and morphology of coastal saline rice (*Oryza sativa* L.) landraces of Bangladesh. Plant and Soil 263(1):213--228. doi:10.1023/B:PLSO.0000047727.24160.f3.

Lope, D. 2004. Gender Relations as a Basis for Varietal Selection in Production Spaces in Yucatan, Mexico. M.S. thesis, Wageningen University, The Netherlands

López Noriega, I., G. Galuzzi, M. Halewood, R. Vernooy, E. Bertacchini, D. Gauchan, and E. Welch. 2012. Flows under stress: Availability of plant genetic resources in times of climate and policy change. Working Paper no. 18. CCAFS, Copenhagen.

Loskutov, I.G. 1999. Vavilov and his institute. A history of the world collection of plant genetic resources in Russia. International Plant genetic resources Institute, Rome, Italy, 188p.

Louette, D. 1999. Traditional management of seed and genetic diversity: what is a landrace? Pp. 109--142 in Genes in the Field (S.B. Brush, Ed.). IPGRI, IDRC, Lewis.

Louwaars, N. 2002. Seed policy, legislation and law: Widening a narrow focus. Food Products Press and Haworth Press, Binghamton.

Louwaars, N. and F. Burgaud. (in press) Variety registration: the evolution of registration systems with a special emphasis on agrobiodiversity conservation. In Farmers' Varieties and Farmers' Rights: addressing challenges in taxonomy and law (M. Halewood, Ed.). Earthscan.

Loveless, M.D. and J.L. Hamrick. 1984. Ecological determinants of genetic structure in plant populations. Annual Review of Ecology and Systematics 15:65--95.

McNeely, J.A. and S.J. Scherr. 2002. Ecoagriculture: Strategies to Feed the World and Save Wild Biodiversity. Island Press.

MA, 2005. Ecosystems and Human Well-being: Current Status and Trends, Vol. 1. World Resources Institute, Washington DC.

Mahajan, S. and N. Tutejan. 2005. Cold, salinity and drought stresses: An overview. Archives of Biochemistry and Biophysics 444:139--158.

Mangelsdorf, P.C. 1966. Genetic potentials for increasing yields of food crops and animals. Proceedings of the National Academy of Sciences USA 56:370--375.

Manzella, D. 2012. The design and mechanics of the Multilateral System of Access and Benefit-Sharing. Pp. 150-164 in Crop Genetic Resources as a Global Commons: Challenges in International Law and Governance (M. Halewood, I. López Noriega, and S. Louafi, Eds.). Routledge, New York.

Marfo, K.A., P.T. Dorward, P.Q. Crawfurd, F. Ansere-Bioh, J. Haleegoah, and R. Bam. 2008. Identifying seed uptake pathways: the spread of Agya amoah rice cultivar in Southwestern Ghana. Experimental Agriculture 44:257--269.

Marshall, D.R. 1977. The advantages and hazards of genetic homogeneity. Annals of the New York Academy of Sciences 287:1--20.

Marshall, D.R. and A.H.D. Brown. 1975. Optimum sampling strategies in genetic conservation. Pp. 369--377 in Crop Genetic Resources for Today and Tomorrow (O.H. Frankel and J.G. Hawkes, Eds.). International Biological Programme 2, CUP, Cambridge.

MEA. 2005. Ecosystems and Human Wellbeing. Millennium Ecosystem Assessment, Island Press, Washington, DC.

Mead, R., R.N. Curnow, and A.M. Hasted. 2003. Statistical Methods in Agriculture and Experimental Biology, 3rd Edn. Chapman and Hall/CRC, 472p.

Meinzen-Dick, R. and P. Eyzaguirre. 2009. Non-market institutions for agrobiodiversity conservation. Pp. 82--91 in Agrobiodiversity, Conservation and EconomicDevelopment (A. Kontoleon, W. Pascual, and M. Smale, Eds.). Routledge, London, UK.

Mekbib, F. 2008. Genetic erosion in sorghum (Sorghum bicolor (L.) Moench) in the centre of diversity, Ethiopia. Genetic Resources and Crop Evolution 55:351--364.

Meng, E.C.H. 1997. Land Allocation Decisions and *In situ* Conservation of Crop Genetic Resources: the Case of Wheat Landraces in Turkey. PhD dissertation, University of California at Davis, California.

Meyer, R.S., A.E. DuVal, and H.R. Jensen. 2012. Patterns and processes in crop domestication: an historical review and quantitative analysis of 203 global food crops. The New Phytologist 196(1):29--48.

Mijatović, D., F. Van Oudenhoven, P. Eyzaguirre, and T. Hodgkin. 2012. The role of agricultural biodiversity in strengthening resilience to climate change: towards an analytical framework. International Journal of Agricultural Sustainability (June 2012):1--13. doi:10.1080/14735903.2012.691221

Milgroom, M.G., K. Sotirovski, D. Spica, J.E. Davis, M.T. Brewer, M. Milev, and P. Cortesi. 2008. Clonal population structure of the chestnut blight fungus in expanding ranges in southeastern Europe. Molecular Ecology 1720:4446--4458. doi:10.1111/j.1365-294X.2008.03927.x.

Miller, A.J. and B.L. Gross. 2011. From forest to field: perennial fruit crop domestication. American Journal of Botany 98(9):1389--1414. doi:10.3732/ajb.1000522.

Molden, D., Ed. 2007. Water for Food, Water for Life. A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture. Earthscan, London.

Mooney, P.R. 1979. Seeds of the Earth: A Private or Public Resource? Inter Pares, Ottawa.

Moreira, F.M.S., E.J. Huising, and D.E. Bignell, Eds. 2008 A Handbook of Tropical Soil Biology. Earthscan, London.

Moreno-Ruiz, G. and J. Castillo-Zapata. 1990. The variety Colombia: A variety of coffee with resistance to rust (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.). Cenicafe Chinchiná-Caldas-Colombia Technical Bulletin 9:1--27.

Morris, M.L. and M.R. Bellon. 2004. Participatory plant breeding research: opportunities and challenges for the international crop improvement system. Euphytica 136(1):21--35.

Moslonka-Lefebvre, M., A. Finley, I. Dorigatti, K. Dehnen-Schmutz, T. Harwood, M.J. Jeger, X. Xu, et al. 2011. Networks in plant epidemiology: from genes to landscapes, countries, and continents. Phytopathology 101(4):392--403. doi:10.1094/PHYTO-07-10-0192.

Mulder, C., D. Uliassi, and D. Doak. 2001. Physical stress and diversity-productivity relationships: the role of positive interactions. Proceedings of the National Academy of Sciences USA 98:6704--6708.

Mulumba, J.W., R. Nankya, J. Adokorach, C. Kiwuka, C. Fadda, P. De Santis, and D.I. Jarvis. 2012. A risk-minimizing argument for traditional crop varietal diversity use to reduce pest and disease damage in agricultural ecosystems of Uganda. Agriculture, Ecosystems & Environment 157:70--86.

Mundt, C.C. 1990. Probability of mutation to multiple virulence and durability of resistance gene pyramids. Phytopathology 80:221--223.

Mundt, C.C. 1991. Probability of mutation to multiple virulence and durability of resistance gene pyramids; further comments. Phytopathology 81:240--242.

Munns, R. 2005. Genes and salt tolerance: bringing them together. New Phytologist 167:645--663.

Mutsaers, H.J.W., G.K. Weber, P. Walker, and N.M. Fisher. 1997. A Field Guide for On-Farm Experimentation. IITA/CTA/ISNAR, Ibadan.

Nabhan, G. 2000. Interspecific relationships affecting endangered species recognized by O'Odham and Comcaac cultures. Ecological Applications 10(5):1288--1295.

National Academy of Sciences. 1975. Underexploited tropical plants with promising economic value. National Academy of Sciences, Washington, DC.

National Research Council. 1993 Genetic vulnerability and crop diversity. Pp. 47--83 in Managing Global Genetic Resources. National Academy Press, Washington, DC.

Nazarea-Sandoval, V. 1998. Cultural Memory and Biodiversity. University of Arizona Press, Tucson.

Neelin, J.D. 2011. Climate Change and Climate Modeling. Cambridge University Press, Cambridge.

Negassa, A., J. Hellin, and B. Shiferaw. 2012. Determinants of Adoption and Spatial Diversity of Wheat Varieties on Household Farms in Turkey. CIMMYT Socio-Economics Working Paper 2. CIMMYT, Mexico, D.F.

Newton, A.C., T. Akar, J.P. Baresel, et al. 2010. Cereal landraces for sustainable agriculture. A review. Agronomy for Sustainable Development 30:237--269.

Nicholson, W. and C. Snyder. 2011. Microeconomic Theory: Basic Principles and Extensions, 10th Edn. Thomson/Southwestern.

OECD. 2001. Citizens as Partners: OECD handbook on information, consultation and public participation in policy-making. OECD, Paris.

Oerke, E.C. 2006. Crop losses to pests. Journal of Agricultural Science-Cambridge 144(1):31.

Olsson, P., C. Folke, and F. Berkes. 2004. Adaptive comanagement for building resilience in social-ecological systems. Environmental Management 34(1):75--90.

Ortiz, R. 2011. Agrobiodiversity Management for Climate Change. Pp. 189--210 in Agrobiodiversity Management for Food Security (J.M. Lenné and D. Wood, Eds.). CABI, New York.

Oude Lansink, A. and A. Carpentier. 2001. Damage control productivity: an input damage abatement approach. Journal of Agricultural Economics 52(3):11--22.

Pallottini, L., E. Garcia, J. Kami, G. Barcaccia, and P. Gepts. 2004. The genetic anatomy of a patented yellow bean. Crop Science 44(3):968--977.

Pascual, U. and C. Perrings. 2007. Developing incentives and economic mechanisms for in situ biodiversity conservation in agricultural landscapes. Agriculture, Ecosystems & Environment 121:256--268.

Patausso, M., G. Aistara, A. Barnaud, S. Caillon, P. Clouvel, O.T. Coomes, M. Delêtre, et al. 2012. Seed exchange networks for agrobiodiversity conservation. A review. Agron Sustain. Dev. DOI 10.1007/s 13593-012-0089-6.

Paul, E., Ed. 2007. Soil Microbiology, Ecology, and Biochemistry, 3rd Edn. Elsevier, Amsterdam.

Pearce, D., and D. Moran. 1994. The Economic Value of Biodiversity. Earthscan, London.

Pemsl, D., H. Waibel, and A.P. Gutierrez. 2005. Why do some Bt-cotton farmers in China continue to use high levels of pesticides? International Journal of Agricultural Sustainability 3(1):44--56.

Perriera, X., E. De Langheb, M. Donohuec, C. Lentferd, L. Vrydaghse, F. Bakrya, F. Carreelf, I. Hippolytea, J-P. Horrya, C. Jennyg, V. Leboth, A-M. Risteruccia, K. Tomekpea, H. Doutreleponte, T. Balli, J. Manwaringi, P. de Maretj, and T. Denhamk. 2011. Multidisciplinary perspectives on banana (Musa spp.) domestication. Proceedings of the National Academy of Sciences USA [www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1102001108.

Pham, J.L., S. Quilloy, L.D. Huong, T.V. Tuyen, T.V. Minh, and S. Morin. 1999. Molecular Diversity of Rice Varieties in Central Vietnam. Paper presented at the Workshop of the participants of the project 'Safeguarding and Preserving the Biodiversity of the Rice Genepool. Component II: On-Farm Conservation'. International Rice Research Institute, Los Baños, Philippines, May 17-22,1999.

Phichit, S., Noppornphan, M. Yoovatana, S. Somsri, B.R. Sthapit, V.R. Rao, M. Kaur, and H. Lamers. 2012. Combination of side grafting technique and informal scion exchange system for mango diversity management in non-irrigated orchards. Bioversity International, New Dehli, India.

Pickersgill, B. 2007. Domestication of plants in the Americas: insights from Mendelian and molecular genetics. Annals of Botany 100:925--940.

Pimbert, M.P., B. Boukary, and E. Holt-Giménez. 2010. Democratising research for food sovereignty in West Africa. Journal of Peasant Studies 37(1):220--226.

Pimentel, D. 2011. Food for Thought: A Review of the Role of Energy in Current and Evolving Agriculture. Critical Reviews in Plant Sciences 30(1-2):35--44.

Pimentel, D. and M.V. Cilveti. 2007. Reducing pesticide use: Successes. Pp. 551--552 in Encyclopedia of Pest Management, Volume 2 (D. Pimentel, Ed.). Taylor & Francis, Boca Raton, FL, USA.

Pingali, P.L., Y. Khwaja, and M. Meijer. 2006. The Role of the Public and Private Sector in Commercializing Small Farms and Reducing Transaction Costs. In Global Supply Chains, Standards, and the Poor (J.F.M. Swinnen, Ed.). CABI Publishing, Wallingford, UK.

Piperno, D., A. Ranere, I. Holst, and P. Hansell. 2000. Starch grains reveal early root crop horticulture in the Panamanian tropical forest. Nature 407:894--897.

Pistorius, Robin. 1997. Scientists, plants and politics: a history of the plant genetic resources movement. Bioversity International (IPGRI & INIBAP), Rome.

Plaster, E. 2009. Soil Science and Management, 5th Edn. Delmar, Clifton Park, NY.

Poland, J.A. and T.W. Rife. 2012. Genotyping by sequencing for plant breeding and genetics. Plant Genome 5:92--102.

Pollan, M. 2006. The Omnivore's Dilemma. Bloomsbury, London, New York and Berlin.

Practical Action. 2011. Hunger, food and agriculture: responding to the ongoing challenges. The Schumacher Centre for Technology and Development, Rugby, Warwickshire.

Pradhan, N., I. Providoli, B. Regmi, and G. Kafle. 2010. Valuing water and its ecological services in rural landscapes: a case study from Nepal. Mount. Forum Bulletin January 2010:32--34.

Pretty, J. 2008. Agricultural Sustainability: Concepts, Principles and Evidence. Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences 363:447--465.

Purugganan, M.D. and D.Q. Fuller. 2009. The nature of selection during plant domestication. Nature 457:843--848.

Qaim, M. and A. de Janvry. 2005. Bt cotton and pesticide use in Argentina: economic and environmental effects. Environment and Development Economics 10:179--200.

Qualset, C.O. 1975. Sampling germplasm in a center of diversity: an example of disease resistance in Ethiopian barley. In Crop Genetics Resources for today and tomorrow (O.H. Frankel and J.G. Hawkes, Eds.). Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Rana, R.B. 2004. Influence of Socio-Economic and Cultural Factors on Agrobiodiversity Conservation On-farm in Nepal. PhD thesis. International and Rural Development Department, University of Reading, UK.

Rana, R.B. and B.R. Sthapit. 2011. Sustainable conservation and use of neglected and underutilized species: A Nepalese perspective. Pp. 225--240 in On-farm conservation of neglected and underutilized species: status, trends and novel approaches to cope with climate change (S. Padulosi, N. Bergamini, and T. Lawrence, Eds.). Proceedings of the International Conference, Friedrichsdorf, Frankfurt, 14-16 June, 2001. Bioversity International, Rome.

Rana, R.B., D. Gauchan, D.K. Rijal, S.P. Ktatiwada, C.L. Paudel, P. Chaudhary, and P.R. Tiware. 2000. Socioeconomic Data Collection: Nepal. Pp. 54--59 in Conserving Agricultural Biodiversity In situ: A Scientific Basis for Sustainable Agriculture (D. Jarvis, B. Sthapit, and L. Sears, Eds.). International Plant Genetic Resources Institute, Rome.

Rana, R.B., C.J. Garforth, B.R. Sthapit, and D.I. Jarvis. 2011 Farmers' rice seed selection and supply system in Nepal: understanding a critical process for conserving crop diversity. International Journal of AgriScience 1(5):252--274.

Reid, W.V., J.A. McNeely, D.B. Tunstall, D.A. Bryant, and M. Winograd. 1993. Biodiversity indicators for policy-makers. World Resources Institute, Washington, DC.

Rhouma, A., N. Nasr, A. Zirari, and M. Belguedj. 2006. Indigenous knowledge in management of abiotic stress: Date palm genetic resources diversity in the oases of Maghreb region. Pp 55--61 in Enhancing the use of crop genetic diversity to manage abiotic stress in agricultural production systems (D.I. Jarvis, I. Mar, and L. Sears, Eds.). Proceedings of an IPGRI Workshop, Budapest, Hungary. IPGRI, Rome.

Richards, P. 1986. Coping with Hunger: hazard and experiment in an African rice farming system. Allen and Unwin, London.

Richards, P. and G. Ruivenkamp. 1997. Seeds and Survival. Crop Genetic Resources in War and Reconstruction in Africa. IPGRI, Rome.

Rijal, D.K. 2007. On-farm Conservation and Use of Local Crop Diversity: Adaptations of Taro (Colocasia esculenta) and Rice (Oryza sativa) Diversity to Varying Ecosystems of Nepal. PhD dissertation, University of Life Science (UMB), Norway.

Rockstrom, J. et al. 2009. A Safe Operating Space for Humanity. Nature 461:472--475.

Rodriguez, M., D. Rau, D. O'Sullivan, A.H.D. Brown, R. Papa, and G. Attene. 2012. Genetic structure and linkage disequilibrium in landrace populations of barley in Sardinia Theoretical and Applied Genetics DOI 10.1007/s00122-012-1824-8.

Romer, P.M. 1993. Two Strategies for Economic Development: Using Ideas and Producing Ideas. Proceedings of the 1992 World Bank Annual Conference on Development Economics. The World Bank, Washington, DC.

Roubik, D.W. 1995. Pollination of cultivated plants in the tropics, Vol. 118. Food and Agriculture Organization, Rome.

Ruiz, M. 2009. Agrobiodiversity Zones and the Registry of Native Crops in Peru: Learning from Ourselves. Bioversity International and Sociedad Peruana de Derecho Ambiental, Lima, Peru.

Sadiki, M. 1990. Germplasm Development and Breeding of Improved Biological Nitrogen Fixation of Faba Bean in Morocco. PhD dissertation, University of Minnesota, USA.

Sadiki, M., M. Arbaoui, L. Ghaouti, and D. Jarvis. 2005. Seed exchange and supply systems and on-farm maintenance of crop genetic diversity: a case study of faba bean in Morocco. Pp. 83--87 in Seed Systems and Crop Genetic Diversity On-Farm. Proceedings of a Workshop, 16--20 September 2003, Pucallpa, Peru (D.I. Jarvis, R. Sevilla-Panizo, J.-L. Chavez-Servia, and T. Hodgkin, Eds.). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.

Sadiki, M., D.I. Jarvis, D. Rijal, J. Bajracharya, N.N. Hue, T.C. Camacho-Villa, L.A. Burgos-May, M. Sawadogo, D. Balma, D. Lope, L. Arias, I. Mar, D. Karamura, D. Williams, J.L. Chavez-Servia, B. Sthapit, and V.R. Rao. 2007. Variety names: An Entry Point to Crop Genetic Diversity and Distribution in Agroecosystems? Pp. 34--76 in Managing Biodiversity in Agricultural Ecosystems

(D.I. Jarvis, C. Padoch, and H.D. Cooper, Eds.). Bioversity International / Columbia University Press, New York.

Sakamoto, S. 1996. Pp. 215-231 in Redefining Nature: Ecology, Culture and Domestication (R. Ellen and K. Fukui, Eds.). Berg Publishers, Oxford, UK.

Sandler, T. 1999. Intergenerational public goods: strategies, efficiency and institutions. In Global Public Goods (I. Kaul, I. Grunberg, and M.A. Stein, Eds.). United Nations Development Programme and Oxford University Press, Oxford.

Sarkar, R.K. 2010. An overview of submergence tolerance in rice: farmers' wisdom and amazing science. Journal of Plant Biology 37:191--199.

Sauer, J.D. 1993. Historical geography of crop plants: a selected roster. CRC Press, Boca Raton, FL, USA.

Savary, S., P.S. Teng, L. Willocquet, and F.W. Nutter. 2006. Quantification and modeling of crop losses: a review of purposes. Annual Review of Phytopathology 44:89--112. doi:10.1146/annurev.phyto.44.070505.143342.

Sawadogo, M., J. Ouedraogo, M. Belem, D. Balma, B. Dossou, and D.I. Jarvis. 2005a. Components of the ecosystem as instruments of cultural practices in the *in situ* conservation of agricultural biodiversity. Plant Genetic Resources Newsletter 141:19--25.

Sawadogo, M., J.T. Ouedraogo, R.G. Zangre, and D. Balma. 2005b. Diversité biologique agricole et les facteurs de son maintien en milieu paysan. Pp. 52--64 in La gestion de la diversité des plantes agricoles dans les agro-écosystemes (D.B. Balma, M. Dossou, R.G. Sawadogo, J.T. Zangre, M. Ouédraogo, et D.I. Jarvis, éds.). Compte-rendu des travaux d'un atelier abrité par CNRST, Burkina Faso et International Plant Genetic Resources Institute, Ouagadougou, Burkina Faso, 27-28 décembre 2001.

Scarcelli, N., S. Tostain, C. Mariac, C. Agbangla, O. Da, J. Berthaud, and J-L. Pham. 2006a. Genetic nature of yams (*Dioscorea* spp.) domesticated by farmers in W Africa (Benin). Genetic Resources and Crop Evolution 53:121--130.

Scarcelli, N., S. Tostain, Y. Vigouroux, C. Agbangla, O. Daïnou, and J.-L. Pham. 2006b. Farmers' use of wild relative and sexual reproduction in a vegetatively propagated crop. The case of yam in Benin. Molecular Ecology 15:2421--2431.

Scholthof, K.-B.G. 2007. The disease triangle: pathogens, the environment and society. Nature Reviews Microbiology 5:152--156.

Seki, M., J. Ishida, M. Nakajima, A. Enju, K. Iida, M. Satou, M. Fujita, Y. Narusaka, M. Narusaka, T. Sakurai, K. Akiyama, Y. Oono, A. Kamei, T. Umezawa, S. Mizukado, K. Maruyama, K. Yamaguchi-Shinozaki, and K. Shinozaki. 2007. Genomic Analysis of Stress Response. In Plant Abiotic Stress (M.A. Jenks and P.M. Hasegawa, Eds.). Blackwell Publishing Ltd, Oxford, UK. doi:10.1002/9780470988503.ch9.

Semagn, K., A. Bjørnstad, and M.N. Ndjiondjop. 2006. An overview of molecular marker methods for plants. African Journal of Biotechnology 5:2540--2568.

Serpolay, E., J.C. Dawson, V. Chable, E.L. Van Bueren, A. Osman, S. Pino, and I. Goldringer. 2011. Diversity of different farmer and modern wheat varieties cultivated in contrasting organic farming conditions in western Europe and implications for European seed and variety legislation. Organic Agriculture 1(3):127--145.

Sherwin, W.B., F. Jabot, R. Rush, and M. Rossetto. 2006 Measurement of biological information with applications from genes to landscapes. Molecular Ecology 15:2857--2869.

Shrestha, P., S. Sthapit, I. Paudel, S. Subedi, A. Subedi, and B. Sthapit. 2012. A Guide to establishing a Community Biodiversity Management Fund for Enhancing Agricultural Biodiversity Conservation and Rural Livelihoods. LI-BIRD, Pokhara, Nepal.

Singh, N., T.T.M. Dang, G.V. Vergara, et al. 2010. Molecular marker survey and expression analyses of the rice submergence-tolerance gene SUB1A. Theoretical and Applied Genetics 121:1441--1453.

Skinner, D.Z., T. Loughin, and D.E. Obert. 2000. Segregation and conditional probability association of molecular markers with traits in autotetraploid alfalfa. Molecular Breeding 6:295--306.

Slatkin, M. 1977. Gene flow and genetic drift in a species subject to frequent local extinctions. Theoretical Population Biology 12:253--262.

Smale, M. 2006a. Introduction: Concepts, Metrics and Plan of the Book. Pp. 1--16 in Valuing Crop Biodiversity: On-Farm Genetic Diversity and Economic Change (M. Smale, Ed.). CABI, Wallingford, UK.

Smale, M. 2006b. Concepts, Metrics and Plan of the book. Pp. 1--16 in Valuing Crop Biodiversity on Farm: On-farm Genetic Resources and Economic Change (M Smale, Ed.). CABI Publishing, London, UK.

Smale, M., R.E. Just and H.D. Leathers. 1994. Land allocation in HYV adoption models: an investigation of alternative explanations. American Journal of Agricultural Economics 76:535--546.

Smale, M., J. Hartell, P.W. Heisey, and B. Senauer. 1998. The contribution of genetic resources and diversity to wheat production in the Punjab of Pakistan. American Journal of Agricultural Economics 80:482--493.

Smale, M., M.R. Bellon, and J.A. Aguirre Gomez. 2001. Maize diversity, variety attributes and farmers' choices in southeastern Guanajuato, Mexico. Economic Development and Cultural Change 50:201--225.

Smale, M., L. Diakite, A. Sidibe, M. Grum, H. Jones, I.S. Traore, and H. Guindo. 2009. The impact of participation in Diversity Field Fora on farmer management of millet and sorghum varieties in Mali. African Journal for Agricultural and Resource Economics 4(1):23--47.

Smale, M., L. Diakité, and M. Grum. 2010. When Grain Markets Supply Seed: Village Markets for Millet and Sorghum in the Malian Sahel. Pp. 53--74 In Seed Trade in Rural Markets: Implications for Crop Diversity and Agricultural Development (L. Lipper, C.L. Anderson, and T.J. Dalton, Eds.). Earthscan, London.

Smartt, J. and N.W. Simmonds, Eds. 1995. Evolution of Crop Plants, 2 Ed.. Longman Scientific and Technical, Harlow.

Smith, C.M. and S.L. Clement. 2012. Molecular bases of plant resistance to Arthropods. Annual Review of Entomology 57:309--328.

Smith, M.E., F.G. Castillo, and F. Gómez. 2001. Participatory plant breeding with maize in Mexico and Honduras. Euphytica 122(3):551--563.

Smolders, H. and E. Caballeda, Eds. 2006. Field Guide for Participatory Plant Breeding in Farmer Field Schools. PEDIGREA publication, 136 p. Centre for Genetic Resources, the Netherlands.

Snapp, S. 2002. Quantifying farmer evaluation of technologies: The mother and baby trial design. Quantitative Analysis of Data from Participatory Methods in Plant Breeding, 9.

Snapp, S., G. Kanyama-Phiri, B. Kamanga, R. Gilbert, and K. Wellard. 2002. Farmer and researcher partnerships in Malawi: Developing soil fertility technologies for the near-term and far-term. Experimental Agriculture 38:411--431.

Sokal, R.R. and F.J. Rohlf. 2012. Biometry: the principles and practice of statistics in biological research, 4th Edn. W.H. Freeman and Co., New York, 937 p. ISBN: 0-7167-8604-4 or 978-0-7167-8604-7.

Soler, C, Abdoul-Aziz Saidoua, Tuong Vi Cao Hamadoua, Marco Pautassoa, Jean Wenceliusa and Hélène H.I. Joly. 2013. Correspondence between genetic structure and farmers' taxonomy--a case study from dry-season sorghum landraces in northern Cameroon. Plant Genetic Resources 11(1):36--49. http://dx.doi.org/10.1017?S1479262112000342.

Soleri, D., S.E. Smith, and D.A. Cleveland. 2000. Evaluating the potential for farmer and plant breeder collaboration: a case study of farmer maize selection in Oaxaca, Mexico. Euphytica 116(1):41--57.

SOLIBAM. 2011. Strategies for Organic and Low in-put Integrated Breeding and Management. Newsletter 1. http://www.avanzi.unipi.it/ricerca/ricerca_news/documenti_ric_news/solibam/newsletter_1.pdf.

Sperling, L. and S. McGuire. 2010. Persistent myths about emergency seed aid. Food Policy. Doi: 10.1016/j.foodpol.2009.12.004.

Sperling, L., M. Loevinsohn, and B. Ntabomvura, 1993. Rethinking farmers' role in plant breeding: local bean experts and on-station selection in Rwanda. Experimental Agriculture 29:509--519.

Sperling, L., U. Scheidegger, and R. Buruchara. 1996. Designing seed systems with small farmers: principles derived from bean research in the Great Lakes Region of Africa. Network Paper-Agricultural Administration 60. Overseas Development Institute (ODI), London (United Kingdom).

Spillane, C., J. Engels, H. Fassil, L. Withers, and D. Cooper. 1999. Strengthening national programmes for plant genetic resources for food and agriculture. Issues in Genetic Resources No. 8. IPGRI, Rome, Italy.

Stannard, C. 2012. The Multilateral System of Access and Benefit Sharing: Could It Have Been Constructed Another Way? In Crop Genetic Resources as a Global Commons: Challenges in International Law and Governance (M. Halewood, I. Lopez Noriega, and S. Louafi, Eds.). Routledge, London.

Sthapit, B.R. 1994. Genetics and physiology of chilling tolerance in Nepalese rice. PhD Thesis, University of North Wales, Bangor, UK.

Sthapit, B.R. and V.R. Rao. 2009. Consolidating community's role in local crop development by promoting farmer innovation to maximise the use of local crop diversity for the well being of people. Acta Horticulturae 806(2):669--676.

Sthapit, B.R., K.D. Joshi, and J.R. Witcombe. 1996. Farmer Participatory Crop Improvement. III. Participatory Plant Breeding, a Case Study for Rice in Nepal. Experimental Agriculture 32:479--496.

Sthapit, B.R., K.D. Joshi, R.B. Rana, M.P. Upadhyaya, P. Eyzaguirre, and D. Jarvis. 2001. Enhancing biodiversity and production through participatory plant breeding: Setting breeding goals. Pp. 29--54 in An Exchange of experiences from South and South East Asia: Proc of the International symposium on PPB and participatory plant genetic resource enhancement, Pokhara, Nepal, 1-5 May 2000, PRGA, CIAT, Cali.

Sthapit, B.R., P.K. Shrestha, and M.P. Upadhyaya. 2006. Good Practices: On-farm Management of Agricultural Biodiversity. NARC, LI-BIRD, IPGRI.

Subedi, A., P. Chaudhary, B. Baniya, R. Rana, R. Tiwari, D. Rijal, D. Jarvis, and B. Sthapit. 2003. Who Maintains Crop Genetic Diversity and How: Implications for On-farm Conservation and Utilization. Culture and Agriculture 25(2):41--50.

Subrahmanyam, P., V. Ramanatha Rao, D. McDonald, J.P. Moss, and R. Gibbons. 1989. Origins of resistances to rust and late leaf spot in peanut (*Arachis hypogea*, Fabaceae). Economic Botany 43:444--455.

Suneson, C.A. 1956. An evolutionary plant breeding method. Agronomy Journal 48(4):188--191.

Suso, M., M. Moreno, F. Mondragao-Rodrigues, and J. Cubero. 1996. Reproductive biology of *Vicia faba*: role of pollination conditions. Field Crops Research 46:81--91.

Swift, M. and D. Bignell. 2001. Standard methods for assessment of soil biodiversity and land use practice. Indonesia: International Centre for Research in Agroforestry, Bogor.

Sylvia, D.M., J.J. Fuhrmann, P.G. Hartel, and D.A. Zuberer. 2004. Principles and Applications of Soil Microbiology, 2nd Edn. Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ.

Taiz, L. and E. Zeiger. 2010. Plant Physiology, 5th Edn. Sinauer Associates, Inc.

Taleb, N.N. 2012. Antifragile: things that gain from disorder. Random House Incorporated, New York.

Tapia, M.E. 2000. Mountain Agrobiodiversity in Peru: Seed Fairs, Seed Banks, and Mountain-to-Mountain Exchange. Mountain Research and Development 20:220--225.

Tapia, M.E. and A. Rosa. 1993. Seed fairs in the Andes: a strategy for local conservation of plant genetic resources. Pp. 111--118 in Cultivating Knowledge: Genetic Diversity, Farmer Participation and Crop Research (W. de Boef. K. Amanor, K. Wellard, and A. Beddington, Eds.). IT Publications, UK.

Tauli-Corpuz, V., L. Enkiwe-Abayao, and Raymond De Chavez, Eds. 2010. Towards an Alternative Development Paradigm: Indigenous Peoples' Self-Determined Development, 688p. Tebtebba Foundation, Baguio City, Philippines.

Teshaye, Y., T. Berg, B. Tsegaye, and T. Tanto. 2005. Farmers' management of finger millet (Eleusine coracana L.) diversity in Tigray, Ethiopia and implications for on-farm conservation. Biodiversity and Conservation, 20p.

Teshome, A., J.D. Torrance, J.D.H. Lambert, et al. 1999. Traditional farmers' knowledge of sorghum (Sorghum bicolor (Poaceae)) landrace storability in Ethiopia. Economic Botany 53:69--78.

Teshome, A., A.H.D. Brown, and T. Hodgkin. 2001. Diversity in landraces of cereal and legume crops. Plant Breeding Reviews 21:221--261.

The Crucible Group. 1994. People, plants and patents. IDRC, Ottawa.

Thinlay, X., M.R. Finckh, A.C. Bordeos, and R.S. Zeigler. 2000. Effects and possible causes of an unprecedented rice blast epidemic on the traditional farming system of Bhutan. Agriculture, Ecosystems & Environment 78:237--248.

Thirtle, C., L. Beyers, Y. Ismael, and J. Piesse. 2003. Can GM-technologies help the poor? The impact of Bt cotton in Makhatini Flats, KwaZulu-Natal. World Development 31(4):717--732.

Thomas, M., J.C. Dawson, I. Goldringer, and C. Bonneuil. 2011. Seed exchanges, a key to analyze crop diversity dynamics in farmer-led on-farm conservation. Genetic Resources and Crop Evolution 58(3):321--338.

Tooker, J.R. and S.D. Frank. 2012. Genotypically diverse cultivar mixtures for insect pest management and increased crop yields. Journal of Applied Ecology 49:974--985.

Tripp, R. 1997. New Seed and Old Laws. Intermediate Technology Publications on behalf of the Overseas Development Institute. Retrieved from http://books.google.ch/books/about/New_seed_and_old_laws.html?id=c5_vAAAAMAAJ&redir_esc=y.

Turdieva, M., F. Van Oudonhoven, and D. Jarvis. 2010. Fruits of heritage: Central Asia fruit tree diversity as a basis for coping with change. Pp. 152-153 in Biodiversity and Climate Change: Achieving the 2020 Targets Abstracts of Posters Presented at the 14th Meeting of the Subsidiary Body on Scientific, Technical and Technological Advice of the Convention on Biological Diversity, 10-21 May 2010, Nairobi, Kenya, CBD Technical Series No. 51.

Turner, N.J., Ł.J. Łuczaj, P. Migliorini, A. Pieroni, A.L. Dreon, L.E. Sacchetti, and M.G. Paoletti. 2011. Edible and Tended Wild Plants, Traditional Ecological Knowledge and Agroecology. Critical Reviews in Plant Sciences 30(1--2):198--225. doi:10.1080/07352689.2011.554492

Tuxill, J. 2005. Agrarian change and crop diversity in Mayan milpas of Yucatan, Mexico: Implications for on-farm conservation. PhD thesis, Yale University, New Haven.

Tuxill, J. and G.P. Nabhan. 2000. Plants, Communities, and Protected Areas: A Guide to *In situ* Management. Earthscan, London.

Tuxill, J., L.A. Reyes, L.L. Moreno, V.C. Uicab, D.I. Jarvis. 2010. All maize is not equal: maize variety choices and mayan foodways in Rural Yucatan, Mexico. Pp. 467--486 in Pre-Columbian Foodways (J.E. Staller and M.D. Carrasco, Eds.). Springer New York.

Vaissière, B.E., B.M. Freitas, and B. Gemmill-Herren. 2011. Protocol to detect and assess pollination deficits in crops: a handbook for its use. Food and Agriculture Organization, Rome Italy.

Valdivia, R.F. 2005. The use and distribution of seeds in areas of traditional agriculture. Pp. 17--21 in Seed Systems and Crop Genetic Diversity On-Farm, Proceedings of a Workshop, 16–20 September 2003, Pucallpa, Peru (D.I. Jarvis, R. Sevilla-Panizo, J.-L. Chavez-Servia, and T. Hodgkin, Eds.). IPGRI, Rome, Italy.

van de Wouw, M., C. Kik, T. van Hintum, R. van Treuren, and B. Visser. 2010. Genetic erosion in crops: concept, research results and challenges. Plant Genetic Resources: Characterization and Utilization 8(1):1--15.

Van der Berg, H. and J. Jiggins. 2007. Investing in farmers- the impacts of farmers field schooling relation to integrated pest management. World Development 35(4):663--686.

Van Dusen, M.E. 2000. In situ Conservation of Crop Genetic Resources in the Mexican *Milpa* System. PhD dissertation, University of California at Davis, California.

Van Dusen, M.E. 2006. Missing Markets, Migration and Crop Biodiversity in the *Milpa* System of Mexico: a Household-Farm Model. Pp. 63--77 in Valuing Crop Biodiversity: On-Farm Genetic Diversity and Economic Change (M. Smale, Ed.). CABI, Wallingford, UK.

Van Dusen, M.E., E. Dennis, J. Ilyasov, M. Lee, S. Treshkin, and M. Smale. 2006. Social institutions and seed systems: The diversity of fruits and nuts in Uzbekistan. Pp. 192--210 in Valuing Crop Biodiversity: On-Farm Genetic Diversity and Economic Change (M. Smale, Ed.). CABI, Wallingford, UK.

van Heerwarden, J., F.A. van Eeuwijk, and J. Ross-Ibarra. 2010. Genetic diversity in a crop metapopulation. Heredity 104:28--39.

Van Lenteren, J.C. 2011. The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies,but a frustrating lack of uptake. BioControl 57(1):1--20.doi:10.1007/s10526-011-9395-1.

van Oudenhoven, F.J.W., D. Mijatovic, and P.B. Eyzaguirre. 2011. Social-ecological indicators of resilience in agrarian and natural landscapes. Management of Environmental Quality: An International Journal 22(2):154--173. doi:10.1108/14777831111113356.

Vaughan, D.A., E. Balazs, and J.S. Heslop-Harrison. 2007. From crop domestication to super-domestication. Annals of Botany 100:893--902.

Vavilov, N.I. 1929. Studies on the origin of cultivated plants. Bulletin of Applied Botany, Genetics and Plant Breeding 16:1--248.

Vavilov, N.I. 1945--1950. The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants. Chronica Botanica 13:1--366.

Vavilov, N.I. 1997. Five Continents, IPGRI, Rome, Italy,198p.

Vigouroux, Y., A. Barnaud, N. Scarcelli, and A-C. Thuillet. 2011a. Biodiversity, evolution and adaptation in cultivated crops. Comptes Rendus Biologies, doi:10.1016/j.crvi.2011.03.003.

Vigouroux, Y., C. Mariac, S. De Mita, J-L. Pham, B. Gérard, I. Kapran, F. Sagnard, et al. 2011b. Selection for earlier flowering crop associated with climatic variations in the Sahel. PloS one, 6(5), e19563. doi:10.1371/journal.pone.0019563.

Virk, D.S. and J.R. Witcombe. 2008. Evaluating cultivars in unbalanced on-farm participatory trials. Field Crops Research 106(2):105--115.

Vitousek, P.M., R. Naylor, T. Crews, M.B. David, L.E. Drinkwater, E. Holland, P.J. Johnes, et al. 2009. Nutrient imbalances in agricultural development. Science 324:1519--1520.

Wahid, A., S. Gelani, M. Ashraf, and M.R. Foolad. 2007 Heat tolerance in plants: An overview. Environmental and Experimental Botany 61:199--223.

Weeden, N.F. 2007. Genetic changes accompanying the domestication of *Pisum sativum*: Is there a common genetic basis to the domestication syndrome for legumes. Annals of Botany 100:1017--1026.

Weiss, E., W. Wetterstrom, D. Nadel, and O. Bar-Yosef. 2004. The broad spectrum revisited: evidence from plant remains. Proceedings of the National Academy of Sciences USA 101:9551--9555.

Weltzien, E. and A. Christinck. 2009. Methodologies for priority setting. Pp. 75-106 in Plant Breeding and Farmer Participation (S. Ceccarelli, E.P. Guimarães, and E. Weltzien, Eds.). FAO, Rome, Italy.

Weltzien, E. and K. vom Brocke. 2001. Seed systems and their potential for innovation: Conceptual framework for analysis. Pp. 9--13 in Targetting Seed Aid and Seed System Interventions: Strengthening Small Farmer seed Systems in East and Central Africa (L Sperling, Ed.). CIAT.

Weltzien, E., K. Vom Brocke, and H.F.W. Rattunde. 2005. Planning plant breeding activities with farmers. Pp. 123--152 in Setting Breeding Objectives and Developing Seed Systems with Farmers: A handbook for practical use in participatory plant breeding projects (A. Christinck, E. Weltzien, and V. Haffman, Eds.). Margraf Publishers, Weikersheim/CTA, Wageningen.

Weltzien, E., H.F.W. Rattunde, B. Clerget, S. Siart, A. Toure, and F. Sagnard. 2006. Sorghum diversity and adaptation to drought in West Africa. Pp. 31-38 in Enhancing the use of crop genetic diversity to manage abiotic stress in agricultural production systems (D.I. Jarvis, I. Mar, and L. Sears, Eds.). Proceedings of an IPGRI Workshop, Budapest, Hungary. IPGRI, Rome.

Widawsky, D., S. Rozelle, S. Jin, and J. Huang. 1998. Pesticide Productivity, Host-plant Resistance and Productivity in China. Agricultural Economics 19:203--217.

Wildi, Otto. 2010. Data Analysis in Vegetation Ecology. John Wiley & Sons, Chichester, UK.
Witcombe, J.R., A. Joshi, K.D. Joshi, and B.R. Sthapit. 1996. Farmer Participatory Crop Improvement. I: Varietal Selection and Breeding Methods and their Impact on Biodiversity. Experimental Agriculture 32:445--460.
Witcombe, J.R, K.D. Joshi, S. Gyawali, A. Musa, C. Johanssen, D.S. Virk, and B.R. Sthapit 2005. Participatory plant breeding is better described as highly client-oriented plant breeding. I. Four indicators of client-orientation in plant breeding. Experimental Agriculture 41:1--21.
Witcombe, J.R., P.A. Hollington, C.J. Howarth, S. Reader, and K.A. Steele. 2008. Breeding for abiotic stresses for sustainable agriculture. Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences 363:703--716.
Wolfe, M.S. 1985. The current status and prospects of multiline cultivars and variety mixtures for disease resistance. Annual Review of Phytopathology 23:251--73.
Wolfe, M.S. and M.R. Finckh. 1997. Diversity of host resistance within the crop: effects on host, pathogen and disease. Pp. 378-400 in Plant Resistance to Fungal Diseases (H. Hartleb, R. Heitefuss, and H.H. Hoppe, Eds.). Fischer Verlag, Jena, Germany.
Wolfe, M.S., J.P. Baresel, D. Desclaux, I. Goldringer, S. Hoad, G. Kovacs, F. Löschenberger, T. Miedaner, H. Østergård, and E.T. Lammerts Van Bueren. 2008. Developments in breeding cereals for organic agriculture in Europe. Euphytica 163:323--346.
Wooldridge, Jeffrey. 2009. Introductory Econometrics, 4th Edn. South-Western, Cengage Learning.
World Bank. 2008. World development report: Agriculture for development. World Bank, Washington, DC. Retrieved from http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/EXTDEC/EXTRESEARCH/EXTWDRS/0,,contentMDK:23062293~pagePK:478093~piPK:477627~theSitePK:477624,00.html.
Xie, Yichun, Zongyao Sha, and Mei Yu. 2008. Remote sensing imagery in vegetation mapping: a review. Journal of Plant Ecology 1:9--23
Xu, X.-M., P. Jeffries, M. Pautasso, and M.J. Jeger. 2011. Combined use of biocontrol agents to manage plant diseases in theory and practice. Phytopathology 101(9):1024--1031. doi:10.1094/PHYTO-08-10-0216.
Yen, D. 1989. The domestication of environment. Pp. 55--78 in Foraging and Farming: The Evolution of Plant Exploitation (D. Harris and G. Hillman, Eds.). Unwin Hyman, London.
Zeder, A.M., E. Emshwiller, B.D. Smith, and D.G. Bradley. 2006. Genetics, archeology and the origins of domestication. Trends in Genetics 22(3). Elsevier.
Zhang, H., Y. Zeng, and L. Bian. 2010. Simulating multi-objective spatial optimization allocation of land use based on the integration of multi-agent system and genetic algorithm. International Journal of Environmental Research 4(4):765--776.
Zimmerer, K.S. 1996. Changing Fortunes: Biodiversity and Peasant Livelihood in the Peruvian Andes. University of California Press, Berkeley.
Zimmerer, K.S. 2003a. Geographies of seed networks for food plants (potato, ulluco) and approaches to agrobiodiversity conservation in the Andean countries. Society Natural Resources 16:583--601.
Zimmerer, K.S. 2003b. Just small potatoes (and ulluco)? The use of seed-size variation in 'native commercialized' agriculture and agrobiodiversity conservation among Peruvian farmers. Agriculture and Human Values 20:107--123.
Zimmerer, K.S. 2010. Biological Diversity in Agriculture and Global Change. Annual Review of Environment and Resources 35(1):137--166. doi:10.1146/annurev-environ-040309-113840.
Zohary, D. and M. Hopf. 1988. Domestication of Plants in the Old World. Clarendon Press, Oxford.
Zolli, A. and A.M. Healy. 2012. Resilience: Why things bounce back. Free Press, Simon Schuster Inc., New York.

درباره نویسندگان

دورا جاوریس[1] دانشمند اصلی تنوع ژنتیکی، بهره‌وری و انعطاف‌پذیری در بایوورسیتی اینترنشنال (موسسه بین‌المللی منابع ژنتیکی گیاهی سابق[2]) است. او همچنین دارای سمت‌های استاد مدعو[3] گروه علوم زراعی و خاک دانشگاه ایالتی واشنگتن پولمن[4] در واشنگتن و استادیار دانشگاه آی‌ای‌وی حسن ثانی[5] در شهر رباط مراکش است. وی کار علمی بین‌رشته‌ای بایوورسیتی اینترنشنال را در زمینه توسعه شیوه‌هایی که از تنوع ژنتیکی محصولات محلی برای حفظ، بهبود بهره‌وری و انعطاف‌پذیری در سیستم‌های تولید کشاورزان خرده‌مالک استفاده می‌کنند رهبری می‌کند و به طور گسترده با شرکای همکار از کشورهای شمال و جنوب که در این زمینه همکاری کرده‌اند، به تولید محتوا پرداخته است.

توبی هاجکین،[6] هماهنگ‌کننده ستاد تحقیقات تنوع زیستی کشاورزی و پژوهشگر افتخاری بایوورسیتی اینترنشنال است. پس از کار به عنوان زادشناس/به‌نژادگر محصولات گیاهی، به هیئت بین‌المللی منابع ژنتیکی گیاهی (موسسه بین‌المللی منابع ژنتیکی گیاهی سابق و سپس بایوورسیتی اینترنشنال) پیوست تا در خصوص نگهداری و استفاده از تنوع ژنتیکی محصولات گیاهی کار کند. او از سال ۱۹۹۰ در زمینه حفاظت در محل از محصولات و خویشاوندان وحشی آنها کار کرده است و به طور گسترده در مورد جنبه‌های مختلف حفاظت و استفاده، تولید محتوا داشته است. همچنین در تألیف مشترک کتاب‌هایی در خصوص مجموعه‌های اصلی منابع ژنتیکی و گسترش پایه ژنتیکی محصولات کشاورزی همکاری داشته است.

آنتونی براون،[7] محقق افتخاری (که پیش‌تر یک دانشمند ارشد تحقیقاتی بود) با صنعت گیاهان CSIRO در استرالیا و با بایوورسیتی اینترنشنال در رم ایتالیا همکاری دارد. تحقیقات وی در زمینه ژنتیک جمعیت گیاهی، به‌نژادی گیاهان، ژنتیک حفاظتی، تکامل و سیستماتیک مولکولی بوده است. وی در ماموریت‌های جمع‌آوری گیاه برای اقوام وحشی محصولات، دو ماموریت برای جو وحشی (فلسطین، ایران) و شش ماموریت برای گلایسین و گوسیپیوم وحشی در بسیاری از نقاط استرالیا شرکت کرده است.

---

1. Devra Jarvis
2. International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI)
3. Adjunct Faculty
4. Washington State University Pullman
5. IAV Hassan II University
6. Toby Hodgkin
7. Anthony Brown

جان توکسیل،[1] دانشیار کالج مطالعات بین‌رشته‌ای فیرهون، دانشگاه واشنگتن غربی[2] در بلینگام واشنگتن است. او علاوه بر گیاه‌قوم‌شناسی، دوره‌هایی را در زمینه اتنواکولوژی، علوم تنوع زیستی، کشاورزی پایدار، احیای محیط زیست و زبان یوکاتک مایا برگزار می‌کند. وی در یوکاتان مکزیک و در استان دارین پاناما زندگی کرده است.

ایزابل لوپز نوریگا،[3] به عنوان محقق در کرسی محیط زیست یونسکو، در دانشگاه خوان کارلوس[4] مادرید در اسپانیا کار کرده است. وی به عنوان یک کارشناس حقوقی به بایوورسیتی اینترنشنال در رم پیوست و تعداد زیادی از پروژه‌های بین‌المللی در زمینه منابع ژنتیکی گیاهی را هماهنگ کرده و در آن‌ها مشارکت داشته و به موضوعات حقوقی و سیاستی مربوط به حفاظت و استفاده پایدار از این منابع می‌پردازد.

ملینا اسمیل،[5] استاد توسعه بین‌المللی، گروه کشاورزی، اقتصاد غذا و منابع، دانشگاه ایالتی میشیگان[6] است. تحقیقات وی بر توسعه روش‌هایی برای ارزیابی ارزش تنوع زیستی محصولات کشاورزی و شناسایی سیاست‌هایی برای افزایش استفاده و مدیریت منابع ژنتیکی محصولات کشاورزی، به ویژه در اقتصادهای در حال توسعه تاکید دارد.

بووُن استاپیت،[7] دانشمند ارشد حفاظت در محل در بایوورسیتی اینترنشنال است که فعالیت‌های حفاظت در مزرعه/درمحل در منطقه آسیا، اقیانوس آرام و اقیانوسیه را هماهنگ می‌کند. او به‌نژادگر ارشد برنج در شورای تحقیقات کشاورزی نپال، خومالتار و مدیر برنامه سازمان غیردولتی نپال، ابتکارات محلی برای تنوع زیستی، تحقیق و توسعه بوده است و به طور گسترده در مورد به‌نژادگری مشارکتی گیاهان و رویکردهای مدیریت تنوع زیستی جامعه‌محور، محتوا تولید کرده است.

1. John Tuxill
2. Fairhaven College of Interdisciplinary Studies, Western Washington University
3. Isabel López Noriega
4. The Universidad Juan Carlos
5. Melinda Smale
6. Michigan State University
7. Bhuwon Sthapit

درباره ویراستاران علمی و مترجمان

مائده سلیمی (maede@cenesta.org) عضو هیـئت مدیره و مـدیر برنامه اگرواکولوژی و حاکمیت غذایی[1] در موسـسه توسعه پایدار و محیطزیست و همچنین دانشجوی دکتری اگرواکولوژی در دانشگاه فردوسی مشهد اسـت. زمینه پژوهشی و اجرایی او مردمی‌کردن نظام تحقیقات کشاورزی، نظام‌های میراث کشاورزی، به‌نژادی مشارکتی گیاهان، به‌نژادی تکاملی گیاهان، حاکمیت بذر و سیاست غذایی[2] است و در این راستا تجربه مدیریت پروژه را در چندین طرح ملی و بین‌المللی با همـکاری سازمان‌های فائو، ایفاد و تنوع زیستی بین‌المللی داشته است. دراین کتاب ایشان به عنوان مدیر ترجمه و ویراستار علمی نقش‌آفرینی کرده است.

مهدی اسماعیلی (mehdi.esmaeli@gmail.com) تسهیلگر و پژوهشگر علوم اجتماعی موسسه توسعه پایدار و محیط‌زیست است. این دانش‌آموخته پژوهشگری اجتماعی در پروژه‌های متعددی در زمینه حفظ تنوع ژنتیکی، به‌نژادی تکاملی، ثبت میراث کشاورزی و معیشت پایدار مردمان بومی و جوامع محلی شرکت‌کرده است. تحقیقات وی بر توسعه درون‌زا، ارزیابی تنوع زیستی کشاورزی و سیاست‌گذاری جامعه‌محور تمرکز داشته است. ترجمه فصل ۸ و ویراستاری علمی تمام فصول این کتاب به عهده وی بوده است.

سرور خرم دل (khorramdel@um.ac.ir) اگرواکولوژیست و عضو هیات علمی دانشگاه فردوسی مشهد است. زمینه پژوهشی تحقیقات وی عمدتاً بر جنبه‌های مختلف بوم‌شناختی در مدیریت پایدار بوم‌نظام‌های کشاورزی چون ارتقاء خدمات و کارکردهای اکوسیستمی، احترام به محیط زیست، گیاهان دارویی و نقش زنان روستایی و دانش بومی تمرکز دارد و چندین پروژه بین‌المللی و داخلی در این راستا انجام داده است. ایشان در این کتاب به عنوان ویراستار علمی همکاری نموده‌اند.

هدا لطیفی (hoda.latifi@mail.um.ac.ir) دانشجوی دکتری اگرواکولوژی در دانشگاه فردوسی مشهد است. مطالعات او بر شاخص‌های آسیب‌پذیری و ریسک خشکسالی بخش کشاورزی و ارتقاء کارایی مصرف منابع متمرکز است. وی کارشناس بیمه کشاورزی است و در پروژه‌های ارائه راهکارهای توسعه بیمه و بیمه شاخص آب‌وهوا فعال است. در این کتاب ترجمه فصول ۱، ۴، ۶، ۷، ۱۱ و ۱۳ بر عهده ایشان بوده است.

1. Food sovereignty
2. Food policy

هانیه مغانی (Hanieh@cenesta.org) کارشناس ارشد حقوقی و تسهیلگر اجتماعی موسسه توسعه پایدار و محیط زیست و همچنین نماینده آسیا در مجمع دائمی امور بومی سازمان ملل متحد ۲۰۲۳-۲۰۲۵ است. او علاوه‌براین به عنوان استاد مدعو گروه حقوق دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب در ایران مشغول به کار است. پایان‌نامه دکتری وی در رشته حقوق بین‌الملل بر مساله حق بر غذا، بذر و جایگاه حقوق کشاورزان تمرکز داشته است. وی کار علمی خود را به صورت بین‌رشته‌ای با تخصص حقوق کشاورزی و مردمان بومی در زمینه حاکمیت غذایی، حق بر بذر، حق بر تنوع زیستی، حق آب، حق بر زمین و حق بر دانش بومی با مشارکت در ده‌ها پروژه به عنوان کارشناس ارشد حقوقی، تسهیلگر اجتماعی و پژوهشگر، انجام می‌دهد. در کتاب حاضر، ترجمه فصل‌های ۳ و ۵ و ۱۲ توسط ایشان انجام شده است.

علی رزم‌خواه (ali.razmkhah@unive.it) کارشناسی ارشد خود را از دانشگاه شیراز در حقوق بین‌الملل اخذ کرده است. زمینه کاری و پژوهشی او حقوق کشاورزان، حقوق مالکیت معنوی گونه‌های گیاهی، حقوق بذر و حقوق جوامع‌محلی بر منابع مشترک در سرزمین‌های زندگی آن‌هاست. علی رزم‌خواه سابقه بیش از ده سال فعالیت و مشاوره حقوقی در سطوح بین‌المللی، ملی و محلی برای حق‌خواهی و دفاع از حقوق کشاورزان و عشایر و عضویت در کمیته‌های بین‌المللی و ملی مرتبط دارد. او در حال انجام پژوهش دکترای خود در زمینه حقوق زیست-فرهنگی عشایر ایران در دانشگاه کافسوکاری ونیز ایتالیا است. ترجمه فصل ۱۰ این کتاب با همکاری او انجام شده است.

محمد جواد مصطفوی (mostafavi@live.com) دانشجوی دکتری اگرواکولوژی در دانشگاه فردوسی مشهد است و کارشناس رشته مهندسی کشاورزی گرایش زراعت و اصلاح نباتات می‌باشد. علاقه کاری وی پیوند میان کشاورزی با طبیعت و زیست‌بوم‌های طبیعی است. در این کتاب ترجمه فصل ۹ برعهده ایشان بوده است.

مبینا نورمحمدیان (mobina@cenesta.org) کارشناس محیط زیست، پژوهشگر و مشاور معیشت پایدار در موسسه توسعه پایدار و محیط‌زیست است. فعالیت‌ها و پروژه‌های کاری وی در رابطه با تنوع زیستی خشکی و دریا، میراث کشاورزی، به‌نژادی مشارکتی-تکاملی گیاهان زراعی، حاکمیت بذر و معیشت جوامع بومی و محلی بوده است. همچنین وی در پژوهش‌هایی با موضوع پوشش گیاهی[1] مناطق حفاظت شده و پارک‌های ملی و پروژه‌ی ساخت و جمع‌آوری هرباریوم عشایری در مناطق مختلف ایران همکاری و مشارکت داشته است. وی فصل ۲ این کتاب را ترجمه کرده است.

1. Flora