وضعیت منابع زمین و آب جهان برای غذا و کشاورزی

مدیریت نظام‌های در معرض خطر

Food and Agriculture Organization of the United Nations

عنوان و نام پدیدآور	:	وضعیت منابع زمین و آب جهان برای غذا و کشاورزی/ کاری از سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (فائو)؛ مترجمان سیدعلی محمدچراغی، فاطمه ظریف‌ابن کاظم؛ مجـری طرح مرکز مطالعات راهبردی کشاورزی و آب.
مشخصات نشر	:	تهران: فرهنگ صبا، ۱۳۹۹.
مشخصات ظاهری	:	۳۰۰ص.
شابک	:	۹۷۸-۶۲۲-۶۲۳۶-۴۶-۱
وضعیت‌فهرست‌نویسی	:	فیپا
یادداشت	:	عنوان اصلی: .The state of the world's land and water resources for food and agriculture (SOLAW)
موضوع	:	کشاورزی -- بهره‌وری
موضوع	:	Agricultural productivity
موضوع	:	کشاورزی -- بهره‌وری -- تأمین آب
موضوع	:	Agricultural productivity -- Water-supply
موضوع	:	کشاورزی -- بوم‌شناسی
موضوع	:	Agricultural ecology
موضوع	:	فراورده‌های زراعی -- عوامل اقلیمی
موضوع	:	Crops and climate
شناسه افزوده	:	چراغی، سیدعلی‌محمد، ۱۳۳۹-، مترجم
شناسه افزوده	:	ظریف ابن کاظم، فاطمه، ۱۳۶۳-، مترجم
شناسه افزوده	:	سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (فائو)
شناسه افزوده	:	Food and Agriculture Organization of the United Nations
شناسه افزوده	:	مرکز ملی مطالعات راهبردی کشاورزی و آب
رده‌بندی کنگره	:	S۴۹۴/۵
رده‌بندی دیویی	:	۳۳۸/۱۶
شماره کتابشناسی ملی	:	۶۱۰۹۸۶۴

مرکز ملی مطالعات راهبردی کشاورزی و آب

وضعیت منابع زمین و آب جهان برای غذا و کشاورزی

مدیریت نظام‌های در معرض خطر

Published by arrangement with the
Food and Agriculture Organization
of the United Natios
By Iran Chamber of Commerce, Industries, Mines & Agriculture
-National Strategic Center for Water and Agriculture (AWNRC)

کاری از: سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (فائو)
انتشارات: فرهنگ صبا
مجری طرح: مرکز ملی مطالعات راهبردی کشاورزی و آب
ناظر طرح: عباس کشاورز
ویراستار: یوسف عرشی ـ محمد حسین خوش‌آمدی ـ فاطمه ترابی کچوسنگی ـ حسنی بنی‌نجار
مترجمان: سید علی‌محمد چراغی ـ فاطمه ظریف‌ابن کاظم
شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۶۲۳۶-۴۶-۱
قیمت:
تیراژ:
چاپ و صحافی:

The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture (SOLAW)

بیانیه سلب مسئولیت

این اثر در اصل توسط سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (فائو) به زبان انگلیسی و با عنوان «The State of the World's Land and Water Resourses for Food and Agriculture (SOLAW)» منتشر شده است. ترجمه فارسی توسط اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی اتاق ایران ـ مرکز ملی مطالعات راهبردی کشاورزی و آب تهیه شده است. در صورت اختلاف، زبان اصلی حاکم خواهد بود.

عناوین بکاررفته و داده‌های ارائه‌شده در این مقاله اطلاعاتی، به هیچ‌وجه اشاره‌ای به نظرات سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (فائو) درباره جایگاه حقوقی و توسعه هیچ یک از کشورها، قلمروها، شهرها یا نواحی تحت اختیار آنها، یا درباره تعیین حدود سرحدها و مرزهای کشورها ندارد. ذکر نام شرکت‌های خاص یا محصولات سازندگان، فارغ از اینکه حق انحصاری آنها ثبت شده است یا خیر، بدین معنی نیست که اینها مورد تایید هستند یا توسط فائو بدلیل ترجیح به دیگر محصولات مشابه که در اینجا نام برده نشده‌اند پیشنهاد می‌شوند. دیدگاه‌های بیان‌شده در این مقاله اطلاعاتی، نظرات نویسندگان است و الزاما دیدگاه‌ها و سیاست‌های فائو را منعکس نمی‌کند.

" © اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی ایران --- مرکز ملی مطالعات راهبردی کشاورزی و آب (AWNRC)، ۲۰۲۰ (ترجمه فارسی)"

" © فائو (FAO)، ۲۰۱۱ (نسخه انگلیسی)"

نظام‌های تولیدی در معرض خطر نظام‌هایی هستند که در آن‌ها منابع زمین و آب مورد نیاز برای تولیدات کشاورزی به اندازه‌ای در محدودیت قرار می‌گیرد که ظرفیت این منابع برای تامین نیازهای حال حاضر و آینده بطور جد به خطر می‌افتد. ممکن است این محدودیت‌ها با روش‌های کشاورزی ناپایدار، فشارهای اقتصادی ـ اجتماعی و اثرات تغییرات آب و هوایی بیشتر تشدید شود.

فهرست مطالب

پیشگفتار ۹
مقدمه ۱۱
تقدیر و تشکر ۱۵
قدردانی ۱۵
فهرست علائم اختصاری ۱۹
فهرست جدول‌ها ۲۳
فهرست قاب‌ها ۲۵
فهرست شکل‌ها ۲۷
فهرست نقشه‌ها ۲۹
وضعیت منابع زمین و آب جهان چه می‌گوید؟ ۳۱
خلاصهٔ مدیریتی ۳۳
چالش زمین و آب ۳۵
زمین و آب برای کشاورزی متراکم پایدار ۴۰
رویارویی با چالش‌ها ۴۴
نتیجه‌گیری ۴۵
فصل اول: وضعیت و روند تغییرات منابع زمین و آب ۴۷
وضعیت کنونی زمین و آب ۴۹
منابع زمین و آب در کشاورزی دیم ۵۹
منابع زمین و آب در کشاورزی فاریاب ۶۵
جنگل‌ها، مراتع، شیلات و آبزی‌پروری داخلی ۷۷
تقاضای کشاورزی تا سال ۲۰۵۰ ۸۴
پیامدها برای کشاورزی فاریاب ۸۵
پیامدهای کشت دیم ۹۱
فرصت‌های توسعهٔ کشت دیم ۹۱
نتیجه‌گیری ۹۳
فصل دوم: فشارهای اقتصادی-اجتماعی و ساختار نهادی ۹۵
وابستگی اقتصادی-اجتماعی به زمین و آب ۹۷
نظام‌های اصلی تخصیص منابع ۱۰۳
واکنش‌های سیاستی تا به امروز ۱۰۷
عواقب محیط‌زیستی رویکردهای سیاستی پیشین ۱۱۶
سرمایه‌گذاری در زمین و آب ۱۱۹
همکاری‌های بین‌المللی در رابطه با زمین و آب ۱۲۳
نتیجه‌گیری ۱۳۰
فصل سوم: نظام‌های زمین و آب در معرض خطر ۱۳۱
رقابت رو به رشد بر سر زمین و آب ۱۳۳

تخریب زمین و آب: اثرات و علت‌ها ۱۳۷
اثرات پیش‌بینی‌شده ناشی از تغییر اقلیم ۱۵۰
نظام‌های در معرض خطر ۱۵۳
نتیجه‌گیری ۱۶۲
فصل چهارم: گزینه‌های فنی برای مدیریت پایدار زمین و آب ۱۶۵
بهبود بهره‌وری کشت دیم ۱۶۷
مدیریت سلامت و حاصلخیزی خاک ۱۶۸
مدیریت رطوبت خاک در مناطق دیم ۱۷۲
رویکردهای تلفیقی برای افزایش بازدهی در نظام‌های دیم ۱۷۴
یافتن منابع آب برای کشاورزی فاریاب ۱۸۰
نوسازی سامانه‌های آبیاری ۱۸۴
افزایش بهره‌وری آب در مزرعه ۱۸۵
مدیریت ریسک‌های محیط‌زیستی مرتبط با کشاورزی متراکم ۱۹۱
رویکردهای زمین و آب از منظر تغییر اقلیم ۱۹۶
چشم‌انداز اجرایی ۲۰۲
فصل پنجم: پاسخ‌های نهادی برای مدیریت پایدار زمین و آب ۲۰۳
فضای سیاست کلان آب و زمین ۲۰۵
اطمینان از دسترسی به منابع زمین و آب ۲۱۰
تعیین راهبردهای ملی ۲۱۴
نقش دانش ۲۲۲
تقویت همکاری‌های بین‌المللی ۲۲۴
افزایش مشارکت و سرمایه‌گذاری بین‌المللی ۲۳۴
درس‌هایی برای آینده ۲۴۱
فصل ششم: نتیجه‌گیری‌ها و توصیه‌های مهم سیاستی ۲۴۳
اطمینان از تولید پایدار در نظام‌های اصلی زمین و آب ۲۴۵
سیاست‌ها و راهبردهای مدیریت پایدار زمین و آب ۲۴۹
اصلاح همکاری‌های بین‌المللی در مدیریت زمین و آب ۲۵۳
نگاه به آینده ۲۵۷
پیوست‌ها ۲۵۹
الف ۱- گروه‌بندی کشورها ۲۵۹
الف ۲ـ اثرات جانبی محیط‌زیستی مرتبط با کشاورزی فاریاب ۲۶۶
الف ۳- برنامهٔ کشورها برای مدیریت پایدار زمین ۲۶۹
الف ۴- شاخص‌های اصلی زمین و آب برحسب کشور یا منطقه ۲۷۲
واژه‌نامهٔ عبارات و تعاریف استفاده شده در این گزارش ۲۷۹
یادداشت: تشریح نقشه‌های جهانیِ ارائه‌شده در این گزارش ۲۸۳
مراجع ۲۸۷

بسمه‌تعالی

پیشگفتار

امنیت غذایی با مفهوم امکان دسترسی دائم به صورت فیزیکی و اقتصادی آحاد افراد جامعه به غذای کافی، مغذی و سالم همواره از اهداف اصلی دولت‌ها می‌باشد که انجام آن در قالب استفاده از تولید داخلی و تأمین کسری آن از طریق واردات صورت بگیرد. مشکلات ناشی از توزیع ناعادلانه مواد غذایی عمدتا بدلیل تفاوت درآمد اقشار مختلف جامعه و بعضا بروز عوامل اقلیمی نظیر خشکسالی‌ها و عدم پیش‌بینی به موقع به وجود می‌آید.

اتاق بازرگانی و صنایع و معادن و کشاورزی ایران به دلیل اهمیت مقوله امنیت غذایی از سال ۸۹ تاکنون نسبت به رصد این مسأله اقدام و گزارش آماری و تحلیلی تهیه و در اختیار سیاستگذاران و علاقمندان قرار می‌دهد.

کتاب «وضعیت منابع زمین و آب جهان برای غذا و کشاورزی» که توسط سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (فائو) نوشته شده حاوی مطالب سودمندی از جمله ارتباط امنیت غذایی با منابع پایه (آب، خاک و محیط‌زیست) است که برای کشورهایی که بیشتر باید این دو موضوع مهم را در ارتباط با هم مدنظر و عمل قرار دهند از جمله کشور ما مفید و راهنما می‌باشد.

در ادامه جا دارد از مرکز ملی مطالعات راهبردی کشاورزی و آب اتاق ایران به خاطر اقدام به ترجمه و نشر آن، سازمان خواروبار و کشاورزی ملل متحد (فائو) برای اجازه ترجمه و نشر و همچنین مترجمان و ویرایشگران این کتاب تشکر کرده و مطالعه آن را به سیاستگذاران و مسئولان امینت غذایی کشور، اساتید و دانشجویان توصیه می‌نمایم.

غلامحسین شافعی

رئیس اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی ایران

بسمه تعالی

مقدمه

برقراری امنیت غذایی مطابق با مفاهیم تعریف شده از حقوق مسلم انسان‌ها و همواه موجب دغدغه دولت‌ها می‌باشد، لازمه تحقق پایداری امنیت غذایی، حفظ و مدیریت منابع پایه: آب، خاک و محیط زیست می‌باشد تا علاوه بر آن فضا و شرایط اطمینان‌بخش لازم برای ادامه حیات در کره خاکی فراهم گردد.

فعالیت‌های بشر به‌خصوص بعد از انقلاب صنعتی و به‌ویژه در یکی دو قرن اخیر باعث تغییرات قابل ملاحظه در شرایط اکولوژیی، زیست‌محیطی و آب و هوایی کره زمین گردیده و خسارت‌های غیر قابل جبرانی در پی داشته است. رشد فزاینده جمعیت پس از پایان جنگ جهانی دوم و هدف‌گذاری دولت‌ها در تأمین مواد غذائی کافی و با کیفیت بدون برقراری مدیریت مطلوب منابع پایه به ایجاد شرایط زیان‌بار اقلیمی انجامیده است.

تامین غذای کافی و با کیفیت برای جمعیت رو به تزاید جهان، بیش از ۹ میلیارد نفر در سال ۲۰۵۰، از یک طرف و الزام و اجبار به ترمیم منابع پایه خسارت‌دیده از طرف دیگر، نیازمند راهبردی جامع و کارآمد می‌باشد که می‌بایست مورد وفاق و اقدام همه جوامع بشری قرار گیرد. اتخاذ سیاست جمعیتی با نگرش آمایش سرزمین و استفاده معقولانه و متعادل از ظرفیت‌های محیطی در کنار اقداماتی نظیر کاهش ضایعات محصولات تولید شده، شناسائی شکاف عملکرد در هر منطقه و استفاده صحیح از تکنولوژی‌های مناسب در راستای کاهش این فاصله می‌تواند دستیابی به دو هدف عمده مذکور را امکان‌پذیر و آسان سازد.

این کتاب با عنوان «وضعیت منابع زمین و آب جهان برای غذا و کشاورزی» که توسط سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (فائو) تهیه و به چاپ رسیده به جهان هشدار می‌دهد که ترمیم آثار رفتار گذشتگان نسبت به منابع پایه با تأخیر و به کندی صورت می‌گیرد. در این کتاب کوتاهی نهادها و ساختارهای مسئول در شناخت و همچنین تلاش برای اقدامات جبرانی به وضوح بیان شده است. مدیریت مشارکتی با حضور ذینفعان و رویکرد از پایین به بالا، توسعه همکاری‌های بین‌المللی و استفاده از تجارب موفق در سایر کشورها در راستای دو هدف عمده (امنیت غذائی و احیاء و ترمیم منابع پایه) مؤکدا مورد توجه قرار گرفته است.

مطالعه این کتاب برای سیاستگذاران، پژوهشگران، کارشناسان، ذینفعان و ذیمدخلان پیشنهاد می‌گردد.

لازم می‌دانم از زحمات و خدمات ارزشمند مترجمان و ویراستاران در ترجمه و ویرایش این کتاب و همچنین سایر دست‌اندرکاران، قدردانی و تشکر نمایم.

محمدحسین شریعتمدار

سرپرست مرکز ملی مطالعات راهبردی کشاورزی و آب اتاق ایران

پیشگفتار

این گزارش وضعیت منابع زمین و آب جهان برای غذا و کشاورزی[1] را تجزیه و تحلیل می‌کند، و به موضوعی می‌پردازد که در تازه‌ترین مجموعهٔ انتشارات سازمان خواربار و کشاورزیملل متحد[2] کمتر به آن پرداخته‌اند، و اطلاعات و تحلیل جامعی از وضعیت موجود، روندها و چالش‌هایی را ارائه می‌کند، که مهم‌ترین عوامل تولید کشاورزی یعنی زمین و آب با آن روبرو هستند.

منابع زمین و آب محور توسعهٔ کشاورزی و روستایی‌اند و به صورت بنیادین با چالش‌های جهانی عدم امنیت غذایی، فقر، سازگاری و مقابله با تغییر آب و هوا و هم‌چنین تخریب و تخلیهٔ منابع طبیعی، که معیشت میلیون‌ها نفر از مردم روستایی جهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد، در ارتباط می‌باشند.

برآوردهای فعلی نشان می‌دهند که جمعیت جهان از ۶/۹ میلیارد نفر کنونی به ۹/۱ میلیارد نفر در سال ۲۰۵۰ افزایش می‌یابد. علاوه بر این، پیشرفت‌های اقتصادی به‌ویژه در کشورهای نوظهور منجر به افزایش تقاضا برای غذا و تنوع غذایی خواهد شد و درنتیجه تقاضای جهانی برای غذا افزایش خواهد یافت، و پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۵۰ تولید غذا در جهان تا ۷۰٪ و در کشورهای در حال توسعه تا ۱۰۰٪ افزایش یابد. حال آنکه منابع زمین و آب، که اساس تولید غذا می‌باشند، محدودند و همین امروز نیز تحت فشار زیادی قرار دارند. بنابراین در آینده محصولات کشاورزی باید با بهره‌وری بالاتر و درعین‌حال به شکل پایدارتر تولید شوند.

بنابراین هدف اصلی این کتاب آگاهی‌بخشی دربارهٔ وضعیت منابع زمین و آب و اطلاع‌رسانی در مورد فرصت‌ها و چالش‌های مرتبط با آن است. سال‌هاست که جایگاه فائو به‌عنوان یگانه مرجع انواع داده‌های جهانی در مورد زمین و آب تثبیت شده است. همهٔ این داده‌ها در این کتاب استفاده شده است. جامع‌ترین و روزآمدترین اطلاعات مرتبط با دسترسی به منابع زمین و آب، چگونگی استفاده از این منابع و مدیریت آن‌ها و هم‌چنین توسعه و روندهای آینده ارائه می‌گردد. این کتاب هم‌چنین محرک‌های اصلی تغییرات جهانی شامل تقاضاهای ناشی از تغییرات جمعیتی، تغییر الگوی مصرف، اثرات تولید سوخت زیستی و تغییرات آب و هوا را مد نظر قرار می‌دهد.

مطالعهٔ محیط‌های گوناگونی که سیمای کشاورزی جهان را توصیف می‌کنند اساس گزارش وضعیت منابع زمین و آب جهان را تشکیل می‌دهد. این مطالعه، مناطق جغرافیایی با تراکم جمعیتی بالا که در آن‌ها نظام‌های تولید محصولات دیم و آبی به‌شدت تحت فشارند و خطر رسیدن به حد نهایی افزایش تولید و بهره‌وری را دارند مشخص می کند. سپس توجه جامعه جهانی به این نظام‌های در معرض خطر جلب می‌شود، تا اقدام‌های اصلاحی به‌هنگام و هماهنگ از طریق سرمایه‌گذاری و همکاری‌های بین‌المللی نه‌تنها در سطح جهانی بلکه در سطح محلی (که احتمالاً عواقب ناشی از بی‌توجهی به کشاورزی در این سطح شدیدتر است) انجام شود.

گزارش وضعیت جهانی منابع زمین و آب هم‌چنین نقش ضروری سیاست‌ها، نهادها و سرمایه‌گذاری‌های مناسب را برجسته می‌سازد؛ نقشی که متضمن دسترسی برابر به منابع و مدیریت مؤثر و پایدار است، که اغلب هم کمرنگ شده است

1. State of the World's Land and Water Resources (SOLAW)
2. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)

و در عین حال سطح قابل قبولی از توسعه اقتصادی را تضمین می‌کند. هم‌چنین گزینه‌ها و راهبردهایی را برای پرداختن به مسائل امروزی، مانند کمیابی آب[1] و تخریب اراضی، مطرح می‌کند.

گزارش وضعیت جهانی منابع زمین و آب نمونه‌های زیادی از اقدام‌های موفق در نقاط مختلف جهان را نشان می‌دهد و از میان این نمونه‌ها گزینه‌هایی که قابلییت تکرارپذیری در دیگر نقاط را دارد ارائه می‌کند. برنامه‌ریزی و مکانیسم‌های لازم برای چنین اقداماتی مشخص‌شده است و انتخاب گزینه‌ها با توجه به افزایش رقابت بر سر منابع زمین و آب لزوماً نیازمند ارزیابی ذی‌نفعان از بده بستان‌ها بین انواع کالاها و خدمات اکوسیستم است. این اطلاعات به عزم سیاسی، اولویت‌بندی و اقدام‌های اصلاحی سیاست‌ـمحور در بالاترین سطوح تصمیم‌گیری کمک خواهد کرد.

ژاک دیوف
مدیرکل سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (فائو)

1. Water Scaercity

مقدمه

تغذیهٔ جمعیت در حال رشد

در چالشی که برای افزایش امنیت غذایی در سراسر جهان وجود دارد، منابع زمین و آب و نحوه استفاده از آن‌ها نقش اساسی ایفا می‌کند. احتمالاً فشارهای جمعیتی، تغییرات آب و هوایی و افزایش رقابت بر سر زمین و آب منجر به آسیب‌پذیرتر شدن امنیت غذایی خصوصاً در آفریقا و آسیا خواهد شد. تأمین غذای کافی برای هر فرد در سراسر جهان هرگز با چنین چالش بزرگی روبه‌رو نبوده است.

جمعیت جهان هم‌چنان رو به افزایش است. جمعیت امروزی در حدود ۷ میلیارد نفر است که انتظار می‌رود تا سال ۲۰۵۰ به ۹ میلیارد نفر افزایش یابد (United Nations, 2009). در آن زمان، سالانه به حدود یک میلیارد تن غلات بیشتر و ۲۰۰ میلیون تن محصولات دامی بیشتر نیاز خواهد بود. (Bruinsma,2009). در کشورهای در حال توسعه، که چالش پیش رویشان نه تنها تولید غذا بلکه تضمین دسترسی خانوارها به غذا و امنیت غذایی است، رشد کشاورزی ضروری‌تر هم است.

امروزه حدود یک میلیارد نفر به‌ویژه در آفریقای سیاه[1] (۲۳۹ میلیون نفر) و آسیا (۵۷۸ میلیون نفر) دچار سوءتغذیه هستند. در کشورهای در حال توسعه، حتی اگر تولیدات کشاورزی تا سال ۲۰۵۰ دو برابر شود، باز هم از هر ۲۰ نفر یک نفر در معرض خطر سوءتغذیه قرار دارد. این یعنی حدود ۳۷۰ میلیون انسان گرسنه‌اند و باز بیشتر آن‌ها در آفریقا و آسیا هستند. چنین رشدی به این معنا است که کشاورزی هم‌چنان موتور حیاتی توسعهٔ اقتصادی خدمات محیط زیستی و محور کاهش فقر در جوامع روستایی خواهد بود.

برای بهبود تغذیه و کاهش ناامنی غذایی و سوءتغذیه، در آینده باید رشد تولیدات کشاورزی سریع‌تر از رشد جمعیت باشد. این امر بایستی تا حد زیادی بر روی زمین‌های زیر کشت فعلی محقق شود. بنابراین بهبودها باید از کشاورزی متراکم پایدار با استفادهٔ مؤثر از منابع زمین و آب بی‌آنکه به این منابع لطمه وارد شود حاصل گردد.

تا کنون سیاست‌ها، روش‌ها و فناوری‌هایی که برای افزایش تولید و بهبود امنیت غذایی لازم است به‌کرات بررسی شده و دربارهٔ مکانیسم‌های نهادی و توسعهٔ تجارت و بازار و تسهیلات مالی برای افزایش پایدار بهره‌وری در سطح بین‌المللی بحث شده است. در سطح ملی، اقداماتی برای افزایش تولید و بهبود امنیت غذایی در دست اجراست که شامل سرمایه‌گذاری به نفع فقرا، سیاست‌های بازارپسند، نهادها و مشوق‌ها، زیرساخت‌ها و خدمات لازم می‌شود. با این وجود هنوز چالش‌هایی باقی است.

افزایش رقابت بر سر زمین و آب

در این زمینه علائم هشداردهنده‌ای وجود دارند و نشان می‌دهد که نرخ رشد تولیدات کشاورزی رو به کاهش است. امروزه نرخ ۳ درصدی رشد سالانهٔ تولیدات کشاورزی، که در گذشته در کشورهای در حال توسعه وجود داشت، به نصف کاهش یافته است. در سال‌های ۲۰۰۷ و ۲۰۰۸ شوک قیمت غذا، همچون بالا رفتن قیمت غلات، باعث نارضایتی مردم شد

---

۱. مناطق جنوبی صحرای آفریقا

و در سال‌های بعد به دلیل آنکه در کشورهای در حال توسعه سرمایه‌گذاران مستقل و تجاری شروع به گرفتن زمین‌های کشاورزی کرده‌اند، رقابت بر سر زمین و آب به سکون نسبی رسیده است. در سطح قابل توجهی از اراضی کشاورزی درجه یک، میان تولید مواد اولیهٔ سوخت زیستی و تولید غذا رقابت وجود دارد. سیل‌های بزرگ، خشکسالی و رانش زمین پایداری منابع زمین و آب را به خطر انداخته است.

مشکلات ساختاری عمیق‌تری در زمینهٔ منابع طبیعی ظاهر شده است. کمیابی آب رو به افزایش است. شورشدن و آلودگی مسیل‌ها و بدنه‌های آبی و تخریب اکوسیستم‌های وابسته به آب رو به افزایش است. در بسیاری از رودخانه‌های بزرگ، تنها ۵ درصد از حجم آب قبلی در جریان است و برخی رودها مانند رود هوآنگ‌هی دیگر در هیچ وقت سال به دریا نمی‌رسد. دریاچه‌های بزرگ و دریاهای درون‌مرزی کوچک شده‌اند و نیمی از تالاب‌های اروپا و شمال آمریکا از بین رفته‌اند. رواناب جاری در خاک‌های رو به فرسایشْ سدها را پر می‌کند و باعث کاهش عرضه آب و نیروی برق‌آبی می‌شود. آب زیرزمینی به‌شدت پمپاژ می‌شود و آبخوان‌ها در برخی مناطق ساحلی به‌شدت آلوده و شور می‌شوند. در بخش‌های بزرگی از تمامی قاره‌ها، اکوسیستم دچار اختلال شدید به‌ویژه کاهش کیفیت خاک می‌شود، تنوع زیستی از بین می‌رود و ارزش‌های میراث فرهنگی آسیب می‌بیند.

در حال حاضر کشاورزی یکی از عوامل اصلی تولید گازهای گلخانه‌ای است، که سهم آن در انتشار گازهای گلخانه‌ای در جهان به حدود ۱۳/۵ درصد می‌رسد (IPCC, ۲۰۰۷). هم‌زمان، تغییر آب و هوا و خشکی ناشی از آن موجب گرم شدن زمین و تغییر در الگوهای بارشی و افزایش وقایع حدی آب و هوایی می‌شود. این خود باعث افزایش ریسک کار و بی‌ثباتی امور برای کشاورزان می‌شود. بیشترین آسیب‌پذیری از این تغییرات و کمترین توانایی برای سازگاری با آن‌ها را کشاورزان فقیر در کشورهای کم درآمد دارند.

افزایش مداوم آبزی‌پروری داخلی نیز منجر به رقابت بر سر منابع زمین و آب می‌شود: متوسط سرانهٔ مصرف ماهی در آبزی‌پروری بین سال‌های ۱۹۷۰ و ۲۰۰۸ هر سال به طور متوسط با نرخ حدود ۶/۶ درصد افزایش یافته (FAO, ۲۰۱۰)، که منجر به افزایش تقاضای خوراک ماهی و زمین و آب برای ساخت حوضچه‌های پرورش ماهی شده است.

روند کاهش ظرفیت اکوسیستم‌ها در تأمین کالاهای حیاتی و خدمات بر ظرفیت تولید مناطق مهم تولید غذا اثر گذاشته است. اگر این روندها ادامه یابند، شدیدترین ضربه بر امنیت غذایی کشورهای در حال توسعه که هم آب و هم خاک‌های حاصلخیز کمتری دارند وارد می‌شود. با این وجود در برخی مناطق، سیاست‌ها، اقدام‌های مدیریتی و فناوری بهتر (که تعامل مناسب بین نیازهای محیط زیستی و تولیدات کشاورزی را در نظر می‌گیرد)، روند تغییرات منفی را مهار کرده است، و راه را برای اجرای مدل‌های کشاورزی متراکم پایدار هموارتر کرده است. با این وجود، خطرات قابل توجه است. بر اساس روندهای فعلی، مجموعه‌ای از نظام‌های مهم زمین و آب و تولیدات غذایی در معرض خطر قرار دارند.

چشم‌انداز کتاب

این کتاب عمدتاً به موضوع زمین و آب برای تولید محصولات کشاورزی می‌پردازد، و پاسخ‌های تولید مورد نیاز برای برآورد تقاضا را بررسی می‌کند. هم‌چنین ظرفیت منابع زمین و آب جهان برای دستیابی به میزان افزایش مورد نظر در تولید و بازدهی را مورد ارزیابی قرار می‌دهد. خطرات و بده بستان‌ها، ارزیابی شده و برای مدیریت این چالش‌ها بدون آسیب رساندن به منابع پایه، گزینه‌ها مرور می‌شود.

اگرچه دربارهٔ استفاده از زمین و آب برای جنگل‌داری و دام در فصل اول به اختصار بحث شده، این موضوعات با جزییات بیشتر در دو گزارش پیشین سازمان خواربار وکشاورزی جهانی آمده‌اند، و خوانندگان می‌توانند به آن‌ها مراجعه کنند: وضعیت جنگل‌های جهان (The state of world forest, FAO, 2009 a) و وضعیت غذا و آبزی‌پروری (The state of food and Aquaculture, 2009 b) . هم‌چنین تجزیه و تحلیل‌هایی با جزئیات بیشتر از روند تغییرات و چالش‌های شیلات داخلی و آبزی‌پروری در گزارش اخیر سازمان خواربار و کشاورزی جهانی با عنوان وضعیت شیلات و کشاورزی جهان (The state of world Fisheries and Aquaculture, FAO, 2010a) ارائه شده است. ضمیمهٔ این گزارش‌های جهانی، تجزیهٔ و تحلیل جامع جنسیت در کشاورزی در گزارش‌های فائو و بانک جهانی است (World Bank, 2009; FAO, 2011).

فصل اول این گزارش، وضعیت فعلی منابع زمین و آب همراه با روند تغییراتشان را مورد بررسی قرار می‌دهد. این فصل هم‌چنین جنبه‌های فنی و بیوفیزیکی این منابع و نحوهٔ استفاده از آن‌ها را ارزیابی نموده و تصویری از سال ۲۰۵۰ ارائه می‌نماید. در فصل دوم، ضمن مرور ساختار و سازوکارهای نهادی موجود، اثرات اقتصادی‌اجتماعی و محیط زیستی مدیریت فعلی زمین و آب را ارزیابی می‌کند. فصل سوم، عوامل تهدیدهای حال و آیندهٔ زمین و آب و پیامدهای این تهدیدات را در نظام‌های مهم در معرض خطر را مرور می‌نماید. فصل چهارم، الزامات و گزینه‌ها برای دستیابی به سطح لازم از تولید و بهره‌وری پایدار را بررسی می‌کند. فصل پنجم، پاسخ‌های نهادی در سطوح محلی، ملی و بین‌المللی را ارزیابی نموده و به تحلیل درس‌هایی برای آینده می‌پردازد. درنهایت فصل ششم، نتایج را جمع بندی و توصیه‌های سیاستی تکمیلی را ارائه می‌کند. همهٔ این چشم‌اندازها بر وجود رویکردهای عملی گام‌به‌گام برای رسیدن به الگوی جدید تولید در کشاورزی پایدارتر با تولید کربن کمتر و مدیریت زمین و آب با حساسیت بیشتر کشاورزان به مسائل اکولوژیکی، و حمایت‌های سیاستی، نهادی و تشویقی از سوی دولت‌ها و جامعهٔ بین الملل استوار می‌باشد.

تقدیر و تشکر

قدردانی

در تهیه و تنظیم گزارش «وضعیت جهانی منابع، زمین و آب از لحاظ غذا و کشاورزی» از حمایت، داده و اطلاعات افراد و مؤسسات تخصصی بهره برده شده است که شایان قدردانی است:

مفهوم سازی و نظارت کلی: پی. کوه‌افکن (P. Koohafkan)

هماهنگی: اچ. جورج (H. George)

آماده‌سازی و گردآوری گروه اصلی مؤلفان: اچ. جورج، جی-ام فورس (J-M. Faurés)، جی بورک (J. Burke)، ان فورلانو (N. Forlano)، اف ناخترگائل (F. Nachtergaele)، پی گروپو (P. Groppo)، اس بانینگ (S. Bunning)، پی کوه افکن و پی ستدوتو (P. Steduto)

داوران و مشاوران خارجی: اچ‌پی‌بینسوانگر (H. P. Binswanger)، آر کوننت (R. Conant)، پی ماهلر (P. Mahler)، آر ستوارت (R. Stewart) و آر بینکمن (R. Binkman)

گروه نویسندگان خلاصه گزارش: سی اس وارد (C. S. Ward) (مشاور مستقل) و جی‌پرتی (J. Pretty) (دانشگاه اسکس (University of Essex))

تهیه و بررسی گزارش‌های موضوعی و فصل‌های گزارش:

دی بارتلی (D. Bartley)، سی باتلو (C. Batello)، ام برناردی (M. Bernardi)، آر بیانکالانی (R. Biancalani)، اچ پی بینسوانگر، جی بونال (J. Bonnal)، جی برونسما (J. Bruinsma)، اس بانینگ، جی بورکه (J. Burke)، سی کاساروتو (C. Casarotto)، ان سناچی (N. Cenacchi)، ام کلاف (M. Cluff)، آر کومانی (R. Cumani)، جی د لا کروز (J. De la Cruz)، سی د یانگ.C) (De Young، او دوبویس (O. Dubois)، تی فاکون (T. Facon)، جی‌ـام فورس، ان فورلانو (N. Forlano)، جی فرانسچینی (G. Franceschini)، ک فرنکن (K. Frenken)، تی فردریک (T. Fredrich)، ای فین (A. Fynn)، جی گالت (J. Gault)، اچ جورج، پی گربر (P. Gerber)، پی گراسینی (P. Grassini)، پی گروپو، تی هوفر (T. hofer)، جی هوگیون (J. Hoogeveen)، بی هادلستون.B) (Huddleston، دبلیو کلم (W. Klemm)، پی ک کوه افکن، آر لال (R. Lal)، دی لانتیری (D. Lantieri)، جی لاتهم (J. Latham)، سی لیکونا منظور (C. Licona Manzur)، ال لیپر (L. Lipper)، ام لویچه‌ـویکی (M. Loyche-Wilkie)، جی ماتئوـساگاستا -J. Ma) (teo-Sagasta، پی ماتئو (P. Mathieu)، جی موناز (G. Munaz)، اف ناخترگائل، سی نیلی (C. Neely)، دی پالمر (D. Palmer)، ام پتری (M. Petri)، تی پرایس (T. Price)، تی رابینسون (T. Robinson)، اس رز (S. Rose)، ام سالمن (M. Salman)، وی سادراس (V. Sadras)، اس شلینگ لوف (S. Schlingloff)، پی ستدوتو، ال استراواتو (L. Stravato)، پی تالاه (P. Tallah)، ال تیومبیانو.L) (Thiombiano، جی ترنبرگ (J. Tranberg)، اف توبیلو (F. Tubiello)، جی والبو ـ جورگنسن (J. Valbo-Jorgensen) و ام ون در ولده (M van der Velde).

موسسات تخصصی که در تهیه و تدوین گزارشات موضوعی نقش داشته‌اند:

جی فیشر (G. Fischer)، اچ هیزسنیک (E. Hizsnyik)، اس پریلر (S. Prieler) و دی ای ویبرگ (D. A. Wiberg) از مؤسسه بین‌المللی تجزیه و تحلیل سیستم‌های کاربردی IIASA[1]

آر منزن‌ـدیک (R. Meinzen-Dick)، ای کونیا (E. Nkonya) و سی رینگلر (C. Ringler) از موسسه بین‌المللی تحقیقات سیاست غذا IFPRI[2]

ال کوتولا (L. Cotula) از مؤسسه بین‌المللی توسعه و محیط‌زیست IIED[3]

1. International Institute for Applied Systems Analysis
2. International Food Policy Research Institute
3. International Institute for Environment and Development

جی. شویلچ (G. Schwilch)، سی هائرت (C. Hauert) و اچ لینیگر (H. Liniger) از مرکز محیط‌زیست و توسعه دانشگاه برن CDE[1]
اس سیبرت (S. Siebert) از دانشگاه بن آلمان/ دانشگاه فرانکفورت
موسسهء ژئودیتا[2] (دانشگاه ساوتهامپتون[3])
انجمن نظارت بر زمین، آب و منابع طبیعی AGTER[4]

تهیه آمار و نقشه‌ها: ک فرنکن (K. Frenken)، اچ جورج، جی‌ـام فورس، جی هوگیون، ال پیزر (L. Peiser)، ام مارینللی (M. Marinelli)، ام پتری و ال سیمئون (L. Simeone) با همکاری آر بیانکالانی، جی لاتهام و آر کومانی

دست‌اندرکاران سامانهٔ کتاب: اچ جورج، ال پیزر و اس جیاچیو (S. Giaccio) با همکاری جی لانزارون (G. Lanzarone)، ام فانی (M. Fani)، دی لانزی (D. Lanzi)، ام مارینللی، بی موکونیورا (B. Mukunyora)، اف نیجدرس (F. Snijders) و ک سولیوان (K. Sullivan)

هماهنگی برای انتشار و طراحی گرافیک: ان فورلانو (N. Forlano)، آر توکر (R Tucker) و جی مورگان (J. Morgan) با همکاری جی زانوللی (G. Zanolli)، ام اومناا
اومنا (M. Umena) و پی مندر (P. Mander)

دستیار دبیر: ام فینکا (M. Finka)

1. Centre for Development and Environment, University of Berne
2. Geodata Institute
3. University of Southampton
4. Association the Governance of Land, Water and Natural Resources

فهرست علائم اختصاری

AEZ	Agro-ecoligical zoning	پهنه‌بندی اکولوژیکی-کشاورزی
AGTER	Association for the Governance of Land, Water and Natural Resources	انجمن حکمرانی زمین، آب و منابع طبیعی
AgWA	Partnership for Agricultural Water in Africa	مشارکت برای آب کشاورزی در آفریقا
APFAMGS	Andhra Pradesh Farmer Managed Groundwater Systems	سامانه‌های آب زیرزمینی با مدیریت کشاورزان آندراپرادش
AQUASTAT	FAO's global information system on water and agriculture	سامانهٔ اطلاعات جهانی آب و کشاورزی فائو
ARID	Association Régionale de l'Irrigation et du Drainage	انجمن منطقه‌ای آبیاری و زهکشی آفریقای غربی و مرکزی
ASEAN	Association of Southeast Asian Nations	انجمن ملل آسیای جنوب غربی
AU	African Union	اتحادیهٔ آفریقا
CA	conservation agriculture	کشاورزی حفاظتی
CAAPP	Comprehensive Africa Agriculture Development Programme	برنامهٔ جامع توسعهٔ کشاورزی در آفریقا
CBD	United Nations Convention on Biological Diversity	کنوانسیون ملل متحد پیرامون تنوع بیولوژیکی
CBO	community-based organization	سازمان جامعه‌محور
CCX	Chicago Climate Exchange	مبادلهٔ آب و هوایی شیکاگو
CDE	Centre for Development and Environment	مرکز توسعه و محیط‌زیست
CDM	Clean Development Mechanism	مکانیسم توسعهٔ پاک
CEC	cation exchange capacity	ظرفیت تبادل کاتیونی
CEOS	Committee on Earth Observation Satellites	کمیتهٔ ماهواره‌های مشاهداتی زمین
CGIAR	Consultative Group on International Agricultural Research	گروه مشاوره‌ای تحقیقات بین‌المللی کشاورزی
DFID	Uk Department for International Development	بخش توسعهٔ بین‌الملل بریتانیا
EIA	environmental impact assessments	ارزیابی اثرات محیط زیستی
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária	شرکت برزیلی پژوهش‌های کشاورزی
ENSO	El Niño southern oscillation	نوسانات جنوبی ال نینو
ESA	European Space Agency	آژانس فضایی اروپا
EU	European union	اتحادیهٔ اروپا

FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations	سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (فائو)
FAOSTAT	FAO statistical database	پایگاه داده‌های آماری فائو
FCT	Forest Carbon Tracking Task	مأموریت ردیابی کربن در جنگل‌ها
FDI	foreign direct investment	سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی
FIVIMS	Food Insecurity and Vulnerability Information and Mapping Systems	سامانه‌های نقشه‌نگاری و اطلاعات آسیب‌پذیری و عدم امنیت غذایی
FLO	Fairtrade Labelling Organizations International	سازمان‌های بین‌المللی برچسب‌گذاری تجارت منصفانه
GAEZ	Global Agro-Ecological Zones	پهنه‌های اکولوژیکی-کشاورزی جهان
GEF	Global Environment Facility	تسهیلات جهانی محیط‌زیست
GEO	Group on Earth Observations	گروه‌های مشاهدات زمین
GEOSS	Global Earth Observation System of Systems	سامانهٔ جهانی مشاهدهٔ زمین
GHG	greenhouse gas	گاز گلخانه‌ای
GIAHS	Globally Important Agricultural Heritage Sites	مکان‌های مهم میراث کشاورزی جهان
GIS	geographical information system	سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH	انجمن همکاری‌های بین‌المللی آلمان
GLADIS	Global Land Degradation Information System	سامانهٔ اطلاعات جهانی تخریب زمین
GLASOD	Global Assessment of Soil Degradation	ارزیابی جهانی تخریب خاک
GTOS	Global Terrestrial Observing System	سامانهٔ جهانی مشاهداتی زمینی
GWP	Global Water Partnership	همکاری جهانی آب
HASHI	Hifadhi Ardhi Shinyanga (Land Rehabilitation Programme, Tanzania	برنامهٔ اصلاح اراضی شینیانگا، تانزانیا
IDA	International Development Association (World Bank	انجمن توسعهٔ بین‌الملل (بانک جهانی)
IEA	International Energy Agency	آژانس بین‌المللی انرژی
IFAD	International Fund for Agricultural Development	سرمایه‌گذاری بین‌المللی برای توسعه کشاورزی
IFPRI	International Food Policy Research Institute	مؤسسهٔ پژوهشی بین‌المللی سیاست غذا
IIASA	International Institute for Applied Systems Analysis)	مؤسسهٔ بین‌المللی آنالیز سامانه‌های کاربردی
IIED	International Institute for Environment and Development	مؤسسهٔ بین‌المللی محیط‌زیست و توسعه
IMAWESA	Improved Management of Agricultural Water in Eastern and Southern Africa	مدیریت بهبودیافتهٔ آب کشاورزی در آفریقای شرقی و جنوبی
IMT	irrigation management transfer	انتقال مدیریت آبیاری
INM	integrated nutrient management	مدیریت تلفیقی تغذیه
IPM	integrated pest management	مدیریت تلفیقی آفات
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change	هیئت بین‌الدولی تغییر اقلیم

IPPC	Integrated Pollution and Prevention Control (Directive	کنترل و پیشگیری یکپارچهٔ آلودگی
IRWR	internal renewable water resources	منابع آب تجدیدپذیر داخلی
IWMI	International Water Management Institute	مؤسسهٔ بین‌المللی مدیریت آب
LADA	Land Degradation Assessment in Drylands	ارزیابی تخریب زمین در مناطق خشک
LCBC	Lake Chad Basin Commission	مجمع حوضهٔ دریاچه چاد
LIFDC	low income food-deficit countries	کشورهای کم درآمد دچار کمبود غذا
M&E	monitoring and evaluation	پایش و ارزیابی
MASSCOTE	Mapping System and Services for Canal Operation Techniques	سامانهٔ نقشه‌نگاری و خدمات تکنیک‌های بهره‌برداری کانال
MDG	Millennium Development Goal	اهداف توسعهٔ هزاره
MEA	Millennium Ecosystem Assessment	ارزیابی اکوسیستم هزاره
MICCA	Mitigation of Climate Change in Agriculture	کاهش اثرات تغییر آب و هوا در کشاورزی
NGO	non-govenmental organization	سازمان‌های غیردولتی
NPK	nitrogen, phosphorus, potassium (fertilizer)	نیتروژن، فسفر، پتاسیم (کود)
OAS	Organization of American States	سازمان‌های ایالات متحده امریکا
ODA	official development assistance	مشارکت در توسعه رسمی
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development	سازمان توسعه و همکاری‌های اقتصادی
PES	payment for environmental services	پرداخت هزینه برای خدمات محیط‌زیستی
PIM	participatory irrigation management	مدیریت آبیاری مشارکتی
PNTD	participatory and negotiated territorial development	توسعهٔ ارضی مشارکتی و مذاکره‌ای
PPP	policy-private partnership	مشارکت خصوصی-عمومی
PRA	participatory rural appraisal	ارزیابی مشارکت روستایی
PRODEBALT	Lake Chad Basin Sustainable Development Program	برنامهٔ توسعهٔ پایدار حوضهٔ دریاچهٔ چاد
RAE	Rehabilitation of Arid Environments	احیای محیط‌های خشک
REDD+	Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation and the enhancement and conservation of forest carbon stocks and sustainable management of forests in developing countries	کاهش انتشار گاز ناشی از جنگل‌زدایی و تخریب جنگل‌ها وافزایش ذخائر کربن جنگل‌ها و حفاظت از آن‌ها و مدیریت پایدار جنگل‌ها در کشورهای در حال توسعه
SADC	Southern African Development Community	انجمن توسعهٔ آفریقای جنوبی
SARIA	Southern Africa Regional Irrigation Association	انجمن آبیاری منطقه‌ای آفریقای جنوبی
SLM	sustainable land management	مدیریت پایدار اراضی
SLWM	sustainable land and water management	مدیریت پایدار آب و زمین
SNIF	national reclamation society(Romania)	انجمن ملی اصلاح (رومانی)
SOLAW	State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture	وضعیت منابع آب و زمین جهان برای غذا و کشاورزی
SRI	system of rice intensification	سیستم کشت متراکم برنج

UNCCD	United Nations Convention to Combat Desertification	کنوانسیون سازمان ملل متحد برای مقابله با بیابان‌زایی
UNCTAD	United Nations Conference on Trade and Development	کنفرانس سازمان ملل متحد پیرامون تجارت و توسعه
UNDP	United Nations Development Programme	برنامهٔ توسعهٔ سازمان ملل متحد
UNEP	United Nations Environmental Programme	برنامهٔ محیط‌زیستی سازمان ملل متحد
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change	کنوانسیون چارچوب ملل متحد پیرامون تغییر اقلیم
UN-REDD	United Nations Collaborative Programme on Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation in Developing Countries	برنامهٔ مشارکتی سازمان ملل متحد پیرامون کاهش انتشار گاز ناشی از جنگل‌زدایی و تخریب جنگل‌ها در کشورهای درحال توسعه
WFD	Water Framework Directive(EU	رهنمودها در چارچوب آب (اتحادیهٔ اروپا)
WFP	world food programme	برنامهٔ جهانی غذا
WOCAT	world overview of conservation approaches and technologies	دیدگاه جهانی پیرامون رویکردها و فناوری‌های حفاظتی
WTO	World Trade Organization	سازمان تجارت جهانی
WUA	water user association	انجمن آب‌بران
WWAP	World Water Assessment Programme	برنامهٔ جهانی ارزیابی آب
WWC	World Water Council	شورای جهانی آب

فهرست جدول‌ها

جدول ۱–۱: توزیع منطقه‌ای گروه‌های اصلی کاربری زمین (۲۰۰۰) ۴۶
نقشه ۱–۱: پوشش و کاربری غالب زمین ۴۸
جدول ۲–۱: میزان خالص تغییرات در کاربری عمدهٔ زمین (میلیون هکتار) ۴۹
جدول ۳–۱: درصد تناسب اراضی با فرض وجود سیستم‌های تولید مطلوب برای کشورها با گروه‌های درآمدی مختلف ۵۰
جدول ۴–۱: برداشت آب در بخش‌های اصلی مصرف ۵۲
جدول ۵–۱: انواع نظام‌های دیم ۵۶
جدول ۶–۱: توزیع زمین زیر کشت بر حسب رده‌بندی کیفیت خاک از نظر برخورداری از مواد مغذی طبیعی ۶۱
جدول ۷–۱: برآورد شکاف عملکرد (درصد بالقوه) برای ترکیبی از غلات، محصولات ریشه‌ای و غده‌ای، حبوبات، دانه‌های روغنی و سبزیجات ۶۴
جدول ۸–۱: مساحت زمین‌های مجهز به نظام آبیاری ۶۵
جدول ۹–۱: متوسط سالانهٔ بلندمدت منابع آب تجدیدپذیر و میزان برداشت آب آبیاری ۷۰
جدول ۱۰–۱: سهم اراضی آبی و سهم تولید غلات آبی از کل غلات تولیدی ۷۲
جدول ۱۱–۱: پهنه‌بندی منطقهای نظام‌های دامداری ۷۸
جدول ۱۲–۱: تاریخچهٔ رشد و رشد پیش‌بینی‌شده در تولید غلات ۸۲
جدول ۱۳– ۱: رشد پیش‌بینی‌شده در تولیدات کشاورزی: محتمل‌ترین نتایج ۸۳
جدول ۱۴–۱: پیش‌بینی سطح اراضی تحت آبیاری تا سال ۲۰۵۰ ۸۴
جدول ۱۵–۱: متوسط سالانه بلندمدت منابع آب تجدیدپذیر و برداشت آب آبیاری در ۲۰۰۶، ۲۰۵۰ ۸۶
جدول ۱۶–۱: موجودی و کیفیت منابع زمین جهان که برای تولید محصول مناسب‌اند (اعداد داخل پرانتز شامل اراضی حفاظت‌شده نمی‌شود) ۸۹
جدول ۱–۲: هزینهٔ عمومی در بخش کشاورزی در کشورهای منتخب در حال توسعه (۲۰۰۲–۱۹۸۰) ۱۱۶
جدول ۲–۲: برآورد سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به تفکیک بخش و صنعت بین سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۰۴ (میلیون دلار امریکا) ۱۱۷
جدول ۳–۲: سرمایه‌گذاری لازم که برای سال‌های ۲۰۰۷–۲۰۰۵ تا ۲۰۵۰ به میلیارد دلار آمریکا پیش‌بینی شده ۱۲۰
جدول ۴–۲: توزیع منطقه‌ای سرمایه‌گذاری‌های پیش‌بینی‌شده در تولید محصولات بین سال‌های ۷–۲۰۰۵ تا ۲۰۵۰ ۱۲۱
جدول ۱–۳: انتشار سالانهٔ گازهای گلخانه‌ای در اثر فعالیت‌های انسانی (۲۰۰۵) ۱۴۴
جدول ۲–۳: کشورهای اصلی‌ای که در آن‌ها تولید غذا وابسته به آب زیرزمینی است ۱۴۶
جدول ۳–۳: نظام‌های اصلی زمین و آب در معرض خطر ۱۵۰
ادامه جدول ۳–۳: نظام‌های اصلی زمین و آب در معرض خطر ۱۵۱
جدول ۱–۴: ظرفیت موجود برای کاهش کشاورزی و جنگل‌داری در ۲۰۳۰ ۱۹۵
جدول ۱–۵: روندهای نشان‌دهنده‌ی توزیع هزینه‌ها و منافع فناوری‌ها یا روش‌های مختلف ۲۰۵
جدول ۲–۵: برنامه‌های بین‌المللی برای تولید، هماهنگ‌سازی و تبادل داده‌ها ۲۲۲
جدول ۳–۵: نمونه‌هایی از همکاری‌های منطقه‌ای در مدیریت زمین و آب ۲۲۴
ادامه جدول ۳–۵: نمونه‌هایی از همکاری‌های منطقه‌ای در مدیریت زمین و آب ۲۲۵
جدول ۴–۵: تجارت آب مجازی کشورهای منتخب ۲۲۹
جدول ۱ـ ۶: پاسخ‌های فنی و نهادی برای حمایت از مدیریت بهبودیافتهٔ زمین و آب ۲۴۲
الف۱–۱: گروه‌بندی کشورها بر حسب زیرمنطقه ۲۵۶

الف ۲ـ اثرات جانبی محیط‌زیستی مرتبط با کشاورزی فاریاب ۲۶۱
الف۱-۴: سطح زمین زیر کشت، تراکم کشت و سطح زمین برداشت‌شده ۲۶۷
الف۲-۴: سرانهٔ زمین برحسب نوع پوشش اصلی فعلی زمین برای جمعیت سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۵۰ (نفر در هکتار) ۲۷۰
الف۳-۴: سهم زمین زیر کشت فعلی مناسب برای کشت در نظام‌های مناسب تولید ۲۷۱
الف۴-۴: محدودیت‌های خاک و توپوگرافی در زمین‌های زیر کشت و کم‌نهادهٔ فعلی (برحسب درصد سهم منطقه) ۲۷۲

فهرست قاب‌ها

قاب ۱–۱: چگونه تناسب زمین را برای کشت ارزیابی می‌کنند؟ ۵۱
قاب ۲–۱: تبدیل چراگاه به کشتزار در شمال آفریقا ، خاور نزدیک و مدیترانه ۷۷
قاب ۳ –۱: گیاهان علوفه‌ای به منظور استفاده به عنوان غذای دام و سوخت انرژی ۷۹
قاب ۱–۲: مناقشه، سازگاری ظرفیت‌ها و به هم خوردن تعادل در وادی دهر یمن ۱۰۲
قاب ۲–۲: رهنمود چارچوب آب اتحادیهٔ اروپا ۱۰۶
قاب۳–۲: اثرات مدیریت حوضهٔ آبریز بر چرخهٔ آب ۱۰۹
قاب ۴–۲: تجربهٔ انتقال مدیریت آبیاری: بهره‌برداری و نگهداری در رومانی ۱۱۱
قاب ۵–۲: اثر انگیزه‌های انحرافی بر مدیریت زمین و آب ۱۱۴
قاب ۶–۲: نحوهٔ اثرگذاری سیاست‌های کلی بر مدیریت پایدار زمین ۱۱۴
قاب ۷–۲: احیای حوضهٔ آبریز در فلات لس، واقع در حوضهٔ آبریز زرد چین ۱۱۵
قاب ۸–۲ : معاملات زمین در کشورهای در حال توسعه ۱۱۸
قاب ۹–۲: بیابان‌زایی: چالش‌های زمین و آب در مناطق خشک و واکنش کنوانسیون مقابله با بیابان‌زایی سازمان ملل ۱۲۲
قاب ۱–۳: روند تولید و تقاضای سوخت‌های زیستی مایع ۱۳۲
قاب ۲–۳: از دست رفتن جنگل‌های طبیعی در آمریکای لاتین وکارائیب ۱۳۴
قاب ۳–۳: ویژگی‌های اصلی چارچوب لادا–فائو ۱۳۵
قاب ۴–۳: ارزیابی ملی تخریب زمین، سنگال ۱۳۶
قاب ۵–۳: تخلیهٔ مواد مغذی در نظام‌های کشت کوچک‌مقیاس در آفریقای سیاه ۱۴۰
قاب ۶–۳: مواردی که انتظار می‌رود بر تولید بالقوهٔ غلات اثر بگذارد ۱۴۸
قاب ۴–۱: درختان بارورکننده (Fertilizer trees) ـ نمونه‌ای موفق ۱۶۷
قاب ۲–۴: مدیریت تلفیقی حاصل‌خیزی خاک ۱۶۹
قاب ۳–۴: استحصال آب باران ۱۷۱
قاب ۴–۴: نوارهای سبز ۱۷۲
قاب ۵–۴: موانع سازه‌ای ۱۷۳
قاب ۶–۴: سیلوپستورالیزم، شینیانگا، تانزانیا ۱۷۵
قاب ۷–۴: معکوس‌کردن روند بیابان‌زایی در علفزارهای بارینگو، کنیا ۱۷۸
قاب ۸–۴: فناوری آبیاری قطره‌ای ۱۸۲
قاب ۹–۴: پنج مطالعهٔ موردی برای بهبود بهره‌وری از آب ۱۸۵
قاب ۱۰–۴: چین، جامعه‌ای صرفه‌جو در مصرف آب ۱۸۷
قاب ۱۱–۴: مشکل آلودگی نیتروژن در چین ۱۸۹
قاب ۱۲–۴: توصیه‌هایی برای مدیریت آفت‌کش‌ها در شرایط کشت آبی ۱۹۱
قاب۱۳–۴ :نظام‌های دامداری مناطق خشک و تغییرآب و هوا ۱۹۴
قاب ۱۴–۴: جنگل‌کاری توسط مردم در برزیل: واکنش به رانش زمین و سیل ۱۹۶
قاب ۱۵–۴: پوشش‌های گیاهی تثبیت‌کنندهٔ شن در برابر فرسایش بادی در استان گانسوی چین ۱۹۷
قاب ۱۶–۴: گسترش موفقیت‌آمیز آبیاری خصوصی در نیجریه ۱۹۸
قاب ۱–۵: محاسبهٔ هزینهٔ تخریب زمین ۲۰۶

قاب ۲–۵. مدیریت مشارکتی جمعی آب زیرزمینی در آندراپرادش ۲۰۹
قاب ۳–۵: ارزیابی سلامت خاک در چارچوب اکوسیستمی ۲۱۱
قاب ۴–۵: برنامهٔ مسکوت فائو: تشویق آبیاران به نوسازی ۲۱۵
قاب ۵–۵ :چشم‌اندازی از شرکت‌دادن بخش خصوصی در مدیریت آبیاری ۲۱۶
قاب ۶–۵: سامانهٔ سامانه‌های جهانی مشاهدهٔ زمین ۲۲۱
قاب ۷–۵: مثال‌هایی از حمایت چارچوب جهانی محیط‌زیست از مدیریت پایدار زمین و آب ۲۲۵
قاب ۸–۵ : حمایت‌های بین‌المللی از مدیریت پایدار زمین و آب در حوضهٔ دریاچهٔ چاد ۲۲۸
قاب ۹–۵: ابتکار عمل‌ها در بخش خصوصی در مدیریت پایدار زمین و آب ۲۲۸
قاب ۱۰–۵: کشاورزی سبز برای رسیدن به اقتصاد سبز ۲۳۱
قاب ۱۱–۵: مدیریت پایدار زمین و آب برای دستیابی به اهداف توسعهٔ جامع‌تر ۲۳۳
قاب ۱۲–۵: برنامهٔ مشارکتی سازمان ملل متحد برای کاهش انتشار گازهای ناشی از جنگل‌زدایی و تخریب جنگل‌ها در کشورهای در حال توسعه (UN-REDD) ۲۳۴
قاب ۱۳–۵: پروژه‌های کوچک آزمایشی برای اختصاص بودجه به کربن کشاورزان خرده‌پا در چین ۲۳۵
قاب ۱۴–۵: بازارهای داوطلبانهٔ کربن ۲۳۶
قاب ۱۵–۵: پرداخت هزینهٔ خدمات محیط‌زیستی ۲۳۷
قاب ۱–۶: راهبرد ملی برای مدیریت پایدار زمین و آب ۲۴۷
قاب ۲–۶: سرآغاز افزایش همکاری پیرامون زمین و آب ۲۵۱
قاب ۳–۶: پایش نظام‌های زمین و آب در معرض خطر ۲۵۲

فهرست شکل‌ها

شکل ۱-۱: توزیع منطقه‌ای کاربری و پوشش زمین ۴۷
شکل ۲-۱: روند تغییرات زمین‌های آبی و دیم ۴۹
شکل ۳-۱: مساحت کل اراضی زیرکشت بر حسب تقسیم‌بندی تناسب اراضی برای هر منطقهٔ جغرافیایی ۵۰
شکل ۴-۱:مساحت زمین‌های مجهز به نظام آبیاری ۶۴
شکل ۵-۱: افزایش تولیدات جهانی، سطح زمین‌های دروشده و وسعت اراضی زیر کشت، ۲۰۰۹-۱۹۶۱. ۷۵
شکل ۶-۱: سرانهٔ زمین زیر کشت در سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۵۰ ۸۸
شکل ۱-۲: سهم سرانهٔ زمینِ آبی، دیم و مرتع مربوط به پنجک‌های فقر در مناطق روستاییِ کشورهای در حال توسعه ۹۴
شکل ۲-۲: رابطهٔ بین تخریبِ زمین و فقر ۹۴
شکل ۳-۲: نسبت بین اقدامات رسمی در جهت توسعهٔ زمین و آب به کل اقدامات رسمی در جهت توسعه در سرمایه‌گذاری روستایی، آب و محیط‌زیست ۱۲۵
شکل ۴-۲: توزیع کمک‌های مالی به بخش زمین و آب بر حسب منطقه (متوسط سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۸) ۱۲۵
شکل ۱-۳: نمایش شماتیک تغییر احتمالی در وضعیت شش نوع خدمات منتخب اکوسیستم مرتبط با تغییر عمده در کاربری زمین (از جنگل تا تولید گستردهٔ دام) ۱۳۷
شکل ۲-۳: وضعیت و روندها در تخریب جهانی زمین ۱۳۸
شکل ۳-۳: روند مصرف کود شیمیایی ۱۴۳
شکل ۴-۳: توزیع جهانی خطرات مرتبط با نظام‌های اصلی تولید کشاورزی-نمای کلی ۱۵۹
شکل ۱-۴: بهره‌وری از آب در کشت ذرت، گندم و برنج: بالقوه، آبی و دیم ۱۸۴
شکل ۲-۴: عملکرد برنج به ازای واحد تبخیر و تعرق در مقیاس منطقه‌ای در حوضهٔ آبریز مکانگ (کیلوگرم دانه/ هکتار/ میلی‌متر) ۱۸۶
شکل ۱-۵: مدل راهبرد ملی برای چارچوب سرمایه‌گذاری در آبیاری ۲۱۷

فهرست نقشه‌ها

نقشه ۲–۱: توزیع جهانی کمیابی فیزیکی آب در حوضه‌های آبریز اصلی ۵۸
نقشه ۳–۱: نظام‌های اصلی کشاورزی ۶۱
نقشه ۴–۱: مشکلات غالب خاک و توپوگرافی برای کشاورزی کم‌نهاده ۶۴
نقشه ۵–۱: شکاف عملکرد برای مجموعه‌ای از محصولات اصلی ۶۷
نقشه ۶–۱: مساحت زمین‌های مجهز به نظام آبیاری نسبت به کل اراضی جهان ۷۱
نقشه ۷–۱: نسبت مساحت زمین‌های آبیاری شده با آب زیرزمینی به مساحت کل زمین‌های آبی ۷۳
نقشه ۱–۲: شیوع قدکوتاهی در بین کودکان ۹۹
نقشه ۲–۲: تراکم جمعیت فقیر بر اساس قدکوتاهی در کودکان ۱۰۰
نقشهٔ ۱ـ۳: نسبت زمین‌های شورشده به دلیل آبیاری ۱۴۵
نقشهٔ ۲–۳۲: نظام‌های کشاورزی در معرض خطر: فشار فعالیت‌های انسانی بر منابع زمین و آب ۱۵۷
نقشهٔ ۱ـ۱: پوشش و کاربری غالب زمین ۲۸۳
نقشهٔ ۲ـ۱: توزیع جهانی کمبود فیزیکی آب در حوضه‌های آبریز اصلی ۲۸۳
نقشهٔ ۳ـ۱ : نظام‌های اصلی کشاورزی ۲۸۳
نقشهٔ ۴ـ۱: محدودیت‌های غالب خاک و توپوگرافی برای کشاورزی کم‌نهاده ۲۸۴
نقشهٔ ۵ـ۱: شکاف میان بازده مجموعه‌ای از محصولات اصلی ۲۸۴
نقشهٔ ۶ـ۱: مناطق مجهز به نظام آبیاری بر حسب درصد مساحت زمین ۲۸۴
نقشهٔ ۷ـ۱: درصد نواحی آبیاری‌شده با آب زیرزمینی ۲۸۴
نقشهٔ ۱ـ۲: شیوع قدکوتاهی میان کودکان ۲۸۴
نقشهٔ ۲ـ۲: توزیع جمعیت فقرا در کشورهای در حال توسعه بر اساس قدکوتاهی در کودکان ۲۸۵
نقشهٔ ۱ـ۳: نسبت زمین‌های شورشده به خاطر آبیاری ۲۸۵
نقشهٔ ۲ـ۳: نظام‌های کشاورزی در معرض خطر: فشارهای انسان بر زمین و آب ۲۸۵

وضعیت منابع زمین و آب جهانی چه می گوید؟

مساحت اراضی زیر کشت جهان طی ۵۰ سال گذشته ۱۲ درصد رشد داشته است. مساحت اراضی فاریاب نیز طی همین دوره دو برابر شده که دلیل اصلی آن رشد اراضی زیر کشت می‌باشد. در همین مدت تولیدات کشاورزی، به دلیل افزایش قابل توجه عملکرد محصولات اصلی، بین ۲/۵ تا ۳ برابر رشد یافته است.

ولی در برخی از مناطق جهان، دستاوردها در تولید با تخریب منابع زمین و آب و تنزل کیفیت کالاها و خدمات اکوسیستم مربوطه همراه بوده است. این کالاها و خدمات شامل زیست توده، ذخیرهٔ کربن، سلامت خاک، ذخیره و تأمین آب، تنوع زیستی و خدمات اجتماعی و فرهنگی می‌باشد. هم‌اکنون از ۱۱ درصد سطح زمین‌های جهان برای تولید محصولات کشاورزی استفاده می‌شود. هم‌چنین ۷۰ درصد از کل آب برداشتی از سفره‌های آب زیرزمینی، رودخانه‌ها و دریاچه‌ها نیز به مصرف کشاورزی می‌رسد. سیاست‌های کشاورزی در درجهٔ اول مالکان زمین‌های حاصلخیز را که به آب دسترسی دارند بهره‌مند ساخته، و اکثر تولیدکنندگان خرده‌پا را، که هنوز در دام فقر با آسیب‌پذیری زیاد، اراضی تخریب‌شده و بی‌ثباتی آب و هوایی دست به گریبانند، نادیده می‌انگارد.

نهادهای متولی زمین و آب با رشد فزایندهٔ کشاورزی و افزایش رقابت بر سر منابع زمین و آب هم‌گام نیستند. بنابراین برای نشان‌دادن واکنش مؤثر به کمیابی منابع طبیعی و فرصت‌های بازار، به نهادهای مشارکتی‌تر و سازگارتری نیاز است.

انتظار می‌رود تا سال ۲۰۵۰ با افزایش جمعیت و درآمد، تقاضا برای تولید غذا در سطح جهان ۷۰ درصد و در کشورهای در حال توسعه تا ۱۰۰ درصد نسبت به میزان آن در سال ۲۰۰۹ افزایش یابد. با این حال، توزیع منابع زمین و آب به نفع کشورهایی که در آینده نیاز به تولید بیشتر دارند نمی‌باشد: در کشورهای کم‌درآمد متوسط سرانهٔ دسترسی به زمین کشاورزی کمتر از نصف کشورهای پردرآمد است و عموماً کیفیت این زمین‌ها نیز برای تولید کمتر است. در برخی از کشورهایی که نیاز به غذا سریع رشد می کند، کمیابی آب و زمین نیز شدید است. به احتمال زیاد، تولید متراکم در زمین‌های کشاورزی موجود بیشترین سهم را در افزایش تولیدات کشاورزی خواهد داشت، و لازمهٔ این امر به‌کارگیری گسترده‌تر روش‌های مدیریت پایدار زمین و استفادهٔ مؤثرتر از آب آبیاری با انعطاف‌پذیری و اعتماد بیشتر و زمان‌بندی درست در تحویل آب آبیاری است.

الگوهای رایج تولید کشاورزی را بایستی به شکل نقادانه بازنگری کرد. هم‌اکنون خطر کاهش سریع ظرفیت تولید به دلیل فشار ناشی از جمعیت زیاد و عملیات نامناسب کشاورزی بخشی از نظام‌های زمین و آب را تهدید می کند. در این نظام‌ها، ممکن است عوامل بیرونی، از جمله تغییرات آب و هوایی، رقابت با سایر بخش‌ها و تغییرات اقتصادی-اجتماعی، محدودیت‌های فیزیکی دسترسی به زمین و آب را افزایش دهند. چون این نظام‌های در معرض خطر جایگزین ندارند، باید برای دریافت اقدامات اصلاحی در اولویت قرار گیرند.

می‌توان تولید را افزایش داد، تا امنیت غذایی تأمین شده و فقر کاهش یابد، و در عین حال بر سایر ارزش‌های اکوسیستم اثر چندانی نداشته باشد. برای دولت‌ها و بخش خصوصی ازجمله کشاورزان می‌توانند عملیات مدیریت پایدار زمین و آب را فعالانه اجرا کنند. این اقدام‌ها تنها شامل گزینه‌های فنی برای توسعهٔ کشاورزی متراکم پایدار[1] و کاهش مضرات تولید نیست، بلکه شامل مجموعه‌ای از فعالیت‌ها نیز هست که محدودیت‌ها را کم و انعطاف‌پذیری را بیشتر می‌کند. این فعالیت‌ها عبارت‌اند از: (۱) پرهیز از دستکاری چارچوب‌های تشویقی، (۲) بهبود حق مالکیت زمین و دسترسی به منابع، (۳) توانمندسازی نهادهای زمین و آب با افزایش همکاری و مشارکت، (۴) خدمات حمایتی کارامد (شامل تبادل دانش و اطلاعات، تحقیقات کاربردی و سرمایه‌گذاری روستایی)، و (۵) دسترسی بهتر و مطمئن‌تر به بازارهای مختلف.

هم‌چنین استفادهٔ گسترده از روش‌های مدیریت پایدار زمین و آب به ارادهٔ سیاسی جامعه جهانی برای حمایت نهادی و مالی و تشویق به رواج گستردهٔ کشاورزی مسئولانه نیاز دارد. لازم است روند منفی تخصیص بودجه‌های ملی و برنامه‌های کمک به توسعهٔ زمین و آب معکوس شود. گزینه‌های جدید تأمین منابع مالی شامل پرداخت هزینه‌ی خدمات محیط زیستی[2] و بازار کربن می‌شود. در نهایت لازم است سیاست‌های بین‌المللی با ابتکارعمل‌های مرتبط با مدیریت زمین و آب به شکل مؤثرتری تلفیق شوند. تنها با این تغییرات است که تغذیهٔ ساکنین جهان از راه کشاورزی پایدار و تولید محصول با ملاحظات محیط زیستی میسر می‌شود.

1. sustainable intensification
2. payment for Environmental Services (PES)

خلاصهٔ مدیریتی

در دنیای پرجمعیت امروز، که جمعیت هم‌چنان در حال افزایش و الگوهای مصرف در حال تغییرند، بشر برای برنامه‌ریزی و مدیریت توسعهٔ آیندهٔ منابع زمین و آب، اقدام کافی انجام نداده، و پس از دهه‌ها، شواهد عدم سرمایه‌گذاری، مدیریت ضعیف و نبود حکمرانی به وضوح آشکار است. تأثیر رویدادهای شدید آب و هوایی بر جان انسان‌ها هر روز خبرساز می‌شود؛ از رانش زمین در شیب‌های خیلی تند که تحمل سکونت انسان را ندارند تا طغیان رودها در کل حوضه‌های آبریز. اما آنچه خبرساز نیست، تخریب خزندهٔ منابع زمین و آب است، منابعی که امنیت غذایی جهان و معیشت روستایی را فراهم می‌کنند. در برخی مناطق، هم اکنون کل نظام‌ها درمعرض خطرند و باید در عین حفظ یکپارچگی و بهره‌وری آن‌ها، در جهت معکوس کردن روند تخریبشان اقدام اضطراری صورت گیرد.

شکی نیست که لازم است دسترسی به منابع زمین و آب و مدیریت آن‌ها باید بسیار بهبود یابد. تقاضای پیش‌بینی‌شدهٔ غذا و تولیدات کشاورزی می‌بایست برآورده شود. باید به سوءتغذیه و فقر روستایی پرداخت و رقابت در تقاضای زمین و آب بایستی هم‌آهنگ با نگرانی در مورد تخریب سریع نظام‌های طبیعی باشد. برای تحقق این امر، باید حکمرانی منابع زمین و آب بهبود یابد و سیاست‌ها همسوتر شوند. به علاوه، سرمایه‌گذاری‌های راهبردی‌تر نیز با هدف تأمین امنیت غذایی و کاهش فقر باید افزایش یابند.

این کتاب وضعیت زمین و آب برای تولید غذا را ارائه می‌کند و تهدیدهای مرتبط با امنیت غذایی و توسعهٔ پایدار را تجزیه و تحلیل می‌نماید. این تهدیدها تنها نتیجه کمیابی نسبی فیزیکی زمین و آب نمی‌باشد. روند رشد جمعیت و تغییرات رژیم غذایی و آب و هوا، مجموعهٔ پیچیده‌ای از چالش‌ها را به وجود آورده که عملیات کشاورزی بایستی با آن‌ها هم‌آهنگ شود. در این راستا، ظرفیت زمین و آب جهان را برای مواجهه با این چالش‌ها بررسی شده است. برای مدیریت برخی از «نظام‌های در معرض خطر» و دستیابی به تولید پایدار گزینه‌هایی ارائه کرده و خطرات و بده‌بستان‌های مرتبط مورد بررسی قرار گرفته است. این کتاب دربارهٔ تغییرات سیاستی و نهادی و هم‌چنین روش‌های فنی مورد نیاز محیط‌های خاص بحث می‌کند. در ادامه، یافته‌ها و توصیه‌های مهمی آمده است.

چالش زمین و آب

دسترسی به زمین و آب برای رفع نیازهای ملی و جهانی برای تولید غذا و کشاورزی، به دنبال افزایش اخیر قیمت کالاها (و نوسانات مرتبط با آن) و تصرف بیشتر زمین‌های بزرگ، برجسته‌تر شده است. اثرات اجتماعی تورم سریع در قیمت غذاها، بیشترین صدمات را به فقیرترین اقشار جامعه وارد کرده است. ایجاد تعادل در بازارهای جهانی کشاورزی برای جذب تکانه‌های عرضهٔ کالاهای کشاورزی و تثبیت قیمت آن‌ها در گرو تداوم کارکرد نظام‌های زمین و آب است. در همین حال، با تغییر آب و هوا، بدلیل گرم شدن و خشکی ناشی از آن، و نیز تغییر الگوهای بارش، و تکرار و مدت زمان رویدادهای اقلیمی شدید سبب ایجاد ریسک مضاعف و بی‌ثباتی بیشتر در برداشت محصول توسط کشاورزان می‌گردد. حال آنکه افزایش دما در نیم‌کرهٔ شمالی ممکن است دامنه کشاورزی را گسترش دهد، انتظار می‌رود که در عرض‌های جغرافیایی پایین‌تر، نظام‌های مهم کشاورزی مجبور باشند خود را با دمای جدید، رطوبت نسبی و تنش آبی انطباق دهند.

وضعیت و روند استفاده از منابع زمین و آب

در طول ۵۰ سال گذشته، مدیریت زمین و آب پاسخگوی افزایش سریع تقاضا برای غذا و الیاف بوده است. به‌ویژه مصرف زیاد نهاده‌ها و مکانیزه‌شدن کشاورزی و آبیاری منجر به افزایش سریع در بازدهی شده و در این دوره تولیدات کشاورزی جهانی بین ۲/۵ تا ۳ برابر رشد داشته است، حال آنکه اراضی زیر کشت تنها ۱۲ در صد بیشتر شده است. سطح اراضی آبی به دو برابر افزایش یافته و بیش از ۴۰ درصد از افزایش تولید غذا حاصل این امر است. در همین دوره مساحت زمین زیر کشت به ازای هر نفر به‌تدریج به کمتر از ۰/۲۵ هکتار کاهش یافته. این به وضوح نشان‌دهندهٔ موفقیت در کشاورزی متراکم است. در حال حاضر کشاورزی از ۱۱ درصد از سطح اراضی جهان برای تولید محصولات استفاده می‌کند و مصرف‌کنندهٔ ۷۰ درصد از آب برداشت‌شده از آبخوان‌ها، رودخانه‌ها و دریاچه‌هاست.

اراضی مناسب برای کشت در کشورهایی که بیشترین نیاز را به افزایش تولید دارند کمتر است. مساحت زمین زیر کشت به ازای هر نفر در کشورهای کم‌درآمد کمتر از نصف آن در کشورهای پردرآمد است و این اراضی عموماً برای کشاورزی نیز کم‌کیفیت‌ترند. این یافته‌ای نگران‌کننده است، چراکه انتظار می‌رود در کشورهای کم‌درآمد، رشد تقاضا برای تولید غذا تابعی از جمعیت و درآمد باشد. پیامد اصلی این موضوع لزوم انطباق تولیدات کشاورزی در جهان در راستای جبران چنین حقایق جغرافیایی می‌باشد.

کشاورزی دیم، نظام غالب تولیدات کشاورزی در جهان است. اما در عین حال میزبان اکثر روستاییان فقیر نیز هست. پهنه‌های وسیع تولید غلات در مناطق معتدل نیم‌کرهٔ شمالی، هم‌چنان عرضه‌کنندهٔ غلات به بازارهای جهانی خواهند بود و حتی ممکن است با توجه به گرمایش جهانی به سمت مدارهای شمالی‌تر نیز توسعه یابند. در عوض در نواحی خشک استوایی و نیمه‌گرمسیری، تولید دیم قربانی بارش‌های نامنظم است و چون رطوبت قابل استفاده خاک در طول فصل رشد قابل‌پیش‌بینی نیست، جذب مواد غذایی و درنتیجه عملکرد کشاورزی کاهش می‌یابد. با در نظر گرفتن پایین بودن حاصلخیزی و مقدار کربن خاک در مناطق گرمسیری، در بسیاری از کشورهای کم درآمد، عملکرد نظام‌های دیم تنها اندکی بیش از نصف پتانسیل قابل حصول است. در حالی که مدیریت پیشرفتهٔ خاک و مواد غذایی می‌تواند به عملکرد بالاتری

منجر شود. ولی اگر خطر بارندگی‌های نامنظم وجود داشته باشد، پایداری این نظام‌ها مشکل بوده و مردمان فقیر روستایی، که در اراضی حاشیه‌ای به بذرهای اصلاح‌شده، کود و اطلاعات دسترسی محدود دارند، هم‌چنان آسیب‌پذیر خواهند بود.

تمایل به کشاورزی بر روی مناسب‌ترین اراضی زراعی با مصرف بالای نهاده‌ها از فشار برای توسعهٔ زمین‌های کشاورزی می‌کاهد و تجاوز به حریم جنگل‌ها و سایر کاربری‌های زمین را محدود می‌سازد. روند ثابتی در جهت کشاورزی دقیق و تجاری نمودن تمامی محصولات غذایی و صنعتی قابل مشاهده است. از سال ۱۹۶۱، که سطح کل زمین‌های زیر کشت رشد خالص ۱۲ درصدی را تا سال ۲۰۰۹ داشته است، سطح زمین‌های زیر کشت آبی بیش از دو برابر شده است. با وجود آنکه اکثر زمین‌های کشاورزی درجه یک مناسب برای آبیاری توسعه‌یافته‌اند، تقاضا برای تحویل به‌موقع آب و به میزان لازم رو به افزایش است و در جهان مناطق مجهز به آبیاری با نرخ سالیانهٔ ۰/۶ درصد توسعه می‌یابند. استفاده از آب زیرزمینی برای آبیاری به‌سرعت رو به افزایش است و در حال حاضر تقریباً ۴۰ درصد از اراضی آبی به آب زیرزمینی به‌عنوان منبع اصلی، یا همراه با منابع آب سطحی متکی است. این الگوی فشرده‌سازی با مصرف بالای نهاده‌ها، عدم توسعهٔ کشت دیم غلات اصلی را جبران کرده و عرضهٔ مطمئن طیف وسیعی از محصولات کشاورزی را برای مراکز شهری میسر کرده است.

لیکن در بسیاری مناطق، دستاوردها در تولید با نوعی از عملیات مدیریتی همراه بوده که نظام‌های زمین و آب را تخریب نموده، نظام‌هایی که تولید به آن‌ها وابسته است. در برخی از این مناطق تجمع اثرات منفی محیط‌زیستی بر نظام‌های کلیدی زمین و آب به نقطه‌ای رسیده که تولید و معیشت به خطر افتاده است و در برخی موارد عملیات کشاورزی متراکم منجر به تخریب جدی محیط‌زیست، ازجمله از بین رفتن گونه‌های زیستی و آلودگی آب زیرزمینی و سطحی به دلیل استفادهٔ نادرست از کودهای شیمیایی و سموم دفع آفات، گردیده است.

آبیاری در زمینهٔ تولید و درآمد منافع مستقیم و در زمینهٔ کاهش حوادث ناشی از خرابی سیل در اراضی پایین دست منافع غیرمستقیمی به همراه داشته است. اما ممکن است هزینه اثرات مرتبط با آن گاهی بیش از فواید تولید باشد. این اثرات شامل کاهش جریانات محیط‌زیستی، تغییر در میزان دسترسی به آب در مناطق پایین‌دست، یا کاهش وسعت تالاب‌ها می‌شود. این موارد عملکردهای اکولوژیکی مهمی در تنوع زیستی، حفظ مواد غذایی و کنترل سیلاب دارند. تجمع اثرات محیط زیستی در نظام‌های مهم زمین و آب به نقطه‌ای رسیده که در برخی موارد تولید و معیشت به خطر افتاده است.

بهره‌برداری بیش‌از حد از زمین و آب، به‌ویژه در کشتزارهای بزرگ (با کاهش فشار بر اراضی)، حفاظت از جنگل‌ها را میسر می‌کند. اما همین امر به هنگام امحاء جنگل‌ها می‌تواند موجب تخریب وسیع‌تری در اکوسیستم شود، از جمله اینکه توان مقابله با خطرات اقلیمی و ذخیره‌سازی کربن توسط زیست‌تودهٔ جنگل از دست می‌رود، و تنوع زیستی و ارزش‌های گردشگری و میراث فرهنگی نابود می‌شود. به‌کارگیری روش‌های مدیریت ناپایدار در مزارع کوچک نیز می‌تواند (مثلاً با تخلیهٔ مواد غذایی و فرسایش) موجب تخریب زمین‌ها و هم‌چنین انتشار گازهای گلخانه‌ای شود. این تخریب غالباً از شرایط اقتصادی–اجتماعی نامطلوب (مالکیت نامطمئن زمین، نبودن انگیزه، عدم دسترسی به بازار یا فنّاوری مناسب، استفاده از زمین‌های حاشیه‌ای) ناشی می‌شود.

در مناطقی که درصد بالایی از منابع آبی تجدیدپذیر قبلاً استفاده شده و یا بر سر مدیریت منابع بین حوضه‌ای توافق حاصل نمی‌شود، دسترسی به آب برای کشاورزی محدودیتی رو به رشد است. به طورکلی کمیابی آب، به‌ویژه در کشورها و مناطقی که بیشترین تنش آبی را دارند، کشت آبی را محدود می‌کند. در کشورهایی با درآمد کم تا متوسط که رشد جمعیتشان هم زیاد است، میزان تقاضای آب از مقدار آب قابل عرضه پیشی گرفته است. بالا رفتن تقاضای آب هم برای کشاورزی و هم برای سایر بخش‌ها منجر به رقابت بر سر آب و ایجاد فشارهای محیط زیستی و تنش‌های اقتصادی–اجتماعی می‌شود. در جاهایی که بارندگی کافی وجود ندارد و توسعهٔ منابع جدید آب امکان‌پذیر نیست، انتظار

می‌رود میزان تولیدات کشاورزی بیشتر به علت کمیابی آب محدود شود، تا به علت محدودیت زمین.

ثابت شده است که کنترل برداشت از آب زیرزمینی، که منبع ارزشمند حاضر و آمادهٔ آب آبیاری است، تقریباً غیرممکن است. در نتیجه، برداشت بی‌رویهٔ آب زیرزمینی در مناطق عمدهٔ تولید غلات در کشورهای با درآمد بالا، متوسط و کم، از میزان تغذیهٔ طبیعی سفره‌ها پیشی گرفته است. به دلیل وابستگی بسیاری از مناطق عمدهٔ تولید غذا به آب زیرزمینی، افت سطح آب سفره‌ها و تداوم برداشت از منابع تجدیدناپذیر آب‌های زیرزمینی، تبدیل به خطر فزاینده‌ای برای تولید جهانی و منطقه‌ای غذا شده است.

بین فقر و عدم دسترسی به منابع زمین و آب رابطهٔ محکمی وجود دارد. در سراسر دنیا، فقیرترین افراد کمترین امکان دسترسی به زمین و آب را دارند و با داشتن مزارع کوچک با خاک کم‌کیفیت و آسیب‌پذیریِ زیاد، در دام فقر و تخریب زمین و ناپایداری اقلیمی گرفتارند. فناوری‌ها و نظام‌های کشاورزی‌ای که در دسترس فقرا هستند نوعاً نظام‌هایی با مدیریت ضعیفند که مصرف نهاده‌ها در آن‌ها کم است. این امر می‌تواند در تخریب این زمین‌ها نقش داشته باشد. بالاترین نرخ تخریب زمین مربوط به فقرا است.

سیاست‌ها، نهادها و سرمایه‌گذاری‌های زمین و آب

فقدان حقوق شفاف و ثابت مالکیت زمین و آب و هم‌چنین ضعف ظرفیت نظارتی و اجرایی، در نزاع و مناقشه بر سر زمین و رقابت در استفاده از آب تأثیرگذار بوده است. در این راستا، گنجاندن سیستماتیک عرف و حقوق سنتیِ مصرف منابع در قوانین ملی، اولین گام ضروری برای حفاظت از معیشت روستاییان و ایجاد انگیزه برای استفادهٔ مسئولانه از زمین و آب است.

سیاست‌های توسعهٔ کشاورزی همواره متمایل به سرمایه‌گذاری در مناطق پرظرفیت و بر روی آبیاری، مکانیزاسیون و تک‌محصولی‌شدن مزارع برای تولید کالاهای تجاری و صادرات محصولات بوده است. منافع این سیاست‌ها نصیب مالکان زمین‌های حاصلخیز که به آب، ماشین‌آلات و سرمایه دسترسی دارند شده است. این منافع شامل حال اکثریت خرده‌مالکان که عموماً با محدودیت‌های فقر و آسیب‌پذیری خاک و مدیریت ضعیف و مصرف کم نهاده‌ها روبرو هستند نمی‌شود. در چنین سیاست‌هایی، اغلب منافع اقتصادی کوتاه‌مدت دراولویت قرار دارد و تخریب درازمدت منابع و تأثیر آن بر خدمات اکوسیستم در نظر گرفته نمی‌شود. معیشت و فرهنگ روستایی نیز تحت تأثیر این نوع نظام‌های جدید کشاورزی قرار گرفته است.

استفاده از زمین و آب در کشاورزی در دام سیاست گرفتار شده است. از یک سو، سیاست‌های کشاورزی در واکنش به افزایش تقاضاها مؤثر بوده است. اما از سوی دیگر، موجب پیامدهای ناخواسته‌ای از جمله مصرف بی‌رویهٔ کودهای شیمیایی و آفت‌کش‌ها و تخلیهٔ ذخیرهٔ آب زیرزمینی شده است. به همین ترتیب، سیاست‌های آب موجب توسعهٔ عرضه و ذخیرهٔ آب شده است، اما در برخی مناطق کم‌آب باعث افزایش تقاضا و کمیابی «ساختگی» آب شده است. تعرفه‌های پایین خدمات آب آبیاری نیز به استفادهٔ ناکارامد از آب دامن زده است.

در بسیاری از حوضه‌های رودخانه‌ای، روند تغییرات اقتصادی‌ـاجتماعی و تجمع مشکلات محیط‌زیستی از اقدامات و کنش‌های نهادها پیش افتاده است. سیاست‌های محیط‌زیستی تا اندازه‌ای درکشورهای پردرآمد تأثیرگذار بوده، اما تاکنون اثراتش بر برنامه‌های توسعهٔ کشورهای فقیر کمتر بوده است.

همکاری مؤثر میان نهادهای زمین و آب، از الگوهای مصرف منابع عقب مانده است. اگر چه زمین و آب به صورت

نظام یکپارچه عمل می‌کنند ولی بسیاری از نهادها به طور جداگانه با آن‌ها سر و کار دارند. هر چند جدا کردن زمین و آب از نظر حقوقی برای جلوگیری از تصرف منابع، توسعهٔ شدید حوضهٔ آبریز و کاهش میزان وابستگی متقابل میان منابع زمین و آب و کاهش رقابت بر سر آن‌ها صورت گرفته، اما به نهادهایی نیاز است که مشارکت و انعطاف‌پذیری بیشتری داشته باشند و به طور مؤثر پاسخگوی کمیابی منابع طبیعی و فرصت‌های متغیر بازار باشند. حتی در نهادهایی که برای مدیریت یکپارچهٔ حوضه‌ای یا منطقه‌ای ایجاد شده‌اند، به جای اینکه با زمین و آب به طور مشترک سر و کار داشته باشند، عمدتاً با یکی از منابع زمین یا آب و به صورت جداگانه روبرو می‌شوند. در بسیاری از کشورها، نهادهای ملی و منطقه‌ای ناظر بر استفاده از زمین و آب تحت فشار قرار گرفته‌اند، تا با توجه به افزایش رقابت بر سر زمین و آب، بین مصارف مختلف قضاوت و داوری نمایند. نبود یا ضعف چارچوب‌های همکاری فرامرزی (هم در بین ایالت‌های فدرال و هم در بین کشورهای بهره‌بردار از یک رودخانه) منجر به سرمایه‌گذاری‌های غیربهینه و کشمکش بین کاربران بالادست و پایین‌دست شده است.

در دو دههٔ اخیر، میزان سرمایه‌گذاری عمومی و خصوصی در زیرساخت‌های اساسی کشاورزی و نهادها کاهش یافته است. زیرساخت‌های کشاورزی (جاده‌های روستایی، طرح‌های آبیاری، انبارها و زنجیرهٔ تجاری) پاسخگوی تغییرات بازار نبوده و در تحویل محصول با کیفیت کارامد نیستند. در حال حاضر، سرمایه‌گذاری مجدد اما هوشمندانه‌تر در کشاورزی مدرن به‌عنوان بخشی حیاتی برای ایجاد ثبات فراگیر در عرضه غذا مطرح است. افزایش وابستگی متقابل منابع زمین و آب و رقابت بر سر آن‌ها در حوضه‌ی آبریز رودخانه‌هایی که به‌شدت مورد بهره‌برداری قرار گرفته‌اند نشان می‌دهد که ثبات بدون تخصیص مؤثرتر منابع طبیعی و رعایت مقررات محیط‌زیستی به دست نمی‌آید. نظام‌های موجود زمین و آب که با تهدید تخلیه و تخریب موهبت‌های منابع طبیعی روبرو هستند در اولویت قرار دارند.

تصاحب زمین‌های بزرگ در قسمت‌هایی از آفریقا، آسیا و آمریکای لاتین، که منابع زمین و آب فراوان در دسترس می‌باشد، روبه رشد است. علت وقوع این امر نگرانی در مورد امنیت غذایی و انرژی است. اما عوامل دیگری نیز همچون فرصت‌های شغلی، نیاز صنعت به کالاهای کشاورزی و نیاز کشورهای دریافت‌کننده در این امر نقش دارند. اگرچه تصرف زمین‌های بزرگ در هر یک ازکشورها درصد کمی از زمین‌های مساعد را در برمی‌گیرد، ولی برخلاف تصور عمومی، زمین بسیار کمی «خالی» باقی مانده، زیرا بیشتر زمین‌های مناسب پیشاپیش توسط افراد محلی مورد استفاده قرار گرفته است. در عین حال که این امر فرصت‌هایی را برای توسعه فراهم می‌کند، این خطر هم وجود دارد که روستاییان فقیر از زمین‌ها رانده شوند و یا دستیابی به زمین و آب و منابع مرتبط را از دست بدهند. بسیاری از کشورها برای حفاظت از حقوق مردم بومی و در نظر گرفتن منافع محلی، معیشت و رفاه اجتماعی مکانیسم‌های کافی ندارند. نبود شفافیت و کنترل در مذاکرات قراردادها می‌تواند منجر به انجام معاملاتی شود که به دستیابی به حداکثر منافع محلی نیانجامد. بیشتر مواقع متزلزل‌بودن حقوق محلی زمین، نبود روش‌های ثبت، خلأهای قانونی و عوامل دیگر موقعیت افراد محلی را تضعیف می‌کند.

چشم‌اندازهای بهره‌برداری از زمین و آب تا سال ۲۰۵۰

انتظار می‌رود تا سال ۲۰۵۰ افزایش جمعیت و درآمدها منجر به افزایش ۷۰ درصدی تقاضای جهانی برای تولیدات کشاورزی شود. تا سال ۲۰۵۰ تولیدات کشورهایی که درآمد کم تا متوسط دارند نسبت به سال پایهٔ ۲۰۰۹ باید ۱۰۰ درصد افزایش یابد. این حاکی از نرخ رشد جهانی سالانه ۱ و تا ۲ درصد در کشورهای با درآمد کم تا متوسط است. پیش‌بینی می‌شود که افزایش تولید در درجهٔ اول از طریق فشرده‌سازی و کشت متراکم در زمین‌های زیر کشت موجود تأمین شود. توسعهٔ اراضی زیر کشت هنوز در آفریقای سیاه و آمریکای لاتین امکان‌پذیر است. انتظار می‌رود در درازمدت در برخی مناطق معتدل معتدل، تغییر آب و هوا ظرفیت توسعه را افزایش دهد.

هم کشاورزی آبی و هم کشاورزی دیم پاسخگوی افزایش تقاضا خواهند بود. دو برابر شدن تولید کنونی می‌تواند از منابعی از زمین و آب، که قبلاً توسعه یافته‌اند، حاصل گردد. مقدار بیشتری از منابع زمین و آب را می‌توان به تولید محصولات کشاورزی اختصاص داد. اما در بیشتر موارد، کاربری‌های اقتصادی و محیط‌زیستی مهمی از قبل برای آن‌ها تعریف شده. با ارزیابی اولیهٔ منافع تولید و زیان‌های ازدست‌رفتن خدمات اکولوژیکی و اجتماعی‌ـاقتصادی کنونی، می‌توان کاربری آن‌ها را تغییر داد.

در آینده، احتمالاً بیشتر رشد تولید در کشورهای درحال‌توسعه در نتیجهٔ کشاورزی متراکم حاصل می‌شود، و با بهبود خدمات آبیاری، افزایش بازده مصرف آب، افزایش محصول و کشت متمرکزتر، آبیاری نقش راهبردی‌تری را ایفا خواهد کرد. انتظار می‌رود هم سطح اراضی آبی و هم مصرف آب کشاورزی به‌آرامی افزایش یابد و زمین‌های زیر کشت آبی از ۳۰۱ میلیون هکتار در سال ۲۰۰۹ به ۳۱۸ میلیون هکتار در سال ۲۰۵۰ برسد (۶ درصد رشد). لیکن به‌ویژه در مورد تخصیص بین بخشی آب و اثرات محیط‌زیستی آن، هر توسعه‌ای نیاز به بده‌بستان‌هایی دارد. به احتمال زیاد آبیاری تحت‌فشار و تکمیلی در مزارع خصوصی رشد قابل ملاحظه‌ای خواهد داشت. بر اساس روند موجود در بازده مصرف آب کشاورزی و افزایش عملکرد، پیش‌بینی می‌شود که برداشت آب برای کشاورزی تا سال ۲۰۳۰ به بیش از ۲۹۰۰ کیلومتر مکعب در سال و تا سال ۲۰۵۰ تقریباً به ۳۰۰۰ کیلومتر مکعب افزایش یابد. این امر افزایش خالص ۱۰ درصدی را از اکنون تا سال ۲۰۵۰ نشان می‌دهد.

هم‌چنان‌که کمبود منابع زمین و آب مشخص‌تر می‌شود، رقابت بین تقاضاهای صنعتی و شهری شدت می‌یابد و رقابت میان بخش‌های کشاورزی‌ـدامداری، محصولات اساسی و محصولات غیرخوراکی نظیر زیست‌سوخت‌های مایع ـ فراگیر می‌شود. تقاضای آب در بخش‌های صنعت و شهری بسیار سریع‌تر از کشاورزی رشد خواهد کرد و می‌توان انتظار داشت که این امر تخصیص آب به کشاورزی را کاهش دهد. در همین حال لازم است مدیریت خاک بهبود یابد و از آب برای افزایش بهره‌وری در کشاورزی دقیق‌تر استفاده شود. این شامل رقابت درون‌بخشی بر سر منابع کمیاب زمین و آب خواهد شد و منبع نهایی آب شیرین موجود که آب زیرزمینی است به‌شدت ضربه خواهد خورد.

انتظار می‌رود تغییر آب و هوا الگوهای دمایی، بارشی و جریان رودخانه‌ها را، که نظام‌های کشاورزی به آن‌ها وابسته است، تغییر دهد. ممکن است برخی نظام‌های کشاورزی واقع در عرض‌های جغرافیایی بالاتر منافع خالص بیشتری از افزایش دما بدست آورند، چراکه زمین‌های بیشتری برای کشت محصولات در دسترس آن‌ها قرار می‌گیرد. با این حال، انتظار می‌رود فشار اثرات منفی بر عرض‌های پایین وارد آید. هم‌چنین انتظار می‌رود گرمایش جهانی تناوب و شدت خشکسالی‌ها و سیل را در مناطق نیمه گرمسیری افزایش دهد. انتظار می‌رود دلتاها و مناطق ساحلی به شکل منفی از بالا آمدن سطح آب دریا متأثر شوند. هم‌چنین انتظار می‌رود در جریان‌های پایه در اراضی کوهستانی و مرتفع و سامانه‌های آبیاری‌ای که متکی به ذوب برف در تابستان هستند، در درازمدت تغییراتی پدید آید. راهبردهای انطباق بایستی بر افزایش انعطاف‌پذیری نظام‌های کشاورزی برای کاهش خطرات کنونی و احتمالی مانند خشکسالی، بارش‌های شدید و سایر رویدادهای شدید اقلیمی تمرکز یابد. هم‌چنین این راهبردها باید اثرات منفی تغییرات آب و هوایی را بر تولیدات کشاورزی کاهش دهد.

نظام‌های زمین و آب در معرض خطر: چه خطری وجود دارد و در کجا؟

در سراسر جهان، یک سری از نظام‌های تولید کشاورزی در معرض خطرند، چون هم‌زمان تحت فشارهای زیاد جمعیتی و عملیات ناپایدار کشاورزی‌اند. آمار و ارقام جهانیِ نرخ بهره‌برداری و تخریب منابع زمین و آب، در خصوص دسترسی

به منابع، اختلاف زیاد منطقه‌ای نشان نمی‌دهد. انتظار می‌رود محدودیت‌های زمین و آب توان نظام‌های کلیدی تولید کشاورزی را در برآورده نمودن تقاضا به مخاطره اندازد. این محدودیت‌های فیزیکی ممکن است در برخی جاها به وسیلهٔ محرک‌های بیرونی نظیر تغییر آب و هوا، رقابت با سایر بخش‌ها و تغییرات اجتماعی‌ـاقتصادی هر چه بیشتر تشدید کند. لذا نظام‌های کشاورزی، که به دلیل تجدیدناپذیری در معرض خطر هستند، در اولویت اقدامات اصلاحی قرار دارند.

از دیدگاه گزارش وضعیت جهانی منابع زمین و آب نظامِ تولیدیِ «در معرض خطر» نظامی است که در آن در حال حاضر دسترسی به منابع زمین و آبِ مناسب محدود شده باشد، و علاوه بر کمبود محلی در منابع زمین و آب، محدودیت‌ها بر اثر فعالیت کشاورزی ناپایدار، افزایش فشارهای اجتماعی‌ـاقتصادی یا تغییرات آب و هوایی افزایش یابد. مطابق آنچه در این گزارش آمده، در نظام‌های تولیدات جهانی کشاورزی، نظام‌های در معرض خطر به ۹ گروه اصلی تقسیم شده‌اند.

زمین و آب برای کشاورزی متراکم پایدار

انتظار می‌رود تا سال ۲۰۵۰ بیش از ۰٫۸ رشد تولیدات کشاورزی به دلیل افزایش بهره‌وری از زمین‌های زیر کشت کنونی به دست آید. برای بالا بردن تولیدات، غلبه بر محدودیت‌ها و مدیریت ریسک، مجموعه‌ای از روش‌های مختلف زراعی و فنی در اختیار ما است. اعمال این روش‌ها نیازمند همکاری و هدایت سازمان‌های دولتی، خصوصی، رسمی و غیررسمی مرتبط با زمین و آب با بازدهی و مشارکت‌پذیری بیشتری است.

شکاف میان بازدهی زمین و آب: ظرفیتی بکر

بازدهی زمین در اراضی دیم عموماً کم است، چراکه حاصلخیزی خاک ذاتاً کم بوده، مواد مغذی زمین به‌شدت تخلیه می‌شوند، ساختمان خاک ضعیف است و مدیریت مناسب خاک صورت نمی‌گیرد. این وضعیت به‌ویژه در آفریقای سیاه، که کمتر از یک تن در هکتار محصول برداشت می‌شود، وجود دارد. روش‌های مدیریت پایدار زمین و آب می‌تواند بهره‌وری را از طریق مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک، در جاهایی که بارندگی قابل ملاحظه است، بالا ببرد.

در اراضی دیم، روش‌های تلفیقی تولید، مانند کشاورزی حفاظتی، کشاورزی‌ـجنگلداری، تلفیق دامداری با زراعت یا آبیاری با آبزی‌پروری می‌تواند بهترین روش‌های مدیریت را، که با اکوسیستم و فرهنگ محلی و نیاز بازار سازگاری دارد، ترکیب نماید و استفاده از آفت‌کش‌ها و خطرات آن‌ها را با مدیریت تلفیقی آفات[1] به حداقل برساند. با مدیریت یکپارچهٔ حاصلخیزی خاک می‌توان با استحصال آب باران و حفاظت از آب و خاک بر روی اراضی شیب‌دار، عملکرد دیم را افزایش داد. تمرکز بر چرخهٔ نیتروژن و کربن، ترسیب کربن را تسهیل می‌کند و می‌تواند انتشار گازهای گلخانه‌ای را کاهش دهد.

ثابت شده که این برنامه‌ها زمانی موفق‌اند که بخشی از راهبردها در جهت توسعهٔ روستایی و بهبود وضع معیشت روستاییان باشند و شامل خدمات حمایتی و دسترسی بهتر به بازار هم بشوند. آموزش، تشویق و برنامه‌های ترویجی مدرسه در مزرعه حرکت به سمت نظام‌های کاراتر کاربری زمین را سرعت می‌بخشد. اما خطرپذیری اولیهٔ این اقدامات و پایین‌بودن سوددهی آن‌ها مانع از بکارگیری این روش‌ها می‌شود. به طور کلی، ارزیابی محدودیت‌های اقتصادی‌ـاجتماعی و تدوین بسته‌های تشویقی مؤثر برای کشاورزان، برای به‌کارگیری روش‌های مناسب مدیریتی و تطبیق تکنیک‌ها و عملیات با شرایط خاص هر مزرعه، به امکان‌سنجی و ارزیابی خطرپذیری نیاز دارد.

کارآیی اکثر نظام‌های آبیاری در سراسر دنیا کمتر از ظرفیت بالقوه آن‌ها است و با نیازهای کشاورزی امروزی سازگاری ندارد. بهره‌وری کم از آب، که به مدیریت آب مربوط است، منجر به از دست رفتن فرصت‌ها برای افزایش بازده مصرف

1. Integrated Pesticide Managmenet (IPM)

منابع و بازدهی اقتصادی می‌شود. چشم‌انداز افزایش عرضهٔ آب آبیاری در بسیاری از مناطق کم‌آب محدود شده است. احتمالاً می‌توان از طریق طرح‌های بزرگ چندمنظورهٔ برق‌آبی مقدار بیشتری آب آبیاری تأمین کرد. انتظار می‌رود اجرای پروژه‌های کوچک ذخیرهٔ آب نیز عرضه آب را افزایش دهد و توسعهٔ بیشتر در منابع آب زیرزمینی نیز پیش‌بینی می‌شود. اما مدیریت تقاضای آب هرچه بیشتر اهمیت خواهد یافت. ترکیبی از مدیریت صحیح در پروژه‌های آبیاری، سرمایه‌گذاری در فناوری‌های جدید، توسعهٔ دانش و آموزش می‌تواند بازده مصرف آب را به‌شدت بالا برده و عرضهٔ آب را برای مصرف‌کنندگان پایین‌دست، که اغلب فقیر هستند، بهبود بخشد. هم‌چنین در جاهایی که عموم مردم به حفاظت از عملکرد آبخوان علاقه نشان می‌دهند، این ترکیب می تواند باعث بهبود مدیریت آب شود. حصول این دستاوردها بیشتر در آفریقای سیاه و بخش‌هایی از آسیا ممکن خواهد بود.

برای افزایش بهره‌وری آب و زمین در طرح‌های بزرگ آبیاری، به بستهٔ تلفیقی مدرنی نیاز است که شامل بهبود زیرساخت‌ها و اصلاح نظام‌های مدیریتی و نیز ایجاد فضایی اقتصادی می‌شود، فضایی واقعاً تشویقی، که خطرپذیری مدیریت‌شده و دسترسی به بازار در آن لحاظ شود. هم‌چنین زمینه برای افزایش راندمان آبیاری و بهره‌وری در زمین‌های کوچک وجود دارد. در این رابطه، نیاز به دانش، فناوری و سرمایه‌گذاری داریم، سرمایه‌گذاری‌ای که با روش‌های مدیریت محلی و شرایط اقتصادی-اجتماعی سازگار باشد.

گزینهٔ دیگرْ بازچرخانی و استفادهٔ مجدد از آب است. اما تنها با مقررات کارامد است که می‌توان آب سالم از زهکش‌ها، منابع آب شور و فاضلاب تصفیه‌شده به دست آورد. دفع خطر شورشدن و ماندابی‌شدن چه داخل منطقه چه خارج از آن نیازمند برنامه‌های زهکشیِ دقیق و سرمایه‌گذاری و مدیریت در بسیاری از پروژه‌های آبیاری است و این امر نیازمند مطالعات بیلان آب و نمک و ایجاد سامانهٔ نظارت و پایش است.

عزم ملی برای مدیریت پایدار زمین و آب

کشاورزانِ جهان هم‌چنان عاملان اصلی تغییر خواهند بود و بایستی دیدگاه آن‌ها را در نظر گرفت. کشاورزان ضرورتاً در برنامه‌ریزی و مدیریت پایدار آب و زمین درگیر هستند، اما بسیاری از آنان به دلیل فقر و فقدان انگیزه‌های مناسب، مالکیت نامطمئن زمین و حقابه، نبود تشکل‌های محلی و خدمات حمایتیِ کافی (شامل سرمایه و اعتبارات روستایی، بازارها و دسترسی به فناوری و اطلاعات) مجبور به اجرای عملیات ناپایدار شده‌اند. در این وضعیت، باید تخصیص منابع عمومی هرچه راهبردی‌تر باشد و تمهیداتی پیش‌بینی شود تا بخش خصوصی هم در سطح ملی سرمایه‌گذاری کند، و هم از طریق مکانیسم‌های اعتباری در سطح محلی. این امر می‌تواند منجر به اختصاص سهم بیشتری از سرمایه‌گذاری‌های عمومی به بخش کشاورزی شود. در داخل هر کشور، سرمایه‌گذاری در سه حوزهٔ اصلی حیاتی است:۱- در سطح ملی، دولت‌ها لازم است در خدمات عمومی مانند جاده‌ها، انبارها، امور حفاظت از منابع آب و خاک سرمایه‌گذاری کرده و سرمایه‌گذاری خصوصی را تسهیل کنند. ۲- سرمایه‌گذاری در نهادهایی که مدیریت پایدار زمین و آب و ترویج آن را بعهده دارند، نظیر تحقیق و توسعه، سیستم‌های نظارتی و انگیزشی، و برنامه‌ریزی کاربری اراضی و مدیریت آب. ۳- در سطح حوضه یا پروژهٔ آبیاری، برای اجرای برنامهٔ منظم سرمایه‌گذاری روی زمین و آب حوضه، استفاده از روش برنامه‌ریزی تلفیقی و برای اجرای پروژه‌های آبیاری، تمرکز بر نوسازی زیرساخت‌ها و ترتیبات و تشکیلات نهادی مربوطه ضروری است.

برای بهبود نقاط ضعف نظام‌های حقوقی زمین و آب که مانع افزایش بهره‌وری می‌شوند، می‌توان نهادهای دولتی مرتبط با زمین و آب را توانمند کرد. با اقتباس از نظام‌های منابع مشترک می‌توان امنیت مالکیت زمین را از راه به رسمیت شناختن و حفاظت قانونی از آن و یا از طریق واگذاری قانونی و توافق‌شدهٔ زمین به اشخاص حقوقی تأمین نمود و نیز می‌توان از

بازار زمین استفاده کرد و بازدهی تخصیص زمین و عدالت در این زمینه را افزایش داد.

با افزایش بازدهی تخصیص آب بین بخش‌ها، و هم‌چنین استفاده از فناوری‌ها و ساختار حکمرانی برای ترویج بهره‌برداری مؤثر از آب، مشارکت ذی‌نفعان در مراحل مختلف نظام‌های زمین و آب می‌تواند موجب افزایش قابل‌توجه بهره‌وری آب و کاهش تنش آبی شود. مصداق‌های این امر شامل مشارکت جمعی در آبیاری یا مدیریت آب زیرزمینی است. مشارکت در مدیریت فرامرزی آب که از مسائل فنی آغاز می‌شود، می‌تواند سرمایه‌گذاری چندمنظوره را بهینه و اشتراک منافع را در سطح حوضه تقویت کند. در آینده، توسعهٔ نهادی احتمالاً بیشترْ رویکردهای مشارکتی و جمعی دارد و با افزایش تمرکززدایی و پاسخگویی در سطوح محلی همراه است. اصلاحات آبیاری بر جهت‌گیری دولت‌ها به سمت تمرکززدایی در کنترل آبیاری و واگذاری مسئولیت بیشتر به کشاورزان استوار خواهد بود و رویکردهای مدیریت حوضه نیز منعکس‌کنندهٔ بهترین روش‌های واگذارنمودن مدیریت زمین و آب به پایین‌ترین واحد جغرافیایی و مشارکت‌دادن ذی‌نفعان در برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری خواهد بود.

به طور خاص، ضرورت پرداختن به بده‌بستان‌ها بر میزان و چگونگی افزایش فعالیت کشاورزی، حفاظت و نگهداری، توازن بین کشاورزی تجاری و تولید محصولات اساسی و بین رشد و توزیع درآمد، سطح امنیت ملی غذا، و تقسیم هزینه‌ها و منافع بین جوامع شهری و روستایی متمرکز خواهد بود. مسئلهٔ حیاتی این است که بایستی تجزیه و تحلیل‌ها و بررسی‌ها را صریح و شفاف ارائه کرد و تصمیمات را با توجه به منافع عمومی گرفت. پس فرایندهای مشارکتی و شفافیت مهم‌اند.

توسعهٔ کاربرد فناوری در مدیریت پایدار زمین و آب نیازمند تلفیق یافته‌های تحقیقاتی با بررسی‌های کارشناسی محلی و تطبیق آن‌ها با وضع موجود است. برای بسیاری از نظام‌های زمین و آب پایگاه تحقیقاتی جامعی وجود دارد. اما تحقیق و ترویج بایستی به ابزاری مجهز شوند تا فناوری‌های کاربردی را بتوان بر حسب نیاز ارائه کرد. مشاهده شده که اجرای برنامه‌هایی نظیر کلاس در مزرعه با مشارکت گروه‌های کشاورزی محلی، انجمن‌های غیردولتی و بخش خصوصی، در ترویج یک سری از فناوری‌ها و روش‌های پایدار ازجمله آبیاری تحت فشار و کشاورزی حفاظتی موفق بوده‌اند.

در گزارش وضعیت جهانی منابع زمین و آب برخی از خلأها و تناقض‌های موجود در بانک‌های اطلاعاتی را نشان داده شده است. این خلأها بایستی با فهرست‌برداری از بیشتر زمین‌ها و منابع آبی برای کمک به انتخاب و کاربرد آن‌ها برطرف شود. تحقیق بیشتر بر روی نظام‌های اصلی کشاورزی موجود برای تعیین راهبردهای حفاظتی و افزایش فعالیت کشاورزی ضروری است. باید روش‌های ارزیابی و ارزش‌گذاری خدمات اکوسیستم ازجمله ممیزی آب و زمین توسعه یابند تا ابزارهای لازم برای ارزش‌گذاری گزینه‌های توسعه و کمک به تصمیم‌گیری‌های آگاهانه فراهم شود. شبکه‌ها و رسانه‌های جدید باید در مبادله و انتشار اخبار و اطلاعات و شناسایی و پرکردن خلأهای اطلاعاتی مؤثرتر عمل کنند.

گام اول در مدیریت کارامدتر زمین و آب از میان برداشتن مشکلاتی نظیر ارزانیِ انرژی است که موجب تشدید تخریب زمین و آب است و با مصرف زیاد انرژی و یا تخلیهٔ آب زیرزمینی، موجب ناکارامدی کشت و زرع می‌گردد. برای ترویج روش‌های بهتر، بعداً میتوان ساختاری انگیزشی طراحی کرد که شامل محرک‌های قیمت و اقدامات نظارتی باشد. ممکن است پرداخت هزینهٔ خدمات محیط‌زیستی[1] بتواند دوباره توازن را بین هزینه‌های تحمیل‌شده به کشاورزان و منافع سایر بخش‌ها برقرار سازد.

روند اخیر تصرف زمین باید با وضع مقررات مناسب و برقراری سیاست‌های آگاهانهٔ غذا و کشاورزی، که هر چه بیشتر موجودیت زمین و حقوق دسترسی به آن را در نظر بگیرد، ادامه پیدا کند. برای تصمیم‌گیری و مذاکرهٔ بهتر، تهیه و تدوین معیارهایی برای حکمرانی بر زمین، یا قانونی برای کنترل سرمایه‌گذاری‌های بین‌المللی مفید است.

1. Payment for Environmental Services (PES)

الزاماتِ همکاری و سرمایه‌گذاری بین‌المللی

تلفیق بهتر و مؤثرتر طرح‌های بین‌المللی مرتبط با مدیریت منابع زمین و آب نیازی ضروری است. به دلیل نگرانی‌هایی که درباره امنیت غذایی، کاهش فقر، حفاظت محیط‌زیست و تغییر آب و هوا وجود دارد، در بسیاری از نهادها، همکاری بین‌المللی برای مدیریت پایدار زمین و آب اولویت اساسی دارد. در چندین توافق بین‌المللی، اصول حفاظت از منابع طبیعی از جمله زمین و آب مورد توجه قرارگرفته است. اما این معاهدات به‌ندرت به فعالیت‌های واقعی در زمین کشاورزی یا در برنامه‌های اجرایی ملی تبدیل شده است، و تا کنون توافقی مستحکم و چارچوبی عملیاتی برای فعالیت در زمینهٔ مدیریت پایدار زمین و آب وجود نداشته است.

چندین سازمان و برنامهٔ مختلف از جمله سازمان تسهیلات جهانی محیط‌زیست[1] سطح آگاهی را بالا برده‌اند، و دست به ترویج اقداماتی در جهت مدیریت پایدار زمین و آب زده‌اند. نهادهایی هم هستند که به اقداماتی در جهت توانمندسازی نهادها و حکمرانی پرداخته‌اند. لیکن سازمان‌های مختلف اغلب در زمینه‌های مشابه کار می‌کنند و این امر موجب کاهش تمرکز و اثربخشی آن‌ها می‌شود و در نتیجه روش‌ها بجای اینکه تلفیقی باشند، عمدتاً در حیطهٔ یک بخش باقی می‌مانند.

چند ابتکار عمل و مشارکتی که اخیراً جامعهٔ مدنی و بخش خصوصی به خرج داده‌اند (مانند تجارت منصفانه، گواهی محیط‌زیستی یا برچسب ارگانیک) ممکن است اثرات مثبتی بر مدیریت پایدار زمین و آب داشته باشد. اما این اقدامات بایستی با مکانیسم‌های علمی و پایشی بهتر ارتقا یافته و هدایت شود. کشاورزی در اراضی وسیع می‌تواند به طور ویژه هزینه‌های معاملات مرتبط با تبادل کربن را کاهش دهد و بدین‌وسیله برای مدیریت پایدار انگیزه ایجاد می‌کند.

برای رفعِ عدمِ امنیتِ غذاییِ مزمن و کمبود منابع طبیعی، به سرمایه‌گذاریِ جهانی در مدیریتِ زمین و آب نیاز است. نیاز به سرمایه‌گذاری ناخالص برای توسعهٔ آبیاری و مدیریت، بین سال‌های ۲۰۰۷ تا ۲۰۵۰ تقریباً حدود یک تریلیون دلار برآورد شده است. علاوه بر این، برای حفاظت زمین و توسعهٔ آن، و نیز حفاظت از خاک و کنترل سیلاب، به حدود ۱۶۰ میلیارد دلار سرمایه‌گذاری نیاز است. گزینه‌های جدید سرمایه‌گذاری شامل پرداخت هزینهٔ خدمات محیط‌زیستی و تجارت کربن است. سرمایه‌گذاری جهانی بایستی مکمل سرمایه‌گذاری دولتی و خصوصی در سطح ملی باشد و برای جلب و جذب مؤثر سرمایه‌گذاری در سطوح بالاتر، لازم است ملت‌ها علاوه بر مکانیسم‌های قوی ارزیابی و پایش در ابعاد محیط‌زیستی، اقتصادی و اجتماعی کشاورزی پایدارک، به توسعهٔ سیاست‌های مطلوب، نهادها و مشوق‌ها نیز بپردازند.

برای ترویج مدیریت پایدار زمین و آب، لازم است منابع مالی از اعتبارات موجود و یا از منابع خصوصی و بازار تأمین و توزیع شود. در قالب مذاکرات جهانی تغییرات آب و هوایی برای سرمایه‌گذاری در زمینهٔ ترسیب کربن، با تمرکز بر منافع چندگانهٔ افزایش ذخیرهٔ کربنِ خاک، کاهش تلفاتِ مواد مغذی خاک و کنترل رواناب از مزارع کشاورزان، می‌توان بودجهٔ اختصاصی را برای پشتیبانیِ از مدیریتِ پایدارِ خُرده‌مالکین بر زمین و آب تامین کرد. این برنامه‌ها بعداً می‌توانند انگیزه‌ای شوند تا روش‌های مدیریت پایدار زمین و آب در سطح محلی آسان‌تر پذیرفته شود و نیز می‌توانند ابزاری برای ترویج اقداماتی جهانی مانند احیای جنگل‌ها و تثبیت کربن و کاهش اثرات منفیِ محیط‌زیستی باشد. برنامه‌هایی که موضوع پرداخت هزینهٔ خدمات محیط‌زیستی را مد نظر قرار می‌دهند، می‌توانند کاریِ کنند که کشاورزان آسان‌تر چنین اقداماتی را بپذیرند.

مدیریت زمین و آب فرصت‌های مهمی را برای هم‌افزایی در سازگاری با تغییر آب و هوا و کاهش اثرات آن پیش

1. Global Environment Facility (GEF)

روی ما می‌نهد. کشاورزی و جنگل‌زدایی توسط انسان در مجموع در انتشار گازهای گلخانه‌ای[1] حدود یک سوم سهم دارند. هم‌زمان، انتظار می‌رود تغییرات آب و هوایی، الگوهای استفاده از زمین و آب برای کشاورزی را تحت تأثیر قرار دهد. لیکن بسیاری از روش‌های مدیریت پایدارِ زمین و آب که در خصوص افزایش سازگاری با تغییر آب و هوا و کاهش آسیب در برابر آن توصیه شده‌اند، عمدتاً از طریقِ ترسیب کربن منجر به کاهش اثرات تغییرات آب و هوایی نیز می‌شوند. به علاوه، کمک به انباشت کربن و افزایش ذخیرهٔ مواد آلی در خاک، منافع بیشتری نظیر بالابردن ذخیرهٔ آب و نگهداری مواد غذایی در خاک را همراه دارد. این فواید می‌تواند نیاز به کود را کاهش دهد و جذب آن را تسهیل کند. تأثیر مدیریتِ پیشرفتهٔ زمین و آب در کاهش اثرات تغییرات آب و هوایی یعنی کشورهای در حال توسعه بتوانند حمایت‌های مالی را بر پایهٔ مقدار ترسیب کربن، که حاصل مدیریت پایدار آب و زمین است، جذب کنند.

رویارویی با چالش‌ها

پیش‌رفتن طبق روال معمول کافی نیست

چالش‌های عمده فراروی کشاورزی عبارت‌اند از: تولید حداقل ۷۰ درصد غذای بیشتر تا سال ۲۰۵۰، بهبود امنیت غذایی و معیشت روستاییان فقیر، حفظ سرویس‌های ضروری اکوسیستم و حل و فصل اختلافات بین مصرف‌کنندگان رقیب در استفاده از منابع زمین و آب. به همهٔ این چالش‌ها و اثرات پیش‌بینی‌شدهٔ آب و هوا در جاهایی که بر تولیدات کشاورزی اثر منفی دارد باید پرداخت، این چالش‌ها برطرف نخواهند شد مگر اینکه:

- شیوهٔ رایج کشاورزی تغییر یابد تا فشار بر نظام‌های زمین و آب کم شود.
- به طور محسوس از اثرات منفی نظام‌های کشاورزی متراکم کاسته شود و افزایش تولید غذا با کاهش فقر، تنوع‌بخشی، امنیت غذایی و معیشت و حفاظت از خدمات اکوسیستم همسو گردد.
- اثرات منفی کشاورزی‌های خرد که با تراکم بالای جمعیت، فقر گسترده و عدم دسترسی مطمئن به منابع آب و خاک همراه است، کاهش داده شود.
- نظام‌های کشاورزی در معرض خطر در اولویت باشند و روند پیشرفت در رفع خطر پایش شود.
- سرمایه‌گذاری، اقتصاد و سیاست‌های تجاری به نفعِ کشاورزیِ پایدار و توسعهٔ متعادل روستایی باشد.
- در جهت توجه به نظام‌های در معرض خطر و سازگاری با تغییر آب و هوا و کاهش اثرات آن به طور همزمان، افزایش فعالیت کشاورزی پایدار با اجرای روش‌های مدیریتی و برنامه‌ریزی تلفیقی انجام شود.

اصول و روش‌هایی که بر اساس آن‌ها می‌توان اقدامات مهمی را برای مدیریت پایدار زمین و آب به اجرا در آورد عبارت‌اند از:

- استفادهٔ گسترده از روش‌های جمعی و مشارکتی برای مدیریت زمین و آب با افزایش تفویض اختیارات و پاسخگویی محلی.
- افزایش سرمایه‌گذاری برای توسعهٔ زیرساخت‌های اساسی خدمات عمومی مرتبط با کل چرخهٔ بازار از تولید تا مصرف.
- ارزیابی خدمات اکوسیستم از جمله ممیزی زمین و آب در جهت ایجاد چارچوبی برای تصمیمات برنامه‌ریزی و سرمایه‌گذاری.

1. Green House Gas (GHG)

- مروری بر شرح وظایف و فعالیت‌های سازمان‌های منطقه‌ای و جهانی زمین و آب با نگاه به توسعهٔ همکاری‌ها و در صورت امکان ادغام برخی از آن‌ها.
- معاهده‌های تجاری بین‌المللی که با دیدگاه «اقتصاد سبز» هماهنگ‌اند و در مجموع به کشاورزی پایدار کمک می‌کنند.
- تعاونی‌ها و نهادهای مدیریت در سطح حوضه که می‌توانند با هم کار کنند، تا ارزش‌های اقتصادیْ بهینه شده و تقسیمِ مساوی منافع در حوضه‌های رودخانه‌ای بین‌المللی تضمین گردد.
- بودجهٔ اختصاصی برای حمایت از مدیریت پایدار زمین و آب توسط کشاورزان خرده‌پا در نظر گرفته شود. سپس برنامه‌های تشویقی مانند پرداخت هزینهٔ خدمات محیط‌زیستی، در زمینهٔ مدیریت حوضه و آب پاک، تنوع زیستی و طرح‌های تولیدی پایدار، باعث خواهند شد که روش‌های مدیریت پایدار زمین و آب، تثبیت کربن و کاهش اثرات منفی محیط‌زیستی با اقبال عمومی بیشتری مواجه شوند.

نتیجه‌گیری

نظام‌های زمین و آب که زیربنای بسیاری از نظام‌های اصلی تولید غذا در سراسر جهان هستند، به دلیل تقاضای بی‌سابقه دچار تنش شده‌اند. انتظار می‌رود در برخی مناطق مهم و حاصلخیز، تغییر آب و هوا این تنش‌ها را تشدید کند.چشم‌انداز دولت‌ها و بخش خصوصی (شامل کشاورزان) این است که هرچه بیشتر در راستای توانمندسازی خود و ترویج مدیریت پایدار زمین و آب فعالیت کنند. این روش‌ها ظرفیت آن را دارد که برای پاسخگویی به امنیت غذایی تولید را به طور مؤثر افزایش دهد، و در عین حال اثرات منفی بر سایر ارزش‌های اکوسیستم را کم کند. لیکن این امر نیازمند تغییرات عمیق در روش مدیریت زمین و آب است. سیاست‌های ملی و جهانی باید با یکدیگر هماهنگ شوند، و نهادها، در بکارگیری دانش و اعمال نظارت مسئولانه در استفاده از منابع طبیعی، حقیقتاً دست به دست یکدیگر دهند. کار کردن به روال معمول بدون هیچ اصلاحاتی یا صرفاً با اعمال اصلاحات اندک کافی نخواهد بود.

وضعیت و روند منابع زمین و آب برای غذا و کشاورزی که در گزارش وضعیت جهانی منابع زمین و آب شرح داده شده است مبنایی است برای برنامه‌ریزی و اولویت‌بندی برنامه‌های منطقه‌ای و سرمایه‌گذاری، تا بهبود مدیریت پایدار زمین و آب و نظام‌های در معرض خطر مورد توجه قرار گیرند.

فصل اول

وضعیت و روند تغییرات منابع زمین و آب

منابع زمین و آب جهان محدود است و تحت فشار افزایش جمعیت قرار دارد. آمارهای جهانی نشان می‌دهد که سهم نسبتاً کوچکی از زمین و آب صرف کشاورزی می‌شود. اما تغییرات عمدهٔ منطقه‌ای و یک سری از اختلاف‌های مهم محلی بین عرضه و تقاضا در آمارها نیامده است. افزایش تقاضای زمین و آب از جانب بخش‌های غیرکشاورزی و لزوم روزافزون رفع نیازهای محیط‌زیستی، رقابت را در استفاده از منابع شدیدتر می‌کند. در این فصل، وضعیت فعلی و روند تغییرات منابع زمین و آب، توزیع جغرافیایی آن‌ها و کاربست آن‌ها در کشاورزی را بررسی می‌کنیم. هم‌چنین میزان تقاضای آیندهٔ بخش کشاورزی تا سال ۲۰۵۰ را پیش‌بینی می‌کنیم و پیامدهای آن را در کشاورزی دیم و آبی تجزیه و تحلیل خواهیم کرد.

وضعیت کنونی زمین و آب

در ۵۰ سال اخیر، مساحت خالص زمین‌های زیر کشت جهان ۱۲ درصد افزایش یافته است. این امر در بیشتر جاها به قیمت کاهش رویشگاه‌های جنگلی، تالاب‌ها و علفزارها تمام شده است. هم‌زمان، مساحت اراضی تحت آبیاری دو برابر شده است. زمین و آب بین کشورهای مختلف به شکل نابرابر توزیع شده است. گرچه سهم کوچکی از زمین و آب جهان صرف تولید محصولات شده است، ولی سهم عمده‌ای از سهل‌الوصول‌ترین زمین‌ها (و بنابراین اقتصادی‌ترین آن‌ها) زیر کشت‌اند و یا استفاده‌های ارزشمند اقتصادی و اکولوژیکی از آن‌ها می‌شود. بنابراین چشم‌انداز توسعهٔ بیشترِ زمین‌های زیر کشت محدود است. تنها قسمت‌هایی از آمریکای جنوبی و آفریقای سیاه هنوز امکان توسعهٔ اراضی را برایِ کشت دارند. هم‌زمان رقابت بر سر منابعِ آب تا بدانجا افزایش یافته که امروزه بیش از ۴۰ درصد از جمعیت روستایی جهان در مناطقی زندگی می‌کنند که با کمبودِ آب مواجهند.

توزیع، کاربری و تناسب زمین

مساحت کل زمین در جهان ۱۳/۲ میلیارد هکتار است که ۱۲ درصد آن (حدود ۱/۶ میلیارد هکتار) هم‌اکنون زیر کشت است. ۲۸ درصد دیگر (۳/۷ میلیارد هکتار) جنگل و ۳۵ درصد (۴/۶ میلیارد هکتار) اکوسیستم‌های مرتعی و بوته‌زار است. کشورها به سه گروه کم‌درآمد، با درآمد متوسط و پردرآمد تقسیم می‌شوند و کشورهای کم‌درآمد حدود ۲۲ درصد از مساحت زمین‌ها را در اختیار دارند (جدول ۱–۱).

کاربری زمین با شرایط آب و هوا و خاک و اثرات انسانی تغییر می‌کند (نقشه ۱–۱). هم‌چنین شکل ۱–۱ کاربری‌های عمدهٔ زمین‌ها را به تفکیک مناطق نشان می‌دهد. بیابان‌ها عمدهٔ قسمت‌های پایین عرض‌های جغرافیایی شمالی در آسیا و آفریقا را به خود اختصاص داده‌اند. جنگل‌های متراکم در مناطق مرکزی آمریکای جنوبی، حاشیهٔ سواحل آمریکای شمالی، سراسر کانادا، اروپای شمالی، بخش اعظم روسیه و هم‌چنین کمربند استوایی آفریقای مرکزی و جنوب شرقی آسیا پراکنده‌اند. زمین‌های زیر کشت ۱۲ تا ۱۵ درصد از کل اراضی هر گروه را تشکیل می‌دهد. بیشتر کاربری‌های زمین مربوط به مراتع و درخت‌زارها (۳۳ تا ۳۹ درصد) و جنگل‌ها (۲۰ تا ۳۳ درصد) است، که در کشورهای هر سه گروه درآمدی وجود دارند.

در جنوب و جنوب شرقی آسیا، اروپای غربی و مرکزی، آمریکای مرکزی و منطقهٔ کارائیب، کاربری اصلی زمین کشاورزی است (یک‌پنجم یا بیشتر از مساحت زمین‌ها را تشکیل می‌دهد)، اما در آفریقای سیاه و شمال آفریقا کمتر از یک‌دهم مساحت زمین‌ها را اراضی زیر کشت تشکیل می‌دهد. بنابراین این زمین‌ها در آن مناطق اهمیت کمتری دارند.

از سال ۱۹۶۱ تا سال ۲۰۰۹، به طور خالص ۱۵۹ میلیون هکتار به مساحت زمین‌های زیر کشت جهان اضافه شده است (جدول ۲–۱ و شکل ۲–۱). لیکن این افزایش بیشتر شامل زمین‌هایی است که به‌تازگی زیر کشت رفته‌اند، در حالی که در همین زمان، زمین‌هایی که قبلاً زیر کشت بودند، از چرخه تولید خارج شده‌اند. در ۵۰ سال اخیر، همهٔ افزایش خالص سطح زیر کشت مربوط به افزایش خالص مساحت زمین‌های آبی است، حال آنکه مساحت زمین‌های زیر کشت دیم کمی کاهش یافته است. زمین‌های زیر کشت آبی در این دوره دو برابر شده‌اند و سطح زمین مورد نیاز برای تغذیه هر نفر از ۰/۴۵ به ۰/۲۲ هکتار کاهش چشمگیری داشته است (FAO, 2010b).

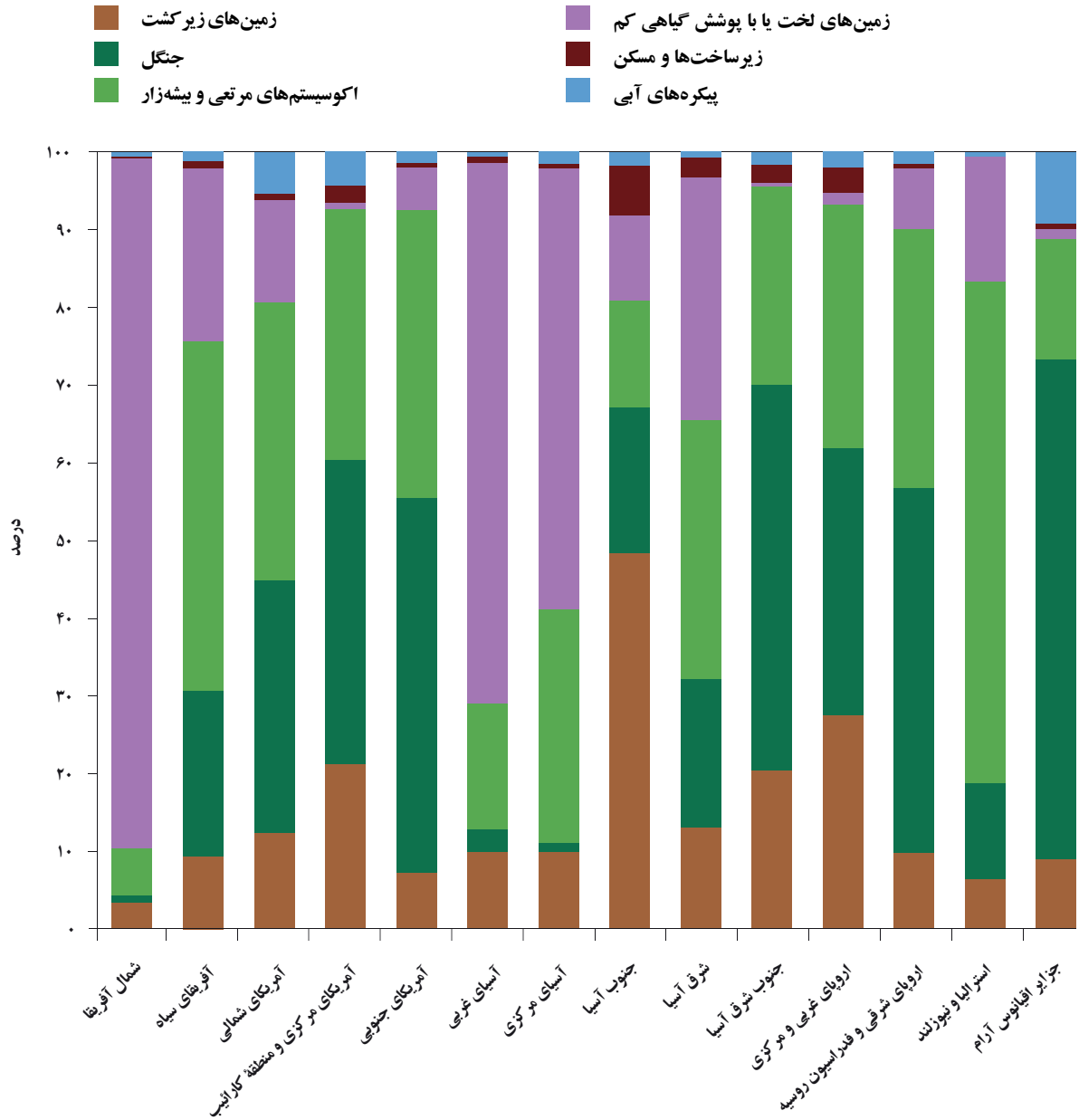
جدول ۱-۱: توزیع منطقه‌ای گروه‌های اصلی کاربری زمین (2000)

گروه کشورها			زمین زیر کشت		جنگل		اکوسیستم‌های مرتعی و بیشه‌زار		زمین‌های لخت یا با پوشش گیاهی کم		زیرساخت‌ها و مسکن		بدنه‌های آبی داخلی	
	درصد زمین‌های جهان	درصد جمعیت جهان	میلیون هکتار	٪	میلیون هکتار	٪	میلیون هکتار	٪	میلیون هکتار	٪	میلیون هکتار	٪	میلیون هکتار	٪
کم‌درآمد	۲۲	۳۸	۴۴۱	۱۵	۵۴۶	۲۰	۱۰۲۰	۳۶	۷۴۴	۲۶	۵۲	۱/۸	۴۱	۱/۴
با درآمد متوسط	۵۳	۴۷	۷۳۵	۱۱	۲۲۸۵	۳۳	۲۲۶۶	۳۳	۱۴۲۲	۲۱	۶۹	۱	۷۹	۱
پردرآمد	۲۵	۱۵	۳۸۰	۱۲	۸۸۰	۲۷	۱۲۹۹	۳۹	۵۹۲	۱۸	۳۱	۱	۱۲۳	۴

منبع: فیشر و همکاران (۲۰۱۰)

توجه: وسعت کلاس‌های پوشش زمین را از بانک دادهٔ مدل‌سازی اگرواکولوژی جهانی گرفته‌ایم. به دلیل تفاوت تاریخ‌های جمع‌آوری داده‌ها و نوع تعاریف و فرایندها، برآوردها در این جدول ممکن است تا اندازه‌ای با برآوردهای اخیر تفاوت داشته باشد. مثلاً وسعت اراضی جنگلی‌ای که فائو گزارش کرده (۲۰۱۰d) ۴ بیلیون هکتار است و در این جدول تقریباً ۳/۷ بیلیون هکتار گزارش شده است. برای تعریف مناطق و زیرمناطق گروه کشورها پیوست الف-۱ را ببینید.

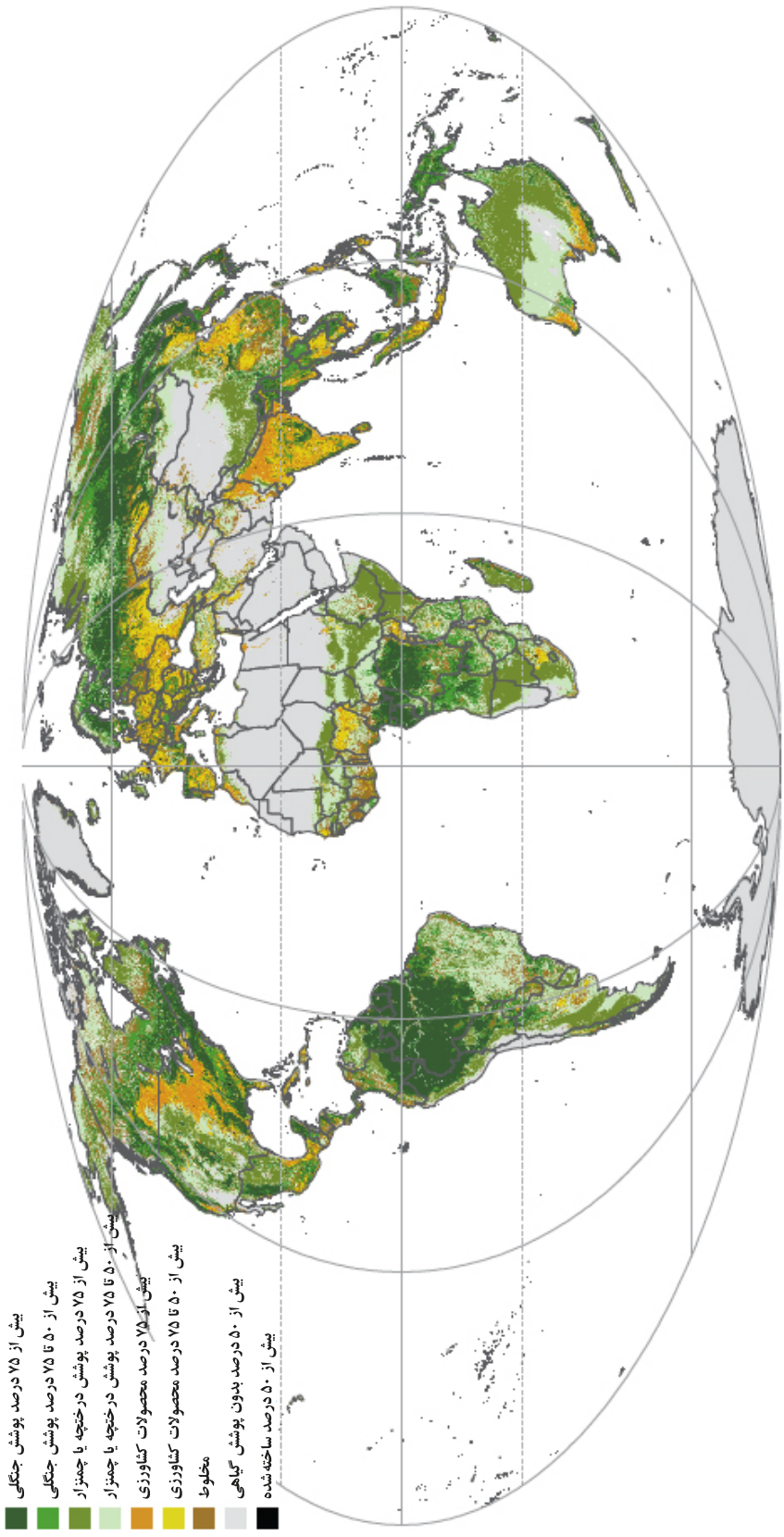
شکل ۱-۱: توزیع منطقه‌ای کاربری و پوشش زمین



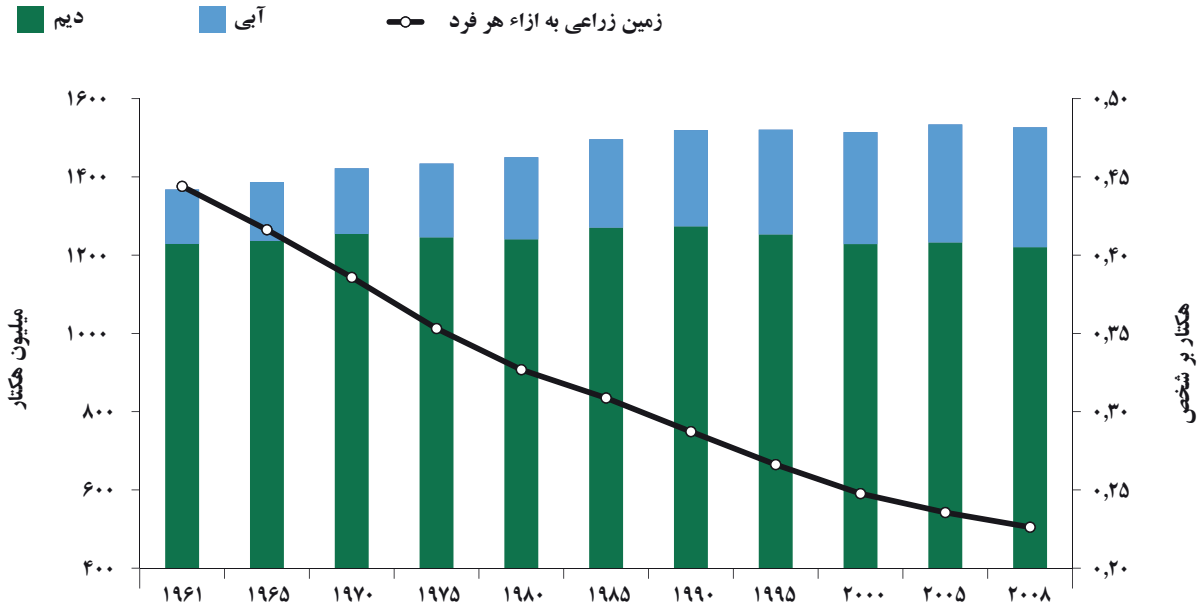
روش‌های سرشماری جنگل‌ها، محدودهٔ آن‌ها و ارزیابی تغییرات گسترهٔ جغرافیایی‌شان در طول زمان، مقایسه را دشوار می‌سازد. با این وجود، کاهش حدود ۱۳۵ میلیون هکتار (۳/۳ درصد) از مساحت جنگل‌ها بین سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۱۰ دال بر این است که افزایش سطح زمین‌های زیر کشت و جایگزینی زمین‌های تخریب‌شده با زمین‌های زیر کشت جدید تا حدی حاصل تغییر کاربری زمین‌های جنگلی است (FAO, 2010b).

به ازای هر نفر از جمعیت جهان ۰/۲۳ هکتار زمین کشت می‌شود. سرانهٔ سطح زیر کشت در کشورهای پردرآمد (۰/۳۷هکتار) دو برابر کشورهای کم‌درآمد (۰/۱۷ هکتار) است، حال آنکه در کشورهای با درآمد متوسط، سرانهٔ هر نفر ۰/۲۳ هکتار است (جدول ۳-۱).

نقشه ۱-۱: پوشش و کاربری غالب زمین



شکل ۲-۱: روند تغییرات زمین‌های آبی و دیم



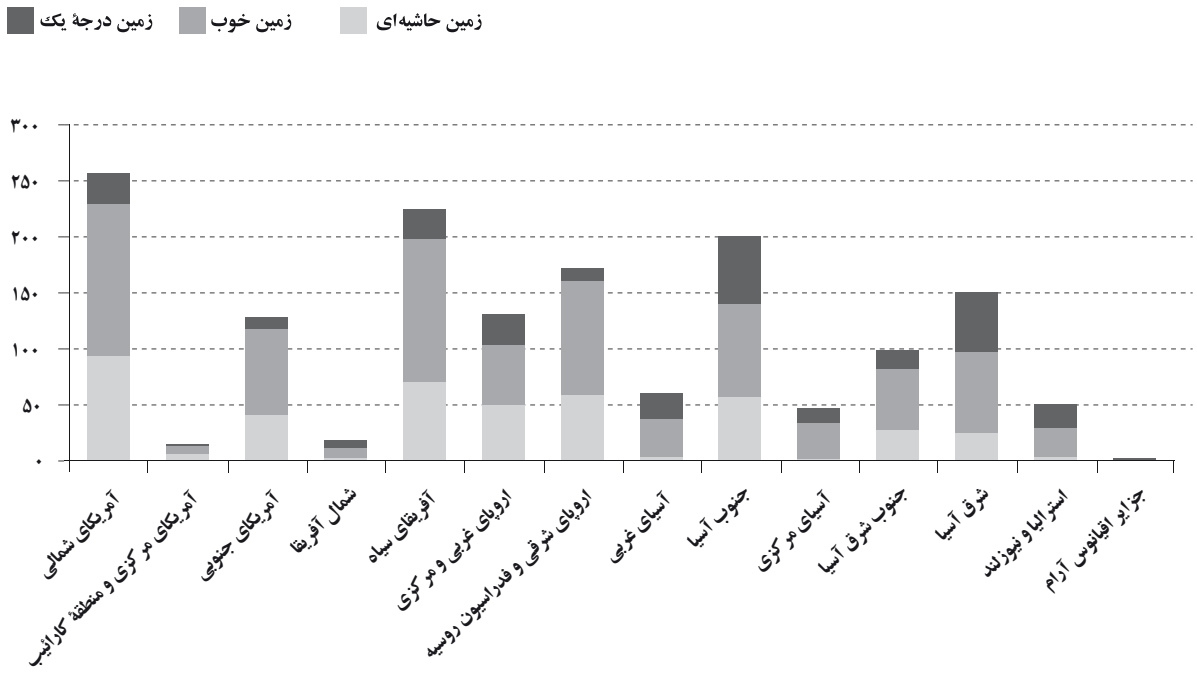
جدول ۲-۱: میزان خالص تغییرات در کاربری عمدهٔ زمین (میلیون هکتار)

	۱۹۶۱	۲۰۰۹	افزایش خالص (۱۹۶۱-۲۰۰۹)
زمین زیر کشت	۱۳۶۸	۱۵۲۷	٪۱۲
• دیم	۱۲۲۹	۱۲۲۶	٪-۰/۲
• آبی	۱۳۹	۳۰۱	٪۱۱۷

منبع: FAO (2010b,c)

سازمان کشاورزی و خواربار جهانی، تناسب اراضی برای کشاورزی را بر اساس ظرفیت عملکرد بالقوهٔ قابل حصول برای یک سبد از محصولات تعریف می‌کند (قاب ۱-۱). با فرض این‌که از سیستم‌های تولیدی کاملاً سازگار استفاده شود، اکثر زمین‌های زیر کشت کنونی جهان درجه یک (۲۸ درصد از کل) و با کیفیت خوب (۵۳ درصد) هستند. بالاترین نسبت منطقه‌ای زمین‌های درجه یک که در حال حاضر کشت می‌شود در آمریکای مرکزی و کارائیب (۴۲ درصد) و پس از آن در اروپای غربی و مرکزی (۳۸ درصد) و آمریکای شمالی (۳۷ درصد) است. در مجموع در کشورهای پردرآمد، سهم زمین‌های درجه یکی که در حال حاضر زیر کشت‌اند ۳۲ درصد است (جدول ۳-۱). در کشورهای کم‌درآمد، اغلب زمین‌ها فقیرتر و تنها ۲۸ درصد از کل زمین‌های زیر کشت جزو زمین‌های درجه یک طبقه‌بندی می‌شوند (شکل ۳-۱).

شکل ۳-۱: مساحت کل اراضی زیرکشت بر حسب تقسیم‌بندی تناسب اراضی برای هر منطقهٔ جغرافیایی



جدول ۳-۱: درصد تناسب اراضی با فرض وجود سیستم‌های تولید مطلوب برای کشورها با گروه‌های درآمدی مختلف

مناطق	زمین زیر کشت (Mha)	جمعیت (میلیون)	سرانه زمین زیر کشت (ha)	محصولات دیم (٪)		
				زمین درجه یک	زمین خوب	زمین حاشیه‌ای
کشورهای کم‌درآمد	۴۴۱	۲۶۵۱	۰/۱۷	۲۸	۵	۲۲
کشورهای با درآمد متوسط	۷۳۵	۳۲۲۳	۰/۲۳	۲۷	۵۵	۱۸
کشورهای پردرآمد	۳۸۰	۱۰۳۱	۰/۳۷	۳۲	۵۰	۱۹
کل	۱۵۵۶	۶۹۰۵	۰/۲۳	۲۹	۵۲	۱۹

منبع: Fischer *et al*. (2010)

قاب ۱-۱: چگونه تناسب زمین را برای کشت ارزیابی می‌کنند؟

این مطالعه سه سطح از تناسب اراضی را برای کشت در نظر می‌گیرد، شامل: درجه یک، خوب و حاشیه‌ای یا نامناسب. زمین درجه می‌تواند ۸۰ درصد از ظرفیت بالقوه برای تولید یک سبد محصول را محقق کند. زمین خوب ۴۰ تا ۸۰ درصد از ظرفیت بالقوه را تولید می‌کند. زمین‌های حاشیه‌ای و نامناسب کمتر از ۴۰ درصد را تولید می‌کنند. در همه‌جا مدیریت بر عملکرد تأثیر می‌گذارد. ارقام ارائه شده در جدول ۳-۱ با این فرض تولید شده‌اند که نظام‌های تولید مطلوب باشند، یعنی در آن‌ها مدیریت و سطح نهاده با تناسب زمین برای کشت هم‌خوانی دارد. با این فرض، تخمین می‌زنند که زمین‌های درجه یک و خوب بین ۷۰ درصد (وقتی نهاده‌ها کمترند) تا ۸۰ درصد از مساحت زمین‌های جهان را به خود اختصاص داده‌اند.

منبع: Fischer *et al*. (2010)

مصارف، برداشت‌ها، کمبود و کیفیت آب

در چرخهٔ هیدرولوژیکی جهانی، حجم منابع آب تجدیدپذیر به ۴۲۰۰۰ کیلومتر مکعب در سال می‌رسد. از این مقدار ۳۹۰۰ کیلومتر مکعب از رودخانه‌ها و آبخوان‌ها برای مصارف انسانی (کشاورزی، صنعتی و شهری) برداشت می‌شود، که حدود ۲۷۱۵ کیلومتر مکعب آن (۷۰ درصد) برای آبیاری، ۱۹ درصد در صنایع و ۱۱ درصد در بخش شهری (جدول ۴-۱) مصرف می‌شود. بیش از ۶۰ درصد از کل برداشت‌ها از طریق جریان برگشتی به رودخانه‌ها و سفره‌ها برمی‌گردد و بقیه تحت عنوان آب مصرفی در تبخیر و تعرق گیاهان منظور می‌شود.

در طول ۵۰ سال اخیر، با دو برابر شدن سطح اراضی آبی در جهان، برداشت آب برای کشاورزی در حال افزایش بوده است. کل میزان برداشت آب در جهان تنها بخش اندکی (حدود ۹ درصد) از منابع آب تجدیدپذیر داخلی[1] را تشکیل می‌دهد (جدول ۴-۱)، ولی نرخ برداشت‌ها در مناطق و کشورهای مختلف بسیار متفاوت است. اروپا تنها ۶ درصد از منابع تجدیدپذیر داخلی را برداشت می‌کند که ۲۹ درصد از آن برای کشاورزی مصرف می‌شود.

1. internal renewable water resources (IRWR)

جدول ۴-۱: برداشت آب در بخش‌های اصلی مصرف

قاره مناطق	کل برداشت بخش‌های مصرفی						کل برداشت آب کیلومترمکعب در سال *	کل برداشت از آب شیرین	درصد برداشت آب شیرین از منابع آب تجدیدشوندهٔ داخلی
	شهری		صنعتی		کشاورزی				
	km³/yr	٪	km³/yr	٪	km³/yr	٪	km³/yr	km³/yr	
قارهٔ آفریقا	**۲۱**	**۱۰**	**۹**	**۴**	**۱۸۴**	**۸۶**	**۲۱۵**	**۲۱۵**	**۵**
شمال آفریقا	۹	۹	۵	۶	۸۰	۸۵	۹۴	۹۴	۲۰۱
آفریقای سیاه	۱۳	۱۰	۴	۳	۱۰۵	۸۷	۱۲۱	۱۲۱	۳
قارهٔ آمریکا	**۱۲۶**	**۱۶**	**۲۸۰**	**۳۵**	**۳۸۵**	**۴۹**	**۷۹۱**	**۷۹۰**	**۴**
آمریکای شمالی	۸۸	۱۵	۲۵۶	۴۳	۲۸۵	۴۳	۶۰۳	۶۰۲	۱۰
آمریکای مرکزی و کارائیب	۶	۲۶	۲	۱۱	۱۵	۶۴	۲۴	۲۴	۳
آمریکای جنوبی	۳۲	۱۹	۲۱	۱۳	۱۱۲	۶۸	۱۶۵	۱۶۵	۱
قارهٔ آسیا	**۲۱۷**	**۹**	**۲۲۷**	**۹**	**۲۰۱۲**	**۸۲**	**۲۴۵۶**	**۲۴۵۱**	**۲۰**
غرب آسیا	۲۵	۹	۲۰	۷	۲۲۷	۸۳	۲۷۱	۲۶۸	۵۵
آسیای مرکزی	۵	۳	۸	۵	۱۵۰	۹۲	۱۶۳	۱۶۲	۶۱
جنوب آسیا	۷۰	۷	۲۰	۲	۹۱۴	۹۱	۱۰۰۴	۱۰۰۴	۵۷
شرق آسیا	۹۳	۱۴	۱۵۰	۲۲	۴۳۴	۶۴	۶۷۷	۶۷۷	۲۰
جنوب شرق آسیا	۲۳	۷	۳۰	۹	۲۸۷	۸۴	۳۴۰	۳۴۰	۱۷
اروپا	**۶۱**	**۱۶**	**۲۰۴**	**۵۵**	**۱۰۹**	**۲۹**	**۳۷۴**	**۳۷۴**	**۶**
اروپای مرکزی و غربی	۴۲	۱۶	۱۴۹	۵۶	۷۵	۲۸	۲۶۵	۲۶۵	۱۳
اروپای شرقی و روسیه	۱۹	۱۸	۵۶	۵۱	۳۵	۳۲	۱۱۰	۱۱۰	۲
اقیانوسیه	**۵**	**۱۷**	**۳**	**۱۰**	**۱۹**	**۷۳**	**۲۶**	**۲۶**	**۳**
استرالیا و زلاندنو	۵	۱۷	۳	۱۰	۱۹	۷۳	۲۶	۲۶	۳
جزایر اقیانوس آرام	۰.۱	۱۴	۰.۱	۱۴	۰.۵	۷۱	۱.۰	۱.۰	۱.۰
جهان	**۴۲۹**	**۱۱**	**۷۲۳**	**۱۹**	**۲۷۱۰**	**۷۰**	**۳۸۶۲**	**۳۸۵۶**	**۹**
پردرآمد	۱۴۵	۱۶	۳۹۲	۴۳	۳۸۳	۴۲	۹۲۰	۹۱۶	۱۰
با درآمد متوسط	۱۹۵	۱۲	۲۸۷	۱۸	۱۱۳۶	۷۰		۶۱۶	۶
کم‌درآمد	۹۰	۷	۴۴	۳	۱۱۹۱	۹۰	۱۳۲۴	۱۳۲۴	۱۸
کم‌درآمد با کمبود غذا	**۱۸۲**	**۸**	**۱۸۴**	**۸**	**۱۸۱۳**	**۸۳**	**۲۱۸**	**۲۱۷۹**	**۱۶**
کمترین توسعهٔ‌افتگی	**۱۰**	**۵**	**۳**	**۱**	**۱۹۰**	**۹۴**	**۲۰۳**	**۲۰۳**	**۵**

منبع: FAO (2010c)

* آب‌های شیرین‌شده را هم شامل می‌شود

توجه: برای تعریف مناطق و زیرمناطق کشورهای گروه‌های مختلف پیوست الف-۱ را ببینید.

اقتصادهای کشاورزی متراکم آسیا، حدود ۲۰ درصد از منابع آب تجدیدپذیر داخلی را برداشت می‌کنند، که ۸۰ درصد آن به مصرف آبیاری می‌رسد. در بسیاری از مناطق کم‌باران خاورمیانه، شمال آفریقا و آسیای مرکزی تاکنون بیشتر آب قابل استحصال برداشت‌شده، و بین ۸۰ تا ۹۰ درصد از آن به مصرف کشاورزی می‌رسد و رودخانه‌ها و آبخوان‌ها بیش از حد پایداری خود تخلیه شده‌اند.

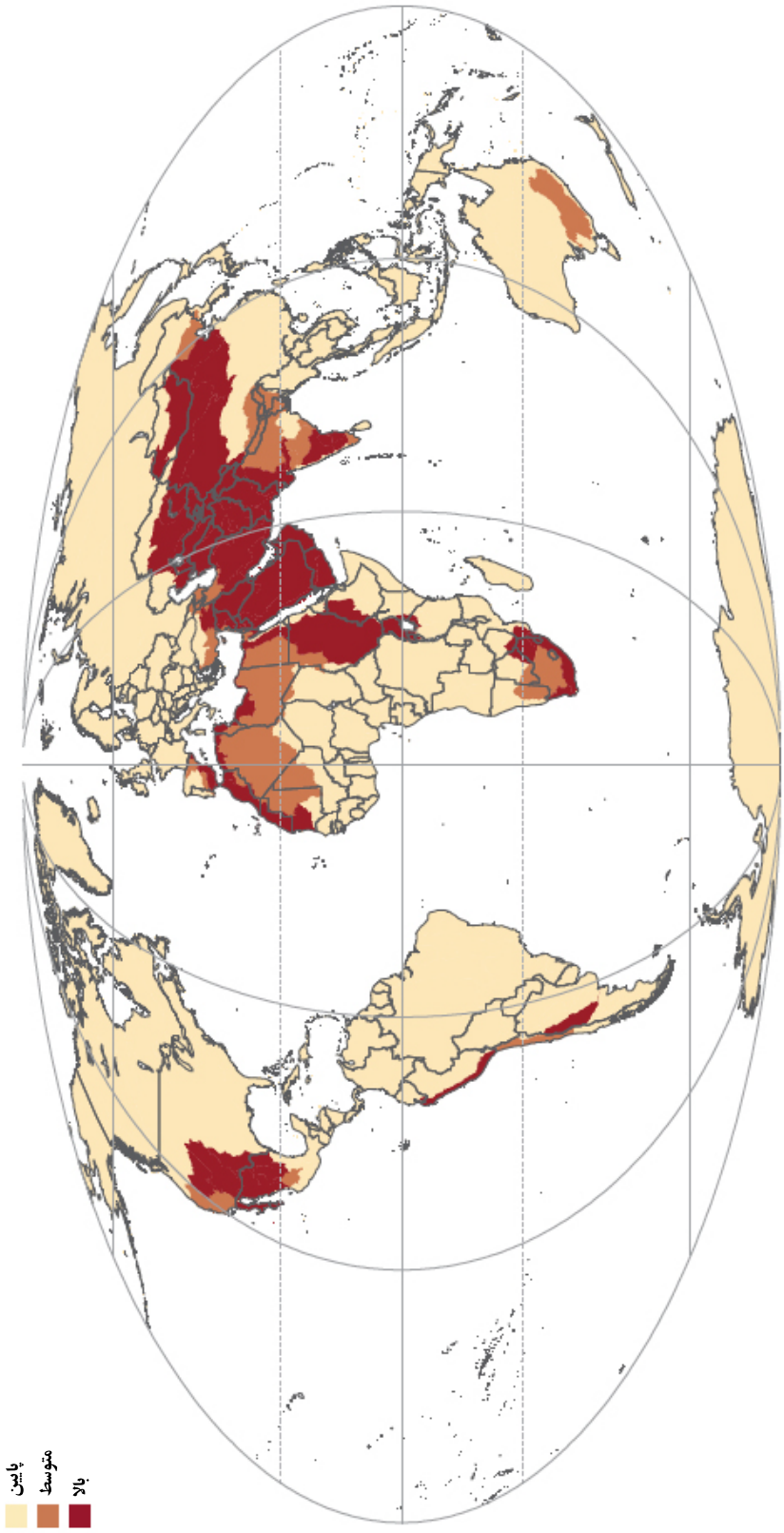
حدود ۴۰ درصد جمعیت جهان در حوضه‌های آبریز فرامرزی زندگی می‌کنند و بیش از ۹۰ درصد جمعیت جهان در کشورهایی زندگی می‌کنند که حوضه‌های آبریز مرزهای بین‌المللی را قطع می‌کنند (Sadoff and Grey, 2005). حدود ۵۰ درصد مساحت زمین‌های جهان و ۴۰ درصد از منابع آب شیرین در ۲۶۳ حوضهٔ آبریز بین‌المللی قرار دارد (Giordano and Wolf, 2002). بسیاری از رودخانه‌های فرامرزی از بزرگترین رودخانه‌های جهان‌اند. به علت رشد برداشت آب، عمدتاً برای کشاورزی، همکاری در مورد منابع آب مشترک بین کشورها لازم می‌نماید. عقد معاهده‌ها و موافقت‌نامه‌ها بین کشورهای اطراف حریم رودخانه‌ها و ایجاد معاهده‌های بین‌المللی، مانند کنوانسیون سازمان ملل متحد (۱۹۹۷) در مورد قانون منع کشتیرانی در رودخانه‌های بین‌المللی و ابتکار عمل‌های منطقه‌ای مانند پروتکل توسعهٔ جامعهٔ جنوب آفریقا[1] از نمونه‌های این همکاری‌اند.

منابع آبی بسیار نابرابر توزیع شده‌اند به نحوی که برخی از کشورها مقادیر فراوانی آب دارند حال آنکه بسیاری دیگر ناچارند کمیابی شدید آب را مدیریت کنند. به علاوه حتی درجایی که ممکن است به نظر برسد آب فراوان است، اغلبْ آب در دسترس نیست و یا بسیار گران است، یا آن‌قدر به سطح زمین نزدیک نیست که بتوان برای کشاورزی از آن استفاده کرد. کمیابی آب سه بعد دارد: کمبود فیزیکی (وقتی که عرضهٔ موجود تقاضاها را برآورده نمی‌کند)، زیرساختی (زمانی که زیرساخت‌های موجود در محل اجازه برآورده‌شدن نیاز همهٔ مصرف‌کنندگان را نمی‌دهد) و نهادی (وقتی‌که نهادها و قوانین نمی‌توانند عرضهٔ مطمئن، امن و برابر آب به مصرف‌کنندگان را تضمین کنند).

از نظر کمیابی فیزیکی آب، برآورد می‌شود که به طور متوسط برداشت بالای ۲۰ درصد از منابع آبی تجدیدپذیر فشار زیادی بر منابع آبی وارد می‌کند و برداشت بیش از ۴۰ درصد «شرایط بحرانی» به وجود می‌آورد. در برخی مناطق، خصوصاً در خاورمیانه، شمال آفریقا و آسیای مرکزی، کشورها مدت‌هاست که بیش از آستانهٔ بحران برداشت می‌کنند و تنش‌های حاصل از آن دارد به شکلی فزاینده اثرات خود را بر عملکرد اکوسیستم‌ها نشان می‌دهد. برآورد می‌شود که هم‌اکنون بیش از ۴۰ درصد از جمعیت روستایی جهان در حوضه‌های آبریزی زندگی می‌کنند که دچار کمبود فیزیکی آب‌اند. نقشهٔ ۲-۱ توزیع کمیابی آب در حوضه‌های رودخانه‌ای اصلی در جهان را بر پایه‌ی مصرف آب برای آبیاری را نشان می‌دهد.

1. Southern African Development Community (SADC)

نقشه ۲-۱: توزیع جهانی کمبود فیزیکی آب در حوضه‌های آبریز اصلی



به همین ترتیب، کشورها با وضع مجموعه‌ای از سیاست‌ها و با استفاده از سرمایه‌گذاری، منابع آبی خود را برای افزایش عرضه و تحریک تقاضا به طور گسترده‌ای توسعه داده‌اند. درنتیجه، در بسیاری کشورها تقاضا بر عرضه غلبه کرده و این عدم توازن، تنش جدیدی بر بخش کشاورزی تحمیل نموده است. در این کشورها فرصت‌های اندکی باقی مانده تا زیرساخت‌های ساده و کم‌هزینه بنا شوند. بنابراین هزینه‌های نهایی پروژه‌های جدید توسعهٔ منابع آبی زیاد است.

هم‌زمان، تقاضا در سایر بخش‌ها، به‌ویژه نیازهای شهری و صنعتی، بسیار سریع‌تر از نیاز کشاورزی رشد کرده است. در کشورهای کمترتوسعه‌افته، مصرف کشاورزی کماکان مصرف غالب خواهد بود. در اروپا ۵۵ درصد از آب برداشتی را بخش صنعت مصرف می‌کند. در سطح جهان تنش‌های آبی محلی رخ می‌دهد. اما در مورد چند منطقه، از جمله خاورمیانه، شبه‌قارهٔ هند و شمال شرقی چین، کل منطقه به‌شدت در تنش خواهد بود. البته تنش آبی در آفریقای سیاه و آمریکا کمتر خواهد بود.

زمانی که آب مصرف‌شده در بخش خانگی و فعالیت‌های تولیدی مجدداً به محیط‌زیست تخلیه می‌شود، کیفیت آب تغییر می‌کند. به طورکلی افزایش جمعیت و رشد اقتصادی همراه با عدم تصفیه یا تصفیهٔ حداقلی آب منجر به اثرات منفی بیشتری بر کیفیت آب می‌شود. کشاورزی به عنوان بزرگترین مصرف‌کنندهٔ آب در این روند نقش اصلی دارد. منابع اصلیِ آلایندهٔ نامتمرکز شامل مواد غذایی و آفت‌کش‌های مصرفی در پرورش دام و محصولات است. شوری آب مشکلاتِ بیشتری ایجاد می‌کند: در پاکستان، چین، هند، آرژانتین، سودان و بسیاری از کشورهای آسیای میانه، مشکلات بسیاری ناشی از شوری آب و خاک در شبکه‌های بزرگ آبیاری گزارش شده است به طوری‌که در این مناطق بیش از ۱۶ میلیون هکتار از زمین‌های آبیاری شده هم‌اکنون شور شده است (FAO, 2010).

منابع زمین و آب در کشاورزی دیم

نظام غالب تولید کشاورزی در سراسر جهان کشاورزی دیم است. در نظام کشاورزی دیم، در مناطق مرتفع و مناطق خشک و مرطوب گرمسیری، اکثریت با کشاورزانِ خرده پای فقیر است و بیشترین خطرات تخریب منابع نیز در همین‌جاها وجود دارد. در بسیاری از اراضی دیم، کمبودِ مواد مغذی خاک و شیب‌داربودن زمین و الگوهای بارندگی و رواناب منجر به فرسایش می‌شود. گرمای زیاد و بارندگی کم و پراکنده اغلب موجب می‌شود که مقدار رطوبت خاک کافی نباشد و تکنیک‌های بهبود دسترسی به آب (مانند جمع‌آوری آب) گران تمام می‌شود. افزایش نهاده‌ها و مدیریت بهتر می‌تواند بازدهی تولید را افزایش دهد، اما بسیاری از کشاورزان نمی‌توانند هزینه‌ها و ریسک آن را تحمل کنند. درکشاورزی دیم، عوامل مذکور بر زمین و آب تأثیرگذارند و اجرای آن‌ها آنگونه که توسط کشاورزان فقیر انجام می‌شود، موجب آسیب‌پذیری کشاورزان و از میان رفتنِ امنیت غذایی آنان می‌شود.

توزیع منابع زمین و آب

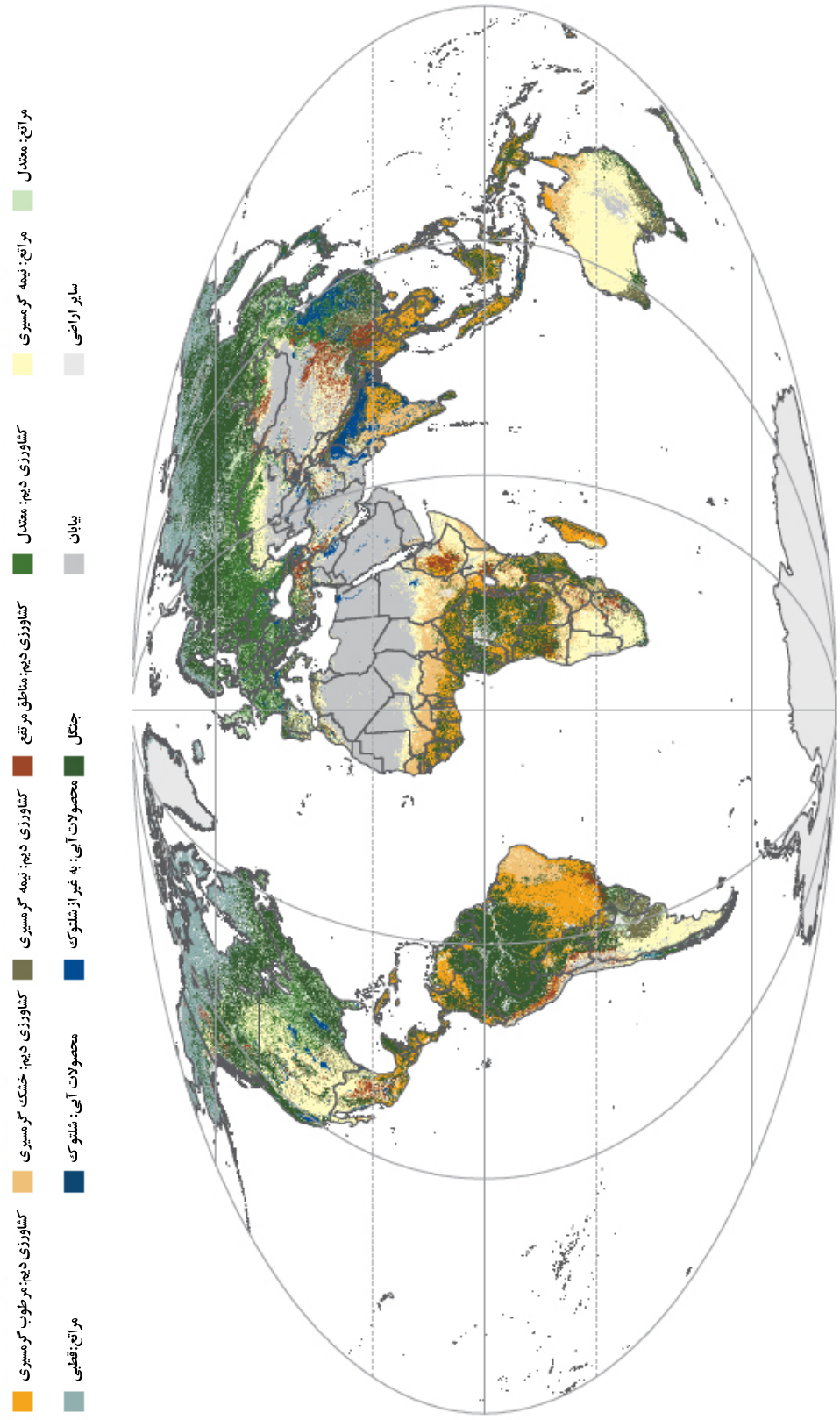
در کشاورزی دیم، مقدار محصول تولیدی به میزان بارندگی بستگی دارد. از ۱۶۰۰ میلیون هکتار زمین‌هایی که هم‌اکنون در جهان زیر کشت‌اند، حدود ۱۳۰۰ میلیون هکتار (۸۰ درصد) دیم هستند. حدود ۶۰ درصد از تولید محصول جهان در نظام‌های مختلف دیم تولید می‌شود. (جدول ۵-۱ و نقشه ۳-۱). بیشترِ نظام‌های پربازده دیم در مناطق معتدل اروپا متمرکز شده و پس از آن آمریکای شمالی و نظام‌های دیم نیمه‌گرمسیری و گرم مرطوب قرار دارند. زراعت دیم در مناطق مرتفع و خشک گرمسیری بازده نسبتاً کمی دارد و اغلب همراه با نظام‌های کشاورزی با درآمد کمینه است. در مزارع کشاورزی سراسر جهان، شواهد نشان می‌دهد که کمتر از ۳۰ درصد از بارندگی‌ها در فرایند تولید بیومس به مصرف گیاهان می‌رسد. مابقی تبخیر شده و به اتمسفر می‌رود، در آب‌های زیرزمینی نفوذ کرده و یا تبدیل به رواناب می‌شود (Molden, 2007).

جدول ۵-۱: انواع نظام‌های دیم

نظام	ویژگی‌ها و مثال‌های خاص
کشاورزی دیم: **مناطق مرتفع**	بازدهی کم، کشاورزی با درآمد کمینه و کوچک‌مقیاس (نهادهٔ کم)، محصولات مختلف در کرت‌های کوچک با تعداد محدودی حیوان
کشاورزی دیم: **خشک گرمسیری**	غلات مقاوم به خشکی مانند ذرت، ذرت خوشه‌ای و ارزن، دام‌ها اغلب شامل بز و گوسفند به‌ویژه در مناطق سودانی‌ـساحلی آفریقا و در هند. گله‌داری گاو بیشتردر آفریقای جنوبی و آمریکای لاتین متداول است.
کشت دیم: **مرطوب گرمسیری**	محصولات ریشه‌ای، موز، نیشکر و به‌خصوص سویا، در آمریکای لاتین و آسیا ذرت مهم‌ترین غله است. کشاورزان فقیرتر اغلب گوسفند و بز و ثروتمندترها اغلب گاو پرورش می‌دهند.
کشاورزی دیم: **نیمه گرمسیری**	گندم (مهم‌ترین غله)، میوه (مثلاً انگور و مرکبات) و دانه‌های روغنی (مانند زیتون). گاو دام غالب است. در جنوب مدیترانه بز و در چین خوک و در استرالیا گوسفند اهمیت دارد.
کشاورزی دیم: **معتدل**	محصولات اصلی شامل گندم، ذرت، جو، کلزا، چغندر قند و سیب‌زمینی. در کشورهای صنعتی اروپای غربی، ایالات متحده و کانادا این نظام بسیار پرمحصول بوده و اغلب با افزایش فعالیت‌های دامداری خانگی همراه است (خوک، مرغ و گاو).

منبع: مطالعهٔ حاضر

نقشه ۳-۱: نظام‌های اصلی کشاورزی



بسته به دما و شرایط خاک، دیم‌کاری درجایی که بارندگی به بیش از ۳۰۰ میلی‌متر می‌رسد، تا حدودی امکان‌پذیر است. توزیع بارندگی در طول فصل رشد نیز عاملی کلیدی است: میزان زیاد متوسط بارندگی سالانه فاصلهٔ نامطلوب بین بارندگی‌ها را در طول فصل رشد جبران می‌کند و چنانچه عدم قطعیتی مانند تغییرات بارندگی بین سال‌های مختلف نیز وجود داشته باشد، ریسک تولید محصول دیم افزایش یافته و احتمال اینکه کشت دیم بازدهی زیادی داشته باشد کاهش می‌یابد.

وسعت مناطق دیم در سال‌های اخیر بیشتر نشده است. اما این مسئله حقایقی را از نظر دور می‌دارد: اینکه زمین‌هایی که بیش از پیش تخریب و در نتیجه رها شده‌اند جای خود را به جنگل‌ها و مراتعی داده‌اند که اخیراً به زمین کشاورزی تبدیل شده‌اند. فرایند تخریب و متروکه شدن زمین‌ها و استفاده از زمین‌های جدید برای جایگزینی آن‌ها، دقیقاً مشخصهٔ نظام‌های کشاورزی‌ای است که مدیریت ضعیف و نهاده‌های کمی دارند؛ نظام‌هایی نظیر نظام «بریدن و سوزاندن» در مناطق گرمسیری و مرطوب و یا کشت روی شیب‌های تند. مشکل بتوان براوردی از این مناطق داشت، چراکه اطلاعات این گونه نظام‌های کشاورزی پراکنده است و برخی از این زمین‌ها ممکن است برای همیشه تخریب نشده و پس از آیشی طولانی مجدداً زیر کشت بروند.

روند تغییرات در سطح دیم‌زارها در مناطق مختلف متفاوت است. در آفریقای سیاه، که ۹۷ درصد تولید عمدهٔ از راه کشت دیم است، از سال ۱۹۶۰ کشت غلات دو برابر شده است. در آمریکای لاتین و منطقهٔ کارائیب در ۴۰ سال اخیر کشت دیم تا ۲۵ درصد توسعه یافته است. (FAO, 2010)

محدودیت‌های خاک و توپوگرافی

به‌شرط آنکه رطوبت کافی در خاک وجود داشته باشد، ظرفیت کلی زمین‌های دیم عمدتاً با کیفیت خاک مشخص می‌شود (نقشه ۴-۱). مهم‌ترین عاملْ وجود مواد مغذی و ظرفیت نگهداری این مواد در خاک است. به علاوه عمق خاک ریشه‌دهی گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد و ویژگی‌های زهکشی، بر دسترسی گیاه به اکسیژن در حین رشد ریشه اثر می‌گذارد. ساختمان خاک در سهولت کشت تأثیر دارد و به شیمی خاک و عملیات خاک‌ورزی نیز مرتبط است. و بالاخره شیب زمین می‌تواند بر کیفیت خاک اثر بگذارد زیرا زمین شیب‌دار در اثر جاری‌شدن رواناب و انتقال خاک فرسایش می‌یابد.

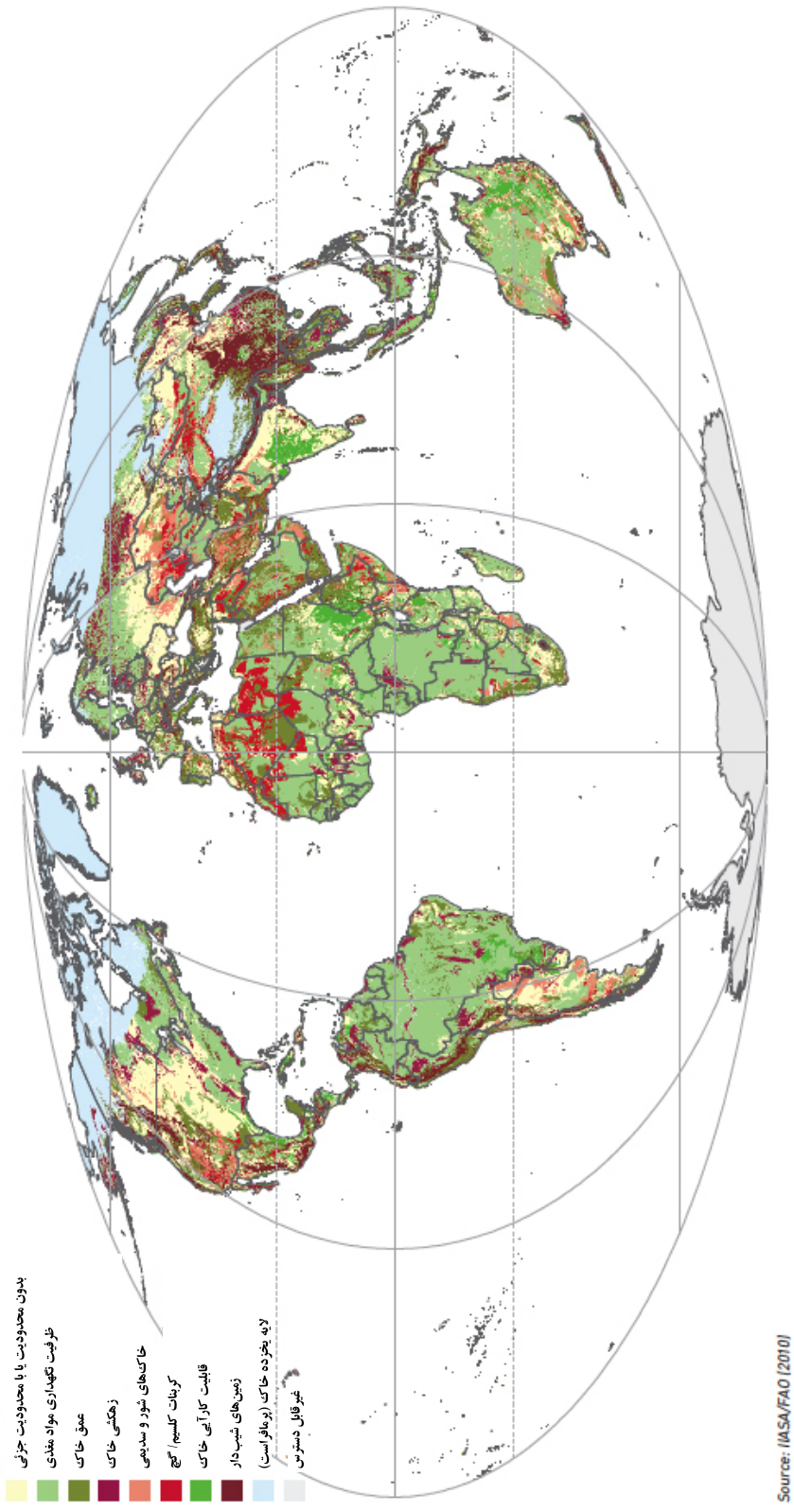
در زمین‌های زیر کشت کنونی در بسیاری از مناطق به‌ویژه در کشورهای درحال توسعهٔ گرمسیری، وجود مواد مغذی از مشکلات رایج خاک است و این امر تا حدی مربوط به پایین‌تر بودن مواد مغذی طبیعی موجود در این مناطق نسبت به زمین‌های مناطق معتدل است. در نواحی آفریقای سیاه، آمریکای جنوبی، شرق آسیا، جنوب شرقی آسیا، استرالیا و زلاندنو مشخصاً مواد مغذی طبیعی خاک کمتر است. در کشورهای پردرآمد، سهم خاک‌هایی که از نظر برخورداری از مواد مغذی مشکلی ندارند و یا کمتر مشکل دارند ۷۶ درصد است. این رقم از رقم مشابه برای کشورهای کم‌درآمد (۶۸ درصد) بیشتر است (جدول ۶-۱). به علاوه وضعیت حاصلخیزی طبیعی برخی خاک‌ها در طول زمان، با برداشت بی‌رویه مواد مغذی، کاهش یافته است.

در چندین منطقه، به‌ویژه در آفریقای سیاه و آمریکای جنوبی و جنوب شرقی آسیا و شمال اروپا، بیش از نیمی از زمین‌های زیر کشت تحت تأثیر مشکلات کیفیت خاک قرار دارند. در کشورهای کم‌درآمد، تنها ۴۴ درصد از زمین‌های زیر کشت (حدود ۱۹۶ میلیون هکتار) دچار کمترین حد از مشکلات‌اند یا مشکلی ندارند. مشکلات اصلی در ۲۴۷ میلیون هکتار باقی‌مانده، کمبود مواد مغذی در خاک است که در ۲۴ درصد از خاک‌ها مشاهده می‌شود و این خاک‌ها دچار مشکلات کم تا بسیار شدیدند.

اما با مدیریت خوب خاک، می‌توان کیفیت آن را بهبود بخشید. در کشتی که نهاده زیاد مصرف می‌کند، کمبود ذاتی مواد مغذی خاک با استفاده از کودهای شیمیایی جبران می‌شود، به شرط آنکه خاک ظرفیت کافی برای نگهداری مواد مغذی را داشته باشد. با این وجود، در آفریقای جنوبی و منطقهٔ آمازون، آسیای مرکزی و اروپای شمالی، ظرفیت خاک برای نگهداری مواد مغذی کم است و در این مناطق افزایش مصرف کودهای شیمیایی به‌تنهایی نمی‌تواند افزایش بازده محصول را تضمین کند. بنابراین باید اقدامات دیگری نیز برای ارتقای کیفیت خاک‌ها انجام داد. مانع مهم دیگر بر سر راه کشت محصول، ساختمان ضعیف خاک و دشواری کار با آن است که مثلاً در قسمت‌های وسیعی از اتیوپی، سودان و هند مرکزی ملاحظه می‌شود. چنین مشکلاتی نیز می‌تواند با استفاده از نهاده‌های بیشتر و مدیریت مناسب خاک کاهش یابد. خاک غالب این مناطق از نوع ورتی‌سول[1] است، که بهتر است با روش‌های بدون شخم[2] در آن کشت کرد.

1. Vertisol
2. zero-tillage

نقشه ۴-۱: مشکلات غالب خاک و توپوگرافی برای کشاورزی کم‌نهاده



جدول ۶-۱: توزیع زمین زیر کشت بر حسب رده‌بندی کیفیت خاک از نظر برخورداری از مواد مغذی طبیعی

گروه کشورها	زمین زیر کشت(میلیون هکتار)	مساحت بر حسب رده‌بندی برخورداری از مواد مغذی (٪)			
		<۴۰	۴۰–۶۰	۶۰–۸۰	>۸۰
کشورهای کم‌درآمد	۴۴۳	۰	۲۰	۱۲	۶۸
کشورها با درآمد متوسط	۷۴۰	۱	۱۶	۱۵	۶۷
کشورهای پردرآمد	۳۸۲	۱	۹	۱۳	۷۶

منبع: Fischer *et al*. (2010)

شکاف میان تولید و بازدهی کشت دیم

بازدهی کشت دیم با شاخص عملکرد (تولید در واحد سطح) سنجیده می‌شود. بازدهی فوق‌العاده متغیر است و غیر از خاک و آب، به عواملی نظیر دسترسی به فناوری‌ها و نهاده‌ها و توان مالی در استفاده از آن‌ها، دسترسی به بازار و بازده مالی محلی بسیار حساس است. در نظام‌های کشاورزی دیم از یک‌سو، ذرت خوشه‌ای و ارزن با عملکرد چند صد کیلوگرم در هکتار تولید می‌شود و از سوی دیگر، کشاورزان اروپا به عملکردهای ۷ تا ۱۰ تن گندم در هکتار دست می‌یابند (FAO, 2010b; Molden, 2007).

در آفریقای سیاه از دهه‌ی ۶۰ قرن بیستم‌میلادی عملکردهای محصول اندکی تغییر کرده و تقریباً کل افزایش تولید ناشی از توسعهٔ زمین بوده است. مثلاً عملکرد تولید ذرت دیم در حدود یک تن در هکتار باقی مانده است. در آمریکای لاتین و کارائیب بالعکس، عملکرد تولید ذرت دیم در همین مدت از مقدار یک تن در هکتار به بیش از سه تن در هکتار رسیده است. متوسط عملکرد گندم در اروپا بیش از دو برابر شده است (از دو تن در هکتار به پنج تن در هکتار رسیده است). سازمان کشاورزی و خواربار جهانی با مقایسهٔ عملکرد بالفعل با آنچه به صورت بالقوه می‌تواند تولید شود، با فرض این که مدیریت و میزان نهاده‌ها برای شرایط خاک و آب هر منطقه بهینه شوند، «شکاف عملکرد[1]» را محاسبه کرده است (نقشهٔ ۵-۱، جدول ۷-۱).

این نتایج نشان می‌دهد که شکاف عملکرد در آفریقای سیاه (که عملکرد فعلی ۲۴ درصد مقداری است که می‌تواند در صورت مدیریت بهتر تولید شود) بیشترین است. این شکاف در آسیای شرقی در کمترین حد (۱۱ درصد) است. بر این اساس، اگر تمام زمین و آب کنونی به صورت بهینه مدیریت شود، در مناطقی که شکاف عملکرد کمتر از ۵۰ درصد است، تولید می‌تواند دو برابر گردد. این مناطق شامل آفریقای شمالی، آفریقای سیاه، آمریکای مرکزی و کارائیب، آمریکای جنوبی، آسیای غربی، آسیای مرکزی، جنوب آسیا، اروپای شرقی و روسیه و جزایر اقیانوس آرام است. در مقابل، بیشتر مناطق کشاورزی آسیا هم‌اکنون مدیریت پیشرفته‌ای دارند و به‌خصوص آسیای شرقی با تولید حدود ۸۹ درصد از ظرفیت بالقوهٔ خود با پربازده‌ترین نظام‌های تولیدی دردنیای پیشرفته رقابت می‌کند.

1. Yield gap

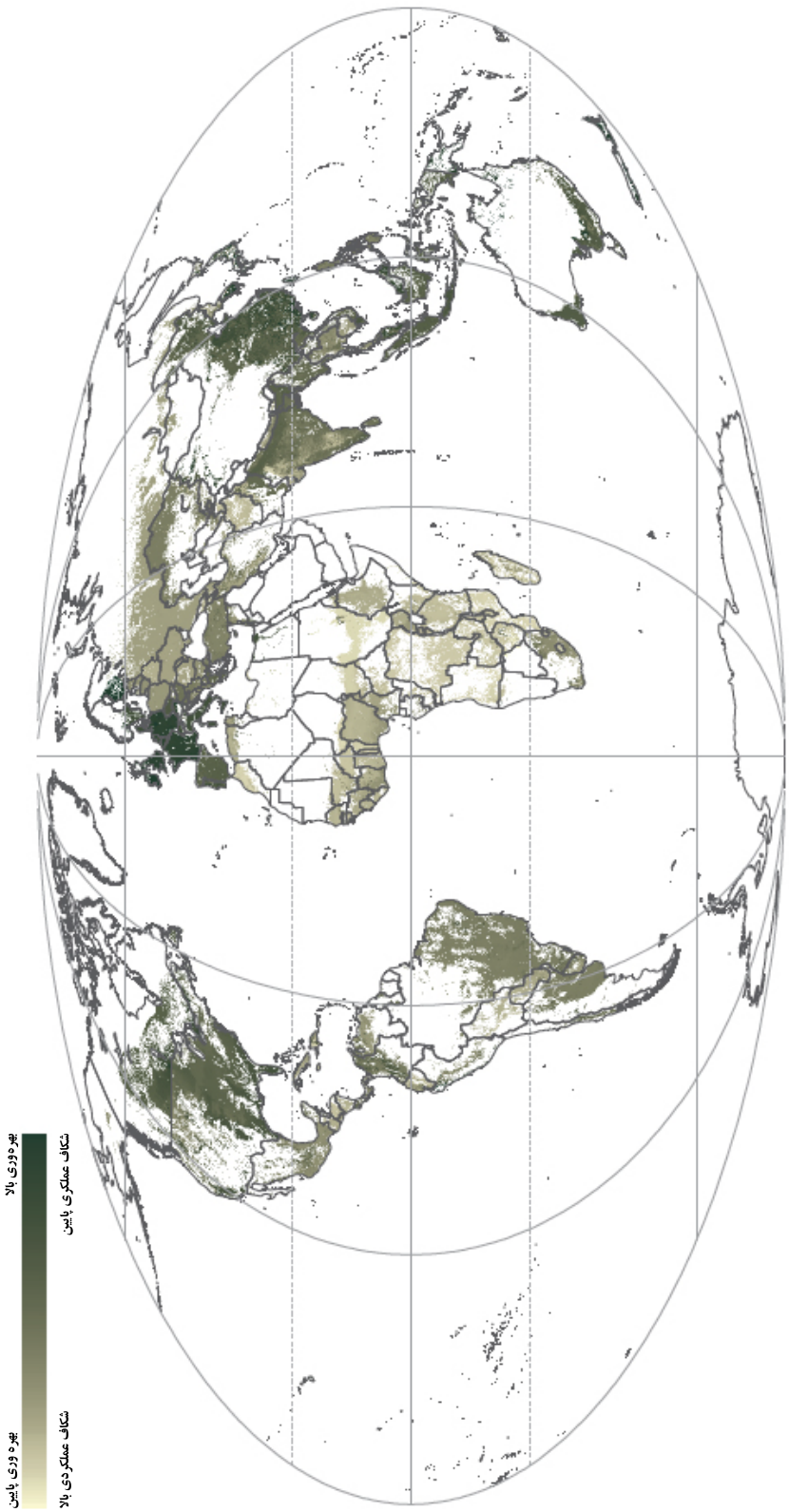
منابع زمین و آب در کشاورزی فاریاب

در سال‌های اخیر، توسعهٔ سامانه‌های آبیاری با کنترل آب، توأم با افزایش سریع بهره‌وری، تولیدات کشاورزی و درآمدها را به‌شدت افزایش داده است. لیکن عملکرد بیشتر نظام‌های کشاورزی فاریاب کمتر از ظرفیت بالقوهٔ خود بوده و جا دارد در زمینهٔ بهبود بهره‌وری زمین و آب بیشتر کار شود. آب زیرزمینی منبع گران‌بهایی برای تأمین سریع آب آبیاری است. اما ثابت شده است که کنترل برداشت غیرممکن است و درنتیجه، برداشت از آب زیرزمینی برای کشاورزی شدت گرفته و برخی آبخوان‌های اصلی و مهم دارند تخلیه می‌شوند. با تأثیر آبیاری بر منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی، کیفیت آب رو به کاهش است و اراضی فاریاب هرچه بیشتر با مشکل شورشدن روبه‌رویند. رقابت بین مصرف‌کنندگان خانگی و صنایع بر سر آب به‌سرعت رو به افزایش است و بسیاری از کشورها و حوضه‌های آبریز با کمیابی آب و به‌خصوص کاهش دسترسی به آب برای آبیاری مواجهند. آب‌بندها و سدهای انحرافی جدید هزینه‌های جانبی زیادی دارند و چالش‌های روزافزونی را بر محیط‌زیست تحمیل می‌کنند. تصفیه و بازچرخانی آب می‌تواند باعث افزایش منابع شود، اما این منابع محدود و هزینه‌برند و نیاز به مدیریت دقیق دارند.

سقف استفاده از زمین و کنترل منابع آب

در سال ۲۰۰۶، ۳۰۱ میلیون هکتار از زمین‌های جهان مجهز به سامانه‌های آبیاری بوده است (جدول ۸–۱). در دهه‌های اخیر، به‌ویژه در کشورهای درحال توسعه، آبیاری بسیار گسترش یافته است (شکل ۴–۱)، تا وجود منابع آب کنترل‌شده برای تولید بهینهٔ محصولات تضمین شود. با رشد جمعیت جهان، مساحت زمین‌های مجهز به نظام آبیاری بیش از دو برابر شده و از ۱۳۹ میلیون هکتار به ۳۰۱ میلیون هکتار رسیده است. برداشت آب برای آبیاری نیز دو برابر شده است و از حدود ۱۵۴۰ کیلومتر مکعب به ۲۷۱۰ کیلومتر مکعب افزایش یافته است. در همین مدت، نسبت زمین‌های تحت آبیاری به کل زمین‌های زیر کشت از ۱۰ به ۲۰ درصد رسیده است.

نقشه ۵-۱: شکاف عملکرد برای مجموعه‌ای از محصولات اصلی

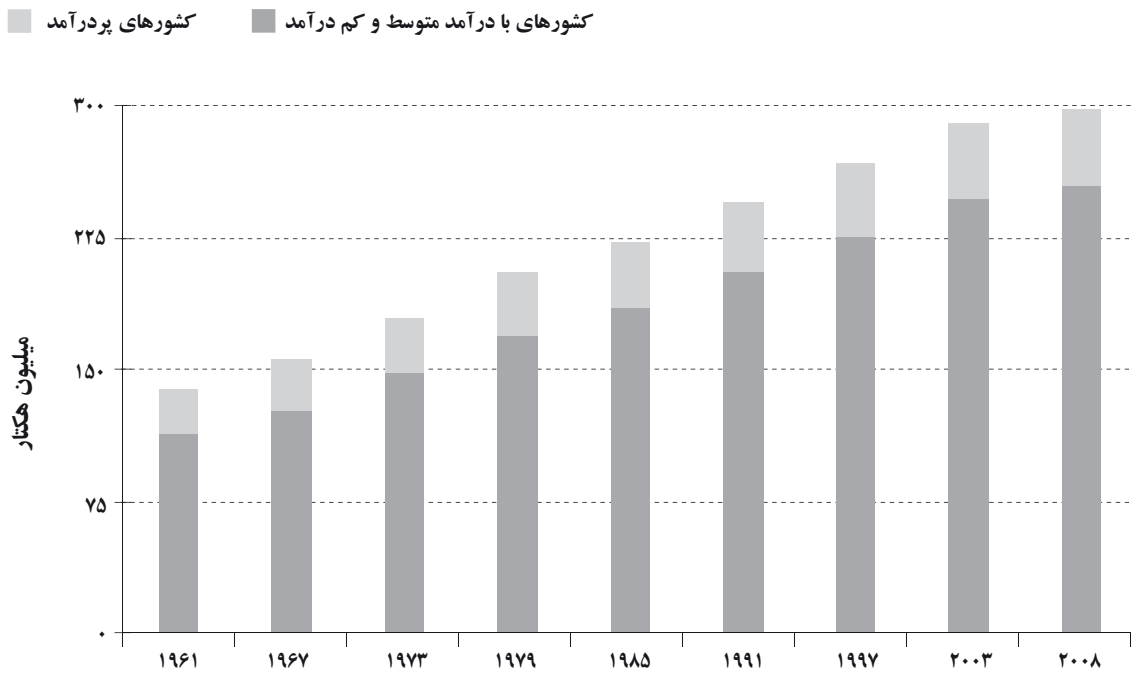


جدول ۷-۱: برآورد شکاف عملکرد (درصد بالقوه) برای ترکیبی از غلات، محصولات ریشه‌ای و غده‌ای، حبوبات، دانه‌های روغنی و سبزیجات

منطقه	تولید واقعی در سال ۲۰۰۵ نسبت به عملکرد بالقوه (٪)	شکاف عملکرد (٪)
	سال ۲۰۰۵	
آفریقای شمالی	۴۰	۶۰
آفریقای سیاه	۲۴	۷۶
آمریکای شمالی	۶۷	۳۳
آمریکای مرکزی و کارائیب	۳۵	۶۵
آمریکای جنوبی	۴۸	۵۲
آسیای غربی	۵۱	۴۹
آسیای مرکزی	۳۶	۶۴
آسیای جنوبی	۴۵	۵۵
آسیای شرقی	۸۹	۱۱
جنوب شرقی آسیا	۶۸	۳۲
اروپای غربی و مرکزی	۶۴	۳۶
اروپای شرقی و روسیه	۳۷	۶۳
استرالیا و زلاندنو	۶۰	۴۰
جزایر اقیانوس آرام	۴۳	۵۷

منبع: برگرفته از Fischer *et al.* (2010)

شکل ۴-۱:مساحت زمین‌های مجهز به نظام آبیاری



جدول ۸-۱: مساحت زمین‌های مجهز به نظام آبیاری

(درصد از زمین زیر کشت و زمین آبیاری شده با آب زیرزمینی)

قاره و منطقه	سطح مجهز به نظام آبیاری (میلیون هکتار)		درصد از زمین‌های زیر کشت		آبیاری با آب زیرزمینی (۲۰۰۶)	
سال	۱۹۶۱	۲۰۰۶	۱۹۶۱	۲۰۰۶	سطح تجهیز شده (میلیون هکتار)	درصد از کل سطح تجهیز شده
آفریقا	**۷/۴**	**۱۳/۶**	**۴/۴**	**۵/۴**	**۲/۵**	**۱۸/۵**
آفریقای شمالی	۳/۹	۶/۴	۱۷/۱	۲۲/۷	½	۳۲/۸
آفریقای سیاه	۳/۵	۷/۲	۲/۴	۳/۲	۰/۴	۵/۸
آمریکا	**۲۲/۶**	**۴۸/۹**	**۶/۷**	**۱۲/۴**	**۲۱/۶**	**۴۴/۱**
آمریکای شمالی	۱۷/۴	۳۵/۵	۶/۷	۱۴	۱۹/۱	۵۴
آمریکای مرکزی و کارائیب	۰/۶	۱/۹	۵/۵	۱۲/۵	۰/۷	۳۶/۳
آمریکای جنوبی	۴/۷	۱۱/۶	۶/۸	۹/۱	۱/۷	۱۴/۹
آسیا	**۹۵/۶**	**۲۱۱/۸**	**۱۹/۶**	**۳۹/۱**	**۸۰/۶**	**۳۸**
آسیای غربی	۹/۶	۲۳/۶	۱۶/۲	۳۶/۶	۱۰/۸	۴۶
آسیای مرکزی	۷/۲	۱۴/۷	۱۳/۴	۳۷/۲	۱/۱	۷/۸
آسیای جنوبی	۳۶/۳	۸۵/۱	۱۹/۱	۴۱/۷	۴۸/۳	۵۶/۷
آسیای شرقی	۳۴/۵	۶۷/۶	۲۹/۷	۵۱	۱۹/۳	۲۸/۶
آسیای جنوب شرقی	۸	۲۰/۸	۱۱/۷	۲۲/۵	۱	۴/۷
اروپا	**۱۲/۳**	**۲۲/۷**	**۳/۶**	**۷/۷**	**۷/۳**	**۳۲/۴**
اروپای مرکزی و غربی	۸/۷	۱۷/۸	۵/۸	۱۴/۲	۶/۹	۳۸/۶
اروپای شرقی و روسیه	۳/۶	۴/۹	۱/۹	۲/۹	۰/۵	۱۰/۱
اقیانوسیه	**۱/۱**	**۴**	**۳/۲**	**۸/۷**	**۰/۹**	**۲۳/۹**
استرالیا و زلاندنو	۱/۱	۴	۳/۲	۸/۸	۰/۹	۲۴
جزایر اقیانوس آرام	۰/۰۰۱	۰/۰۰۴	۰/۲	۰/۶	۰	۱۸/۷
جهان	**۱۳۹**	**۳۰۰/۹**	**۱۰/۲**	**۱۹/۷**	**۱۱۲/۹**	**۳۷/۵**
کشورهای پردرآمد	۲۶/۷	۵۴	۶/۹	۱۴/۷	۲۶/۵	۴۹/۱
کشورها با درآمد متوسط	۶۶/۶	۱۳۷/۹	۱۰/۵	۱۹/۳	۳۶/۱	۲۶/۱
کشورهای کم‌درآمد	۴۵/۸	۱۰۸/۹	۱۳/۱	۲۴/۵	۵۰/۳	۴۶/۲
کشورهای کم‌درآمد با کمبود غذا	**۸۲/۵**	**۱۸۷/۶**	**۱۶/۶**	**۹۲/۲**	**۷۱/۹**	**۳۸/۳**
کمترین توسعه‌یافتگی	**۶/۱**	**۱۷/۵**	**۵/۲**	**۱۰/۱**	**۵**	**۲۸/۸**

منبع داده‌ها: FAO (2010b,c)

حدود ۷۰ درصد از زمین‌های مجهز به نظام آبیاری دنیا در آسیا قرار دارند، که این زمین‌ها خود ۳۹ درصد از زمین‌های زیر کشت جهان را تشکیل می‌دهند (نقشه‌ی ۶-۱). بیش از نیمی از زمین‌های مجهز به آبیاری جهان در آسیای شرقی و جنوبی قرار دارند. هند و چین (هرکدام با حدود ۶۲ میلیون هکتار زمین مجهز به نظام آبیاری) حدود ۴۰ درصد از زمین‌های آبی دنیا را در اختیار دارند. بیشتر زمین‌های مجهز به نظام آبیاری زمین‌های تحت توسعهٔ واحدهای کشاورزی بزرگ‌مقیاس در حوضه‌های اصلی‌اند، که عمدتاً در آن‌ها شالیکاری (کشت برنج) می‌شود. در غرب آسیا ۳۷ درصد از زمین‌های زیر کشت مجهز به نظام آبیاری‌اند. هم‌چنین در آفریقای شمالی ۲۳ درصد از زمین‌های زیر کشت تحت آبیاری‌اند. کمترین مقدار زمین تحت آبیاری در آفریقای سیاه است، که تنها در ۳ درصد از اراضی آن آبیاری می‌شود.

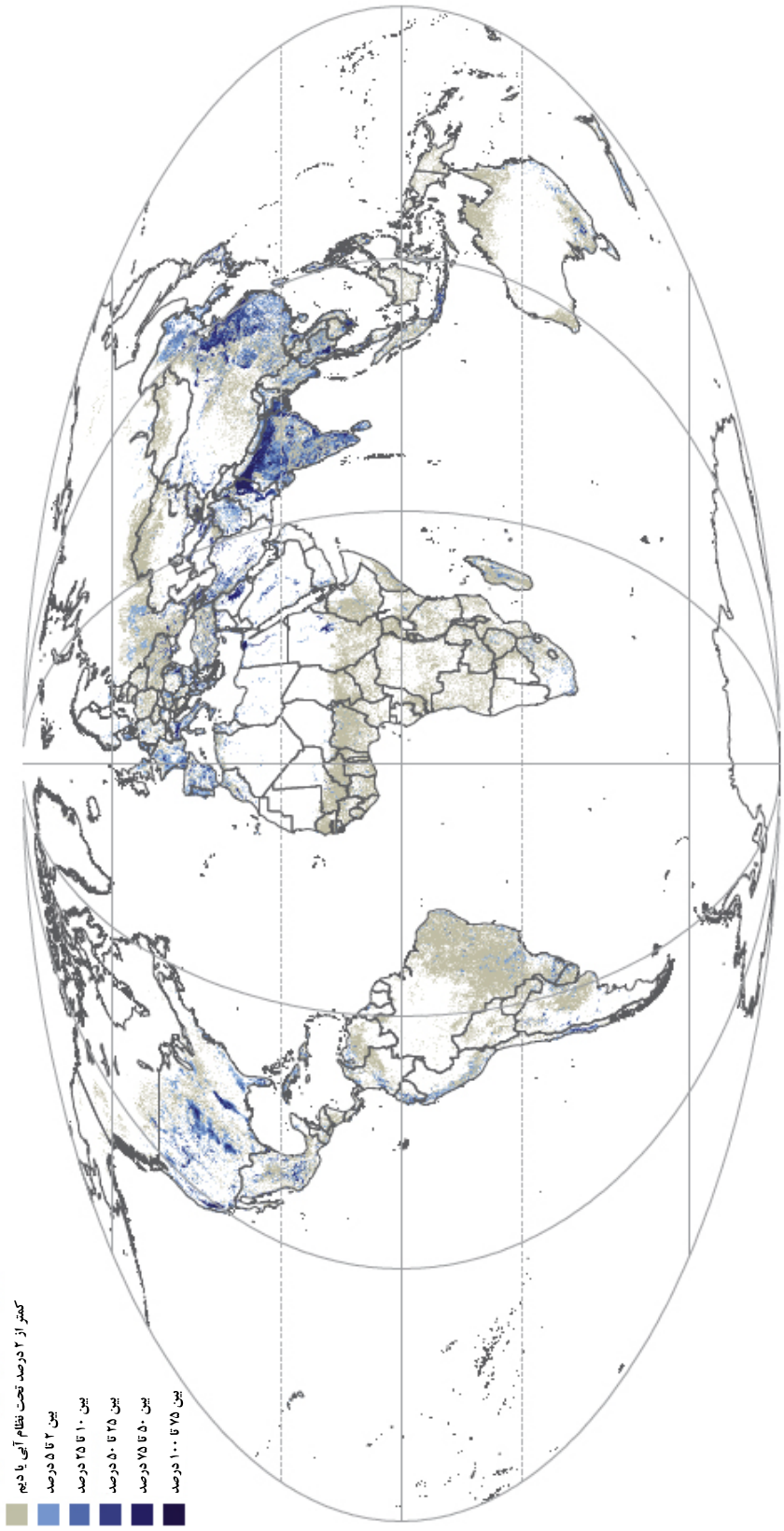
نرخ توسعه

نرخ توسعهٔ آبیاری که در دهه‌های ۶۰ و ۷۰ قرن بیستم میلادی بیش از دو درصد در سال بوده، به طور قابل توجهی کاهش یافته است. دلایل بسیاری برای این کاهش وجود دارد، از جمله عرضهٔ طولانی‌مدت و پایدار غذا و کاهش قیمت آن (تا سال ۲۰۰۷)، کاهش نرخ رشد جمعیت و افزایش زمینهٔ سرمایه‌گذاری در سایر بخش‌ها (Faures *et al*, 2007). از جمله دلایل دیگر این امر است افزایش هزینه‌های سرمایه‌گذاری و نگهداری پروژه‌های آبیاری (و بازده اقتصادی پایین آن‌ها) و نگرانی‌های ناشی از اثرات منفی محیط‌زیستی و اجتماعی که منجر به کاهش رغبت دولت و سرمایه‌گذاران شده است.

جایگزینی کشاورزی دیم بیشترین کمک را به توسعهٔ نظام آبیاری کرده است. لیکن بخشی از زمین‌های خشک و بسیار خشک (صحرایی) نیز که برای کشت دیم مناسب نیستند تحت آبیاری قرار گرفته‌اند. برآورد می‌شود که در کشورهای در حال توسعه از ۲۱۹ میلیون هکتار زمینی که هم‌اکنون آبیاری می‌شوند، حدود ۴۰ میلیون هکتار زمین‌های خشک و بسیار خشک‌اند. این رقم تا سال ۲۰۵۰ ممکن است به ۴۳ میلیون هکتار افزایش یابد. در برخی مناطق و کشورها، زمین‌های خشک و بسیار خشک تحت آبیاری، بخش مهمی از کل زمین‌های آبی زیر کشت را تشکیل می‌دهد: ۱۹ میلیون هکتار از ۲۸ میلیون هکتار زمین‌های خاور نزدیک و شمال آفریقا و ۱۵ میلیون هکتار از ۸۵ میلیون هکتار زمین‌های آسیای جنوبی از این جمله است.

برخی عوامل ویژهٔ منطقه‌ای نیز در گسترش آبیاری نقش داشته‌اند. تقریباً در تمام مناطق آسیا، توسعهٔ آبیاری صورت گرفته است. اروپای شرقی و کشورهای آسیای میانه که در آن‌ها آبیاری در دهه‌های ۶۰ و ۷۰ به‌سرعت توسعه یافته، پس از فروپاشی اتحاد جماهیر شوروی وارد دورهٔ بحران اقتصادی و سازمان‌دهی مجدد شده‌اند. در دو دههٔ اخیر، در برخی از قسمت‌های اروپای شرقی و روسیه سطح وسیعی از زمین‌های مجهز به نظام آبیاری به حال خود رها شده‌اند.

نقشه ۶-۱: مساحت زمین‌های مجهز به نظام آبیاری نسبت به کل اراضی جهان



منابع آب آبیاری

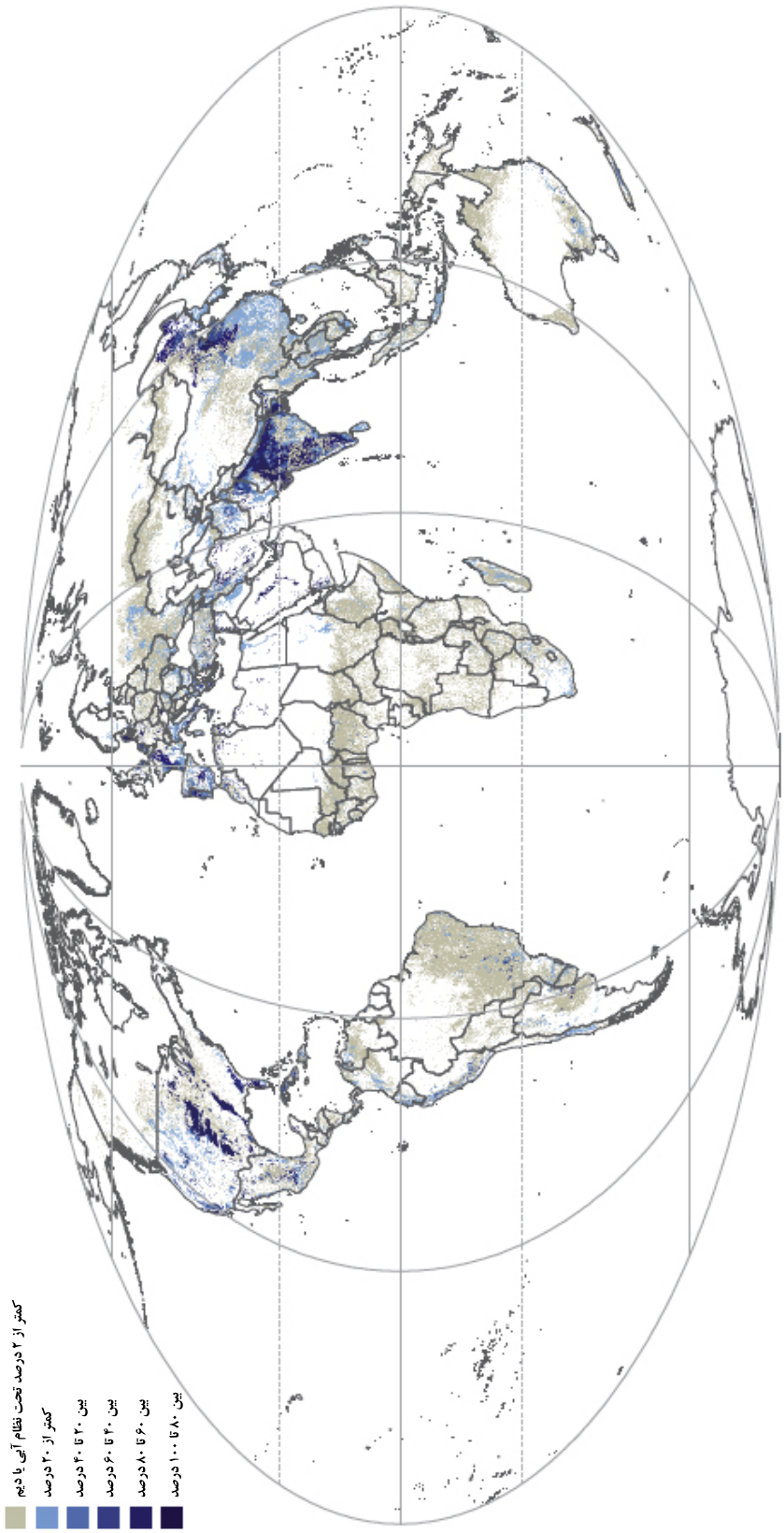
آب آبیاری از رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و آبخوان‌ها برداشت می‌شود. آب مورد نیاز برای آبیاریِ حدود ۱۸۸ میلیون هکتار از زمین‌ها از منابع آب سطحی تأمین می‌شود (معادل ۶۲ درصد مساحت تحت آبیاری)، و برایَ ۱۱۳ میلیون هکتار دیگر (۳۸ درصد) از آب‌های زیرزمینی استفاده می‌شود (نقشه‌ی ۷–۱). به دنبال ظهور فنّاوری چاه و قیمت پایین انرژی، خصوصاً در آسیا، آفریقای شمالی و خاورمیانه، برداشت آب زیرزمینی در سال‌های اخیر رشد سریعی داشته است. طبق داده‌های سرشماری کشاورزی هند، مساحت اراضی آبیاری شده از منابع آب زیرزمینی از حدود ۱۰ میلیون هکتار در سال ۱۹۶۰ (Mukherji and Shah, 2005) به حدود ۴۰ میلیون هکتار در سال ۲۰۱۰ (Seibert *et al*, 2010) افزایش یافته است. در جنوب آسیا، ۵۷ درصد از کل زمین‌های فاریاب با آب زیرزمینی آبیاری می‌شود و در شبه‌جزیرهٔ عربستان این مقدار به ۸۸ درصد می‌رسد.

منابع نامتعارف آب مانند فاضلاب تصفیه‌شده و یا شیرین‌سازی آب بخش کوچکی از آب آبیاری را فراهم می‌آورند (در حدود یک درصد). تصفیهٔ فاضلاب با سرمایه‌گذاری در مناطق شهری در حال افزایش است و مصرف آب حاصل از آن برای کشاورزی در حومهٔ شهری متداول است. آب حاصل از آب‌شیرین‌کن‌ها در جاهایی استفاده می‌شود که محصولات گران‌قیمت کشت می‌کنند و هیچ منبع آب دیگری هم در دسترس نیست. اما این موارد استثناهستند.

محدودیت‌های منابع آب

در برخی مناطق، رقابت بر سر آب موجب کمیابی بیشتر آب آبیاری و ایجاد مشکلاتی در توسعهٔ اراضی آبی شده است. از مدت‌ها قبل به‌ویژه در آسیای غربی، میانه و جنوبی که از نیم یا بیشتر از نیمی از منابع تجدیدپذیر آبشان برای آبیاری استفاده می‌کنند، (جدول ۹–۱) و نیز در آفریقای شمالی که برداشت آب آبیاری فراتر از منابع تجدیدپذیر بوده و سبب افت شدید سفره‌های آب زیرزمینی شده است، کمبود شدید آب وجود داشته است. بالعکس آمریکای جنوبی حتی از یک درصد از منابعش هم استفاده نکرده است. در بسیاری از بخش‌های خاورمیانه و آفریقای شمالی، چین و مناطق دیگر، سطح سفره‌های آب رو به نزول است، زیرا کشاورزان بیشتر از میزان آبی که از طریق تغذیهٔ مجدد آب زیرزمینی جایگزین می‌شود آب برداشت می‌کنند.

نقشه ۷-۱: نسبت مساحت زمین‌های آبیاری شده با آب زیرزمینی به مساحت کل زمین‌های آبی



جدول ۹-۱: متوسط سالانهٔ بلندمدت منابع آب تجدیدپذیر و میزان برداشت آب آبیاری

قاره مناطق	بارندگی (میلی‌متر)	منابع تجدیدپذیر[1] (کیلومتر مکعب)	کارایی مصرف آب (٪)	برداشت آب آبیاری (کیلومتر مکعب)	فشار روی منابع آب به خاطر آبیاری (٪)
آفریقا	**۶۷۸**	**۳۹۳۱**	**۴۸**	**۱۸۴**	**۵**
آفریقای شمالی	۹۶	۴۷	۶۹	۸۰	۱۷۰
آفریقای سیاه	۸۱۵	۳۸۸۴	۳۰	۱۰۵	۳
آمریکا	**۱۰۹۱**	**۱۹۲۳۸**	**۴۱**	**۳۸۵**	**۲**
آمریکای شمالی	۶۳۶	۶۰۷۷	۴۶	۲۸۵	۴
آمریکای مرکزی و کارائیب	۲۰۱۱	۷۸۱	۳۰	۱۵	۲
آمریکای جنوبی	۱۶۰۴	۱۲۳۸۰	۲۸	۱۱۲	۱
آسیا	**۸۲۷**	**۱۲۴۱۳**	**۴۵**	**۲۰۱۲**	**۱۶**
آسیای غربی	۲۱۷	۴۸۴	۴۷	۲۲۷	۴۷
آسیای مرکزی	۲۷۳	۲۶۳	۴۸	۱۵۰	۵۷
آسیای جنوبی	۱۶۰۲	۱۷۶۶	۵۵	۹۱۴	۵۲
آسیای شرقی	۶۳۴	۳۴۱۰	۳۷	۴۳۴	۱۳
آسیای جنوب شرقی	۲۴۰۰	۶۴۹۰	۱۹	۲۸۷	۴
اروپا	**۵۴۰**	**۶۵۴۸**	**۴۸**	**۱۰۹**	**۲**
اروپای مرکزی و غربی	۸۱۱	۲۰۹۸	۴۳	۷۵	۴
اروپای شرقی و روسیه	۴۶۷	۴۴۴۹	۶۷	۳۵	۱
اقیانوسیه	**۵۸۶**	**۸۹۲**	**۴۱**	**۱۹**	**۲**
استرالیا و زلاندنو	۵۷۴	۸۱۹	۴۱	۱۹	۲/۳
جزایر اقیانوس آرام	۲۰۶۲	۷۳	–	۰/۰۵	۰/۱
جهان	**۸۰۹**	**۴۳۰۲۲**	**۴۴**	**۲۷۱۰**	**۶**
کشورهای پردرآمد	۶۲۲	۹۰۰۹	۴۵	۳۸۳	۴
کشورها با درآمد متوسط	۸۷۲	۲۶۶۸۰	۳۹	۱۱۳۶	۴
کشورهای کم‌درآمد	۸۷۶	۷۳۳۲	۵۰	۱۱۹۱	۱۶
کم‌درآمد با کمبود غذا	**۸۸۱**	**۱۳۹۸۵**	**۴۸**	**۱۸۱۳**	**۱۳**
کمترین توسعه‌یافتگی	**۸۵۶**	**۴۴۹۳**	**۲۸**	**۱۹۰**	**۴**

منبع: FAO (2010c)

۱. اشاره به منابع آب‌های تجدیدپذیر داخلی دارد که شامل جریان‌های ورودی در سطح منطقه‌ای نمی‌شود.

در سطح کشوری، تفاوت‌ها حتی بیشتر هم هست. در فاصلهٔ سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۷ حجم آبی که چهار کشور (لیبی، عربستان سعودی، یمن و مصر) برای آبیاری استفاده می‌کردند بیشتر از آب تجدیدپذیر سالانه‌شان بود. در یازده کشور، بیش از ۴۰ درصد از منابع آب را برای آبیاری استفاده می‌کردند. این میزان را رقم آستانه‌ای بحران آب در نظر می‌گیرند. ۸ کشور دیگر بیش از ۲۰ درصد از منابع آب خود را برداشت می‌کردند که نشان‌دهندهٔ فشار شدید بر منابع آبی و کمیابی قریب‌الوقوع آب است.

برای چند کشور، آمار آب برداشتی نسبتاً پایین است و ممکن است به طور بیش‌ازحد خوش‌بینانه‌ای اینطور القا کند که سطح تنش آبی کم است. مثلاً شمال چین با کمبود جدی آب مواجه است، حال آنکه جنوب آن هنوز منابع آبی فراوان در اختیار دارد. افت سفره‌های آب زیرزمینی در بخش‌های مشخص برخی از کشورهای دیگر خاور نزدیک و جنوب و شرق آسیا، آمریکای مرکزی و کارائیب، اتفاق خواهد افتاد، حتی اگر در سطح ملی هنوز توازن آب برقرار باشد.

بازدهی آبیاری و زمین

در دهه‌های اخیر، آبیاری سهم بسزایی در بهبود بهره‌وری و تولیدات کشاورزی در جهان داشته است. تولیدات کشاورزی چین و هند طی ۲۵ سال (۵– ۱۹۶۴ تا ۹–۱۹۹۷)، از طریق سرمایه‌گذاری در آبیاری و استفادهٔ همه‌جانبه از روش‌های افزایش بهره‌وری آب و زمین، سه برابر شده است. در حال حاضر در کشورهای در حال توسعه، در حدود یک‌پنجم تمامی زمین‌های قابل کشت، کشاورزی آبی انجام می‌گیرد، در حالی‌که حدود نیمی (۴۷ درصد) از کل محصولات و تقریباً ۶۰ درصد غلات تولیدشده از اراضی آبی تأمین می‌شود. در کشورهای کمتر توسعه‌یافته، کمتر از یک‌پنجم (۱۷ درصد) سطح زیر کشت غلات تحت آبیاری است، اما تقریباً دوپنجم (۳۸ درصد) غلات را تولید می‌کنند (جدول ۱۰–۱).

واحدهای کشاورزی فاریاب بسیار متنوع‌اند. اندازهٔ یک واحد آبیاری ممکن است از یک مزرعهٔ شخصی تا طرح‌های یکپارچهٔ بزرگ مانند شبکهٔ کانال روهری[1] در پاکستان (که ۱/۰۴ میلیون هکتار را پوشش می‌دهد) متغیر باشد.

مدل‌های غالب شامل موارد زیر است: واحدهای دولتی بزرگ‌مقیاس (مانند مزارع شالی در مناطق مرطوب و یا واحدهای دولتی محصولات اساسی و تجاری در مناطق خشک)؛ سیستم‌های بهره‌برداری محلی در مقیاس کوچک و یا متوسط، سیستم‌های خصوصی تجاری برای محصولات نقدی[2] و سیستم‌های مدیریت فردی در مقیاس مزرعه برای تولید و عرضه به بازارهای محلی (Molden, 2007: 359). انتقال و توزیع آب به صورت ثقلی یا تحت فشار است و ساختار مدیریتی و نهادی آن دولتی، خصوصی، محلی و یا ترکیبی از این‌ها می‌باشد.

1. Rohri

۲. cash crops، محصولاتی که برای فروش کشت می‌شوند و نه برای استفادهٔ خود کشاورز

جدول ۱۰-۱: سهم اراضی آبی و سهم تولید غلات آبی از کل غلات تولیدی

قاره مناطق	همهٔ محصولات آبی		غلات آبی		
	نسبت اراضی آبی به کل اراضی زیر کشت (٪)	نسبت اراضی آبی برداشت‌شده به کل اراضی برداشت‌شده (٪)	نسبت سطح غلات آبی برداشت‌شده به کل سطح آبی برداشت‌شده (٪)	نسبت سطح غلات آبی برداشت‌شده به کل سطح غلات برداشت‌شده (٪)	نسبت تولید غلات آبی به کل غلات تولیدی (٪)
آفریقا	**۵**	**۷**	**۴۸**	**۷**	**۲۴**
آفریقای شمالی	۲۱	۴۳	۴۸	۳۳	۷۵
آفریقای سیاه	۲	۳	۴۸	۳	۹
آمریکا	**۱۰**	**۱۵**	**۴۴**	**۱۴**	**۲۲**
آمریکای شمالی	۱۱	۲۰	۴۳	۱۵	۲۲
آمریکای مرکزی و کارائیب	۷	۱۸	۳۲	۱۷	۳۲
آمریکای جنوبی	۸	۸	۴۷	۱۳	۲۲
آسیا	**۳۴**	**۴۳**	**۶۸**	**۵۱**	**۶۷**
آسیای غربی	۲۸	۴۹	۵۲	۳۲	۴۸
آسیای مرکزی	۳۰	۴۳	۴۵	۲۷	۴۵
آسیای جنوبی	۳۸	۴۱	۷۰	۵۲	۷۰
آسیای شرقی	۴۴	۵۸	۶۹	۶۸	۷۸
آسیای جنوب شرقی	۱۹	۲۱	۸۴	۳۵	۴۹
اروپا	**۵**	**۹**	**۲۸**	**۴**	**۸**
اروپای مرکزی و غربی	۹	۱۲	۳۰	۵	۱۰
اروپای شرقی و روسیه	۱	۵	۲۳	۲	۴
اقیانوسیه	**۷**	**۱۲**	**۱۴**	**۲**	**۷**
استرالیا و زلاندنو	۷	۱۲	۱۴	۲	۷
جزایر اقیانوس آرام	۱	–	–	–	–
جهان	**۱۷**	**۲۵**	**۶۲**	**۲۹**	**۴۲**
کشورهای پردرآمد	۱۱	۱۹	۳۹	۱۳	۲۰
کشورها با درآمد متوسط	۲۶	۲۸	۶۳	۳۲	۴۹
کشورهای کم‌درآمد	۱۴	۲۶	۶۹	۳۳	۵۵
کشورهای کم‌درآمد دچار کمبود غذا	۲۶	۳۴	۶۸	۴۲	۶۴
کمترین توسعه‌یافتگی	۸	۱۰	۸۳	۱۷	۳۸

منبع: FAO (2010b,c)

بهره‌وری آب و شکاف‌های بهره‌وری

در کشورهای کم‌آب نظیر مکزیک، چالش اصلی این است که بهره‌وری آب در کشاورزی با وجود رقابت بین تقاضاهای شهری و صنعتی بهینه شود. در بیشتر مناطق چین و هند مصرف بسیار بالای آب در کشاورزی، انگیزه‌ای برای ارتقای بهره‌وری آب شده است، اما جنبه های آلودگی محیط‌زیستی و اضافه برداشت آب زیرزمینی منابع اصلی را تهدید می‌کند. در پاکستان مشکلات زهکشی و شوری ناشی از آن بر پروژه‌های آبیاری سایه انداخته است، حال آنکه کنترل سیلاب‌ها در دلتاهای ساحلی بنگلادش و ویتنام دغدغهٔ فکری مسئولان است.

عملکرد در سامانه‌های آبیاری بطور معمول حداقل دو برابر زراعت‌های دیم مجاور است. در سطح جهانی، عملکرد غلات دیم در کشورهای در حال توسعه به طور متوسط ۱/۵ تن در هکتار است، حال آنکه عملکرد غلات آبی ۳/۳ تن در هکتار می‌باشد. در کشت آبی تراکم کشت نیز معمولاً بالاتر است و در بیشتر مناطق آسیا دو محصول در یک سال برداشت می‌شود (Faures *et al*, 2007). بهره‌وری آب نیز رو به افزایش بوده است: طی ۴۰ سال اخیر، بهره‌وری هر واحد آب در گندم و برنج بیش از دو برابر شده است. اما با رشد تقاضا، باید از همین اراضی که به نظام آبیاری مجهز شده‌اند محصول بیشتری تولید شود.

طی ۵۰ سال گذشته، در جهان نرخ افزایش تولیدات گروه‌های مهم محصولات زراعی، از نرخ افزایش سطح زمین‌های زراعی و باغی تجاوز کرده است. غلات از قدیم مهم‌ترین گروه محصولات بوده است (بر اساس کل مساحت برداشت‌شده) و و افزایش متوسط عملکرد نسبتاً بالایی برای آن ثبت شده است (شکل ۵-۱). بیش از دوسوم افزایش تولیدْ از افزایش عملکرد به‌ویژه در کشت آبی ناشی می‌شود. بروراینسما در سال ۲۰۰۳ برآورد کرد که در کشورهای در حال توسعه ۷۷ درصد از افزایش تولیدات در اثر «افزایش فعالیت کشاورزی» حاصل از افزایش عملکرد و کشت متمرکزتر در زمین‌ها بوده است (Bruinsma, 2003). در آسیای جنوبی و شرقی، که سهم زمین‌های تحت آبیاری در بالاترین حد است، بدلیل تراکم کشت، با حدود ۹۴ درصد افزایش تولید سریع‌ترین رشد بهره‌وری وجود دارد.

دو عامل اصلی باعث افزایش سریع عملکرد کشت آبی شده است: استفادهٔ گسترده از ارقام جدید، نهاده‌ها و عملیات داشت، و پیشرفت در فناوری‌های آبیاری مانند حفر چاه‌های عمیق و آبیاری تحت‌فشار.

جنگل‌ها، مراتع، شیلات و آبزی‌پروری داخلی

جنگل‌ها

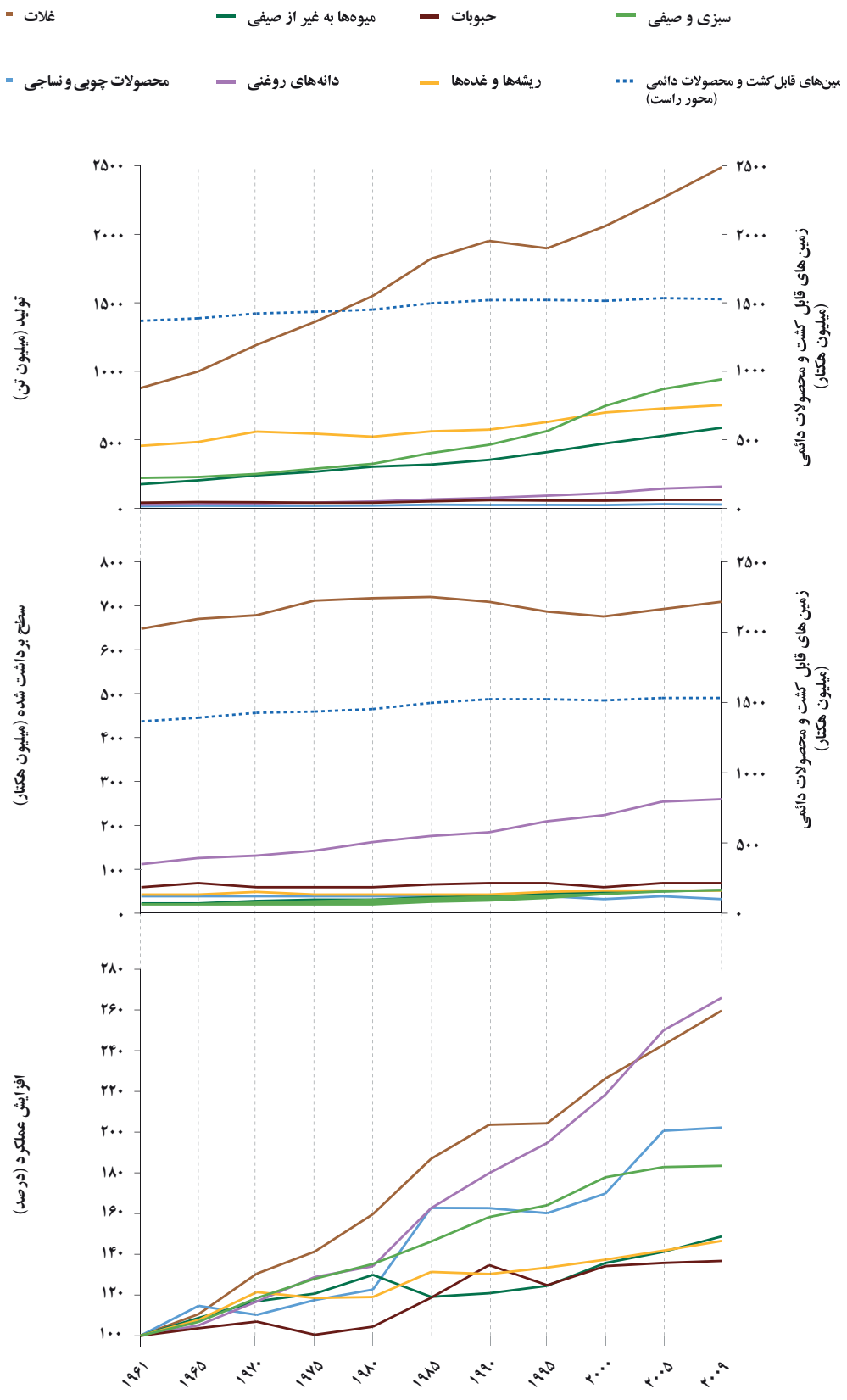
سازمان کشاورزی و خواربار جهانی با ارزیابی منظم منابع جنگلی[1] وضعیت جنگل‌های جهان، وسعت و سلامت و وضعیت کارکرد اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی آن‌ها را برآورد و ارائه می‌کند (FAO, 2010). در سال ۲۰۱۰، جنگل‌ها تقریباً چهار میلیارد هکتار از سطح زمین را می‌پوشاندند. از بین بردن جنگل‌ها (جنگل‌زدایی) که منشأ آن عمدتاً تبدیل جنگل‌های استوایی به زمین‌های کشاورزی است، اخیراً باعث کاهش سطح جنگل‌ها شده و هنوز با روند نگران‌کننده‌ای ادامه دارد. در دهۀ اخیر، هر ساله حدود ۱۳ میلیون هکتار جنگل تغییر کاربری داده و یا توسط عوامل طبیعی از بین رفته است. این مقدار در دهۀ ۱۹۹۰، ۱۶ میلیون هکتار بوده است. لیکن در طول دهۀ اخیر، با کاشت درختان در مقیاس وسیع،

1. global forest resources assessment

از کاهش خالص مساحت جنگل‌ها به‌شدت جلوگیری شده، به طوری که در اولین دهۀ قرن ۲۱، مقدار این کاهش ۵/۲ میلیون هکتار تخمین زده شده است. از بین رفتن زمین‌های جنگلی عمدتاً در آمریکای جنوبی، آفریقای سیاه، آسیای جنوب شرقی و اقیانوسیه بیشتر بوده، حال آنکه در ایالات متحدۀ آمریکا، هند، چین، روسیه و چند کشور اروپایی مساحت زمین‌های جنگلی افزایش یافته است. جنگل‌های نخستین (اولیه) ۳۶ درصد مساحت جنگل‌ها را تشکیل می‌دهند. اما از سال ۲۰۰۰ مساحت آن‌ها بیش از ۴۰ میلیون هکتار کاهش یافته است. کاهش جنگل‌های نخستین ممکن است اثر مهمی بر تنوع گونه‌های زیستی جنگلی داشته باشد.

جنگل نقش مهمی در چرخۀ هیدرولوژیکی بازی می‌کند، به همین دلیل هنگام بررسی و تحلیل مسائل مرتبط با آب، بایستی جنگل‌ها را نیز در نظر گرفت. جنگل‌ها آب را جذب و ذخیره می‌کنند، از فرسایش خاک جلوگیری می‌کنند و سامانه‌هایی طبیعی‌اند که آب را تصفیه می‌نمایند. جنگل‌ها بر میزان دسترسی به آب تأثیر دارند، جریانات سطحی و آب زیرزمینی را تنظیم کرده و ضامن تأمین آب باکیفیت‌اند. علاوه بر این‌ها، جنگل‌ها و درختان در کاهش خطرات ناشی از آب، مانند رانش زمین، سیل‌های منطقه‌ای و خشکسالی، نقش دارند و به جلوگیری از شورشدن زمین‌ها و بیابان‌زایی کمک می‌کنند. حوزه‌های آبریز جنگلی و تالاب‌ها، سه‌چهارم آب شیرین قابل دسترس جهان را برای تأمین نیازهای خانگی، کشاورزی، صنعتی و اکولوژیکی فراهم می‌آورند (FAO, 2008).

شکل ۵-۱: افزایش تولیدات جهانی، سطح زمین‌های دروشده و وسعت اراضی زیر کشت، ۲۰۰۹-۱۹۶۱.



مراتع

مراتع در همهٔ عرض‌های جغرافیایی پراکنده‌اند و معمولاً مشخصهٔ آن‌ها این است که به دلیل محدودیت‌های مرتبط با خاک، دما و دسترسی به آب، بیومس کمتری تولید می‌کنند است. مراتع حدود ۲۵ درصد از کل سطح زمین‌های جهان را می‌پوشانند و شامل دیم‌زارهای آفریقا (۶۶ درصد از کل مساحت قاره)، شبه‌جزیرهٔ عربستان، استپ‌های آسیای میانه و فلات‌های مرتفع آمریکای لاتین (Nori and Neely, 2009) می‌شوند. پوشش گیاهی غالب مراتع بیشتر جوامع گیاهان طبیعی چندساله و یک‌ساله شامل علف‌ها، درختچه‌ها و درختان است. مراتع ذاتاً اکوسیستم‌های شکننده‌ای هستند و سوء مدیریت به‌سادگی منجر به انحطاط، کاهش تنوع زیستی و ظرفیت نگهداری آب، انتشار کربن و کاهش حاصلخیزی آن‌ها می‌شود.

ارزیابی وسعت و روند تغییرات مراتع دشوار است. آمار جهانی نشان می‌دهد که کل مساحت مراتع در سال ۲۰۰۰، ۳/۴۳ میلیارد هکتار بوده و با مختصری کاهش به ۳/۳۶ میلیارد هکتار در سال ۲۰۰۸ رسیده است. دلایل این تغییرات جزئی به‌سادگی قابل تشخیص نیست، هرچند که می‌توان ضعف اطلاعات، بیابانی‌شدن و دست‌اندازی بخش کشاورزی را مؤثر دانست. تبدیل علفزارهای خشک‌تر به زمین‌های زراعی در مقیاس وسیع و مدیریت ناکارامد طی دهه‌های بیست و سی قرن بیستم در آمریکا، تبعات تأسف‌باری نظیر «کاسهٔ گرد و غبار» در گریت پلینز را در پی داشته است. در اواسط قرن بیستم، در اتحاد جماهیر شوروی، زمین‌های خشک به طور گسترده‌ای زیر کشت رفت اما تولید محصول در آن منطقه دوامی نداشت (Boonman and Mikholev, 2005). این زمین‌ها هم‌اکنون دوباره به مرتع تبدیل شده است.

مراتع نقش مهمی در حفظ کارکرد اکوسیستم‌ها و تنوع زیستی دارد. مرتع علاوه بر تغذیهٔ دام، نقش زیستگاه حیات وحش، ذخیره‌کنندهٔ آب و نگهداری از منابع ژنتیکی گیاهی را نیز ایفا می‌کند. گونه‌های گیاهی در مراتع بسیار غنی‌اند (حدود ۷۵۰ رقم و ۱۲۰۰ گونه گیاه). این اکوسیستمها در حفظ گونه‌های جانوری نیز اهمیت دارند؛ مثلاً زیستگاه ۱۱ درصد از پرندگان بومی جهان مراتع‌اند (White *et al*, 2000)، هم‌چنین مراتع در نگهداری گرده‌افشان‌ها و سایر حشراتی که کارکرد تنظیم‌کننده دارند مؤثرند. فواید اکوسیستمی آن‌ها، به‌ویژه نقششان در تنظیم نفوذ آب و تصفیهٔ آن، تنظیم آب و هوا (مثلاً در ترسیب کربن) و گرده‌افشانی، کم‌کم به ارزشی اقتصادی بدل می‌شود. به همین دلیل، جمع‌آوری نظام‌مند داده‌های مربوط به مراتع بایستی در کشورهای توسعه‌افته و درحال توسعه تبدیل به اولویتی جهانی شود.

بیش از ۶۰۰ میلیون انسان برای امرار معاش خود وابسته به مراتع‌اند. جوامع دامدار برای اینکه همواره با وضعیت بسیار متغیر و غیر قابل پیش‌بینی و نیز محدودیت منابع سازگاری پیدا کنند راهبردهایی (نظیر پرورش دام‌های مهاجر) در پیش گرفته‌اند. اما هم مراتع و هم بهره‌برداران آن‌ها نسبت به تغییراتی که در اثر فشار جمعیت و تبدیل مراتع به زمین‌های زراعی (قاب ۲-۱) و تغییر آب و هوا ایجاد می‌شود، آسیب‌پذیر هستند. نوسانات بارندگی و خشکسالی در مراتع مشکلی تکراری است (مثلاً در شاخ آفریقا ۷۰ میلیون نفر که بسیاری از آن‌ها چوپان‌اند، مدت‌هاست که امنیت غذایی ندارند (FAO, 2000). جدول ۱۱-۱ نظام‌های دامداری اصلی را فهرست کرده و نشان میدهد که این نظامها چگونه با زمان شکل گرفته اند.

مقادیر زیادی کربن از زمین‌های خشک از دست رفته است، که علت آن عمدتاً ضعف مدیریت ناشی از افزایش جمعیت و فشار دام‌ها است. به دلیل تخریب زمین، خاک زمین‌های خشک هم‌اکنون از حالت اشباع از کربن فاصلهٔ زیادی دارند، حال آنکه ممکن است ظرفیت زیادی برای ترسیب کربن داشته باشند. طبق برآوردها بهبود مدیریت مراتعْ توان بیوفیزیکی آن را دارد که تا سال ۲۰۳۰ در سطح جهانی ۱۳۰۰ تا ۲۰۰۰ میلیون تن دی‌اکسید کربن را تثبیت کند (Tennigkeit and Wilkes, 2008).

قاب ۲-۱: تبدیل چراگاه به کشتزار در شمال آفریقا ، خاور نزدیک و مدیترانه

افزایش جمعیت دام و انسان همراه با از دست رفتن حقوق سنتیِ چرا منجر به چرای بیش از حد و تخریب چراگاه‌ها پیرامون سواحل مدیترانه شده است. بسیاری زمین‌های نیمه خشک برای کشت سالانه شخم زده شده‌اند، که با عملیات زراعی کنونی، کشاورزی در این زمین‌ها دوام نخواهد داشت. نظام‌های تولیدات دامی به واسطهٔ تولید بیشتر، کنترل تدریجی بیماری‌های حیوانات و تجاری‌کردن محصولات دامی به خصوص در مناطق حومه شهری در حال تغییرند. با تغییرات آب و هوایی، فرآیندهای خشکسالی و بیابان‌زایی رو به وخامت گذاشته‌اند.

عکس: G. Schwilch

راهبردهای افزایش ذخیرهٔ کربن در مراتع، شامل بازگرداندن مواد آلی به خاک و بیومس ریشه و به تبع آن افزایش موجودات زندهٔ خاک است (مثلاً با احیای مراتع با کاشت علف‌ها و گیاهان اصلاح‌شدهٔ تیرهٔ بقولات، چرخهٔ کود دامی و بیشه‌زراعی[1]، کنترل فرسایش، جنگل‌کاری و احیای جنگل‌ها، حفاظت از آب و جلوگیری از برداشت بی‌رویهٔ آن، تراکم بهینهٔ دام‌ها، بهره‌وری و حفاظت از آب، تغییر کاربری زمین مانند تغییر از زراعت به مرتع و بیشه و یا نوعی آیش). لیکن هنوز روستاییان مالک زمین‌های کوچک و چوپانان دانش و اطلاعات کافی دربارهٔ ظرفیت ترسیب کربن در زمین‌های خشک، روش کار قابل قبول و تحلیل هزینه-فایدهٔ روش‌های ترسیب کربن ندارند.

1. agroforestry

جدول ۱۱-۱: پهنه‌بندی منطقه‌ای نظام‌های دامداری

منطقه	گونه‌های اصلی	وضعیت کنونی
آفریقای سیاه	گاو، شتر، بز، گوسفند	کاهش در اثر توسعهٔ کشاورزی
مدیترانه	دام کوچک	کاهش به دلیل حصارکشی و توسعهٔ کشاورزی
خاور نزدیک و آسیای میانه و جنوبی	دام کوچک	کاهش در برخی نواحی به دلیل حصارکشی و توسعهٔ کشاورزی
هند	شتر، گاو، گوسفند، بز	کاهش به دلیل توسعهٔ کشاورزی اما در مناطق حومه شهری تولید دامی در حال افزایش است
آسیای مرکزی	گاومیش، شتر، اسب، گوسفند، بز	توسعه به دنبال خصوصی‌شدن
قطب	گوزن شمالی	توسعه به دنبال خصوصی‌شدن در سیبری، اما در اسکاندیناوی وضعیت مناسبی ندارد
آمریکای شمالی	گوسفند، گاو	کاهش با افزایش حصارکشی زمین‌ها و فرصت‌های اقتصادی دیگر
رشته‌کوه‌های آند	شتر بی‌کوهان، آلپاکا	کاهش تولید شتر به دلیل توسعهٔ سامانه‌های جاده‌ای و تولیدات دامی به شیوهٔ اروپایی، توسعهٔ تولید پشم آلپاکا

منبع: Bleach (1999)

علفزارها و چمنزارها

چمنزارها (شامل مراتع، بوته‌زارها، چراگاه‌ها، کشتزارهایی که با درختان مرتعی و محصولات علوفه‌ای کاشته می‌شوند) ۳۰ درصد از زمین‌هایی که پوشش یخی ندارند را می‌پوشانند. حدود ۶۰ درصد از زمین‌های کشاورزی جهان را علفزار و مراتع پوشش می‌دهد (FAO, 2010b). علفزارها و چمنزارها چندمنظوره هستند و خدمات ضروری اکوسیستم را تأمین و از چند طریق به امرار معاش کمک می‌کنند (مثلاً می‌توانند منبع ژنتیکی برای تولید غذا و تولید متراکم پایدار، یا منبعی برای تولید انرژی، و مواد خام در تولیدات صنعتی و تثبیت کربن باشند). بسیاری از چمنزارها و علفزارهای دائمی برای حفاظت از حوضه‌های آبخیز، احیای مجدد زمین‌های آلوده و تولید انرژی زیستی (بیوانرژی) به کار می‌روند. بنابراین نظام‌های کشاورزی-دامپروری متراکم‌پایدار مبتنی بر مدیریت بهبود یافتهٔ علفزارها، چمنزارها و مراتع می‌تواند در افزایش توسعهٔ پایدار در مقیاس وسیع نقش داشته باشد (قاب ۳-۱). در سطح جهانی، خاک چمنزارها تا سال ۲۰۳۰ بسته به چرای دام‌ها و سایر روش‌های مدیریتیِ اعمال‌شده ظرفیت تثبیت ۰/۲ تا ۰/۸ گیگا تن دی‌اکسیدکربن را در سال خواهد داشت. پوشش چمنزارها، می‌تواند ۵۰ تا ۸۰ درصد بیشتر آب جذب کند، که این موجب کاهش خطر خشکسالی و سیل خواهد شد. این عوامل همگی در کاهش اثرات تغییر آب و هوا و سازگاری با آن نقشی مهم و حیاتی دارند.

بخش زراعت-دام‌پروری، وسیلهٔ امرارمعاش اکثریت مالکان خرده‌پا را در سراسر دنیا فراهم می‌کند و افزایش سریع تقاضا برای محصولات دامی ایجاب می‌کند به دنبال راه‌هایی برای کاهش ردپای تولید سیستم‌های دام‌پروری باشیم. این

امر یک ضرورت منطقی در نظام‌های دام‌پروری-زراعت تلفیقی است، که در آن بقایای زراعت، خوراک دام‌ها می‌شود و در عوض دام‌ها کود دامی را برای کوددهی زراعت فراهم می‌سازند. اگرچه این عمل قرن‌ها یکی از شکل‌های کشاورزی سنتی بوده است، اما نظام‌های زراعت-دامپروری تلفیقی هم‌اکنون نیز از تشریک مساعی بخش‌های کشاورزی، دام‌پروری و جنگلداری مدرن سود می‌برند.

چمنزارها در معیشت حدود یک میلیارد نفر، شامل ۲۰۰ میلیون خانواده دامدار، تأثیرگذارند. توسعهٔ زراعت و متنوع‌شدن روش‌های آن از راه کاشت گیاهان علوفه‌ای، بقولات علوفه‌ای و ترکیبی از گونه‌های علفی-علوفه‌ای، استفادهٔ کارامد از کود دامی و مدیریت مواد غذایی و تنوع‌بخشی به تولیدات دامی و محصولات زراعی در سطح مزرعه، به صاحبان مزارع کمک می‌کند در افزایش پایدار درآمدشان و استفادهٔ کارامد از منابع آب و خاک و افزایش ظرفیت سازگاری و انطباق با تجارب کشاورزی اقدام نمایند.

شیلات و آبزی‌پروریِ داخلی

مساحت دریاچه‌ها، مخازن و تالاب‌های جهان که از نظر شیلات داخلی اهمیت دارند، حدود ۷/۸ میلیون کیلومترمربع است. در جنوب شرقی آسیا، آمریکای شمالی، شرق و مرکز آفریقای غربی، قسمت شمالی آسیا، اروپا و آمریکای شمالی، درصد نسبتاً بالایی از زمین‌ها از آب‌های سطحی پوشیده شده‌اند (FAO, ۲۰۱۰). فعالیت شیلات داخلی یک فعالیت بسیار متنوع است و شامل صید صنعتی ماهی در مقیاس بزرگ و نیز ماهیگیری در سطح کوچک برای امرار معاش می‌شود که نیاز به سرمایه‌گذاری ندارد و یا نیازمند سرمایه‌گذاری اندکی است. بدین صورت، فعالیت شیلات داخلی باعث تغذیهٔ باکیفیت و ایجاد فرصت‌های امرار معاش می‌شود و در صورت عدم موفقیت سایر بخش‌های تولید غذا، شبکه‌ای مطمئن برای تأمین غذای فقرا است.

قاب ۳ -۱: گیاهان علوفه‌ای به منظور استفاده به عنوان غذای دام و سوخت انرژی

امروزه مقادیر زیادی تولیدات گیاهی برای تغذیهٔ حیوانات به کار می‌رود و لذا نیاز به بازنگری در سیستم‌ها وجود دارد تا استفاده از علوفه‌ی جایگزین برای تأمین خوراک دام، سوخت، تثبیت کربن، افزایش تنوع زیستی اکوسیستم و بهبود حاصل‌خیزی خاک را با توجه به الویت‌های پایداری و اقتصاد کشاورزی بهبود بخشد. در بین این علوفه می‌توان به پنیستوم پورپوریوم (Pennisetum purpureum) (علف فیل)، میسکانتوس گیگانتئوس (Miscanthus giganteus) وگونه‌های ستاریا (Setsria spp) اشاره کرد که عملکرد بیومس را افزایش می‌دهند و در تصفیه‌خانه‌های زیستی به سوخت‌های زیستی تبدیل شوند و مازاد علوفه هم برای تولیدات دامی باقی می‌مانند. این گیاهان هم‌چنین حاوی موادی هستند که می‌تواند مواد خام صنایع را تشکیل دهد.

حدود ۹۰ درصد از ماهی‌های صیدشده از آب‌های داخل کشور متعلق به کشورهای در حال توسعه است. این رقم در کشورهای کم‌درآمد که دچار کمبود غذا هستند حدود ۶۵ درصد می‌باشد. در آسیا و آفریقا این رقم به طور متوالی حدود ۹۰ درصد گزارش شده است. طبق گزارش‌ها تولیدات کل فعالیت شیلات داخلی جهان از دو میلیون تن در سال ۱۹۵۰ به بیش از ۱۰ میلیون تن در سال ۲۰۰۸ رشد داشته است. تولیدات ماهیگیری یقیناً از این رقم بالاتر است زیرا بسیاری از فعالیت‌های ماهیگیری که در مقیاس کوچک و هم‌چنین برای امرارمعاش انجام می‌شود ثبت نمی‌شود. فعالیت‌های

ماهیگیری صنعتی و بزرگ‌مقیاس داخلی و نیز فعالیت در دریاچهٔ بزرگ آفریقا می‌تواند به ارزش صدها میلیون دلار آمریکا ماهی تولید کند که اغلب صادر می شود (FAO, 2010).

در سطح جهان آبزی‌پروری از تولید کمتر از یک‌میلیون تن در سال ۱۹۵۰ به ۵۲/۵ میلیون تن در سال ۲۰۰۸ افزایش یافته است که معادل ۴۵/۷ درصد تولید ماهی در جهان است که به مصارف انسانی می‌رسد (FAO,2010a). روش‌های تلفیقی استفاده از آب و زمین در بسیاری از قسمت‌های جهان با موفقیت به‌کار بسته شده است (FAO/ ICLARM/IIRR,2001; Halwart and Van Dam, 2006). کشت برنج-ماهی که اغلب در مقیاس خانوار در شالیزارهای نوسازی شده انجام می‌شود در دهه‌های اخیر به‌سرعت در میان کشاورزان برنج‌کار چین گسترش یافته است و در سال ۲۰۰۸ مساحت مزارع برنج که برای آبزی‌پروری استفاده شده به ۱/۴۷ میلیون هکتار رسیده است. آبزی‌پروری در قفس هم در دریاچه‌های آب شیرین و هم در رودخانه‌ها در بسیاری از کشورها به عنوان روشی برای استفادهٔ کارامد از آب غیرمصرفی[1] شیرین توسعه یافته است.

قارهٔ آسیا (و به‌خصوص چین) بالاترین میزان تولید آبزی را در آب شیرین نسبت به مساحت زمین و سطح آب‌ها دارد، برخی کشورهای اروپایی و آفریقایی نیز در این زمینه حائز اهمیت هستند، ولی در قارهٔ آمریکا میزان آبزی‌پروری در آب شیرین در واحد سطح زمین یا سطح آب نسبتاً کم است، حال آنکه ظرفیت آبزی‌پروری در آنجا وجود دارد (Aguilar-Manjarrez *et al*., 2010، 2010.., Bostock *et al*). هم‌چنین در آفریقا و آمریکای لاتین هنوز ظرفیت‌های مهمی برای رشد آبزی‌پروری در آب شیرین وجود دارد. استفاده از آب شیرین برای آبزی‌پروری به دلیل توسعهٔ شهری و رقابت شدید بر سر زمین و به‌ویژه منابع آب شیرین هر روز در کشورها و نواحی با تراکم بالای جمعیت نظیر کشورهای آسیایی محدودتر می‌شود. تولید ماهی در نواحی ساحلی زمانی که آب شیرین و زمین کمیاب باشد، جایگزین و فرصت‌های جدیدی برای آبزی‌پروری و تأمین ماهی جهان ایجاد می‌کند (FAO, ۲۰۱۰).

تقاضای کشاورزی تا سال ۲۰۵۰

تقاضای غذا و الیاف تا سال ۲۰۵۰

انتظار می‌رود که جمعیت فعلی جهان که حدود ۶/۹ میلیارد نفر است به حدود ۹ میلیارد نفر در سال ۲۰۵۰ افزایش یابد و رشد تقاضای غذا و الیاف سرعت بیشتری پیدا خواهد کرد، چرا که درآمدها و شاخص‌های تغذیه رو به افزایش است و جمعیت به سمت جیره‌های غذایی‌ای که تولیدشان مستلزم داشتن زمین و آب متمرکزتر و به‌ویژه مصرف بیشتر محصولات لبنی و گوشت است حرکت می‌کند. روندهای کنونی و شبیه‌سازی با مدل‌ها نشان می‌دهد که نیاز جهانی غلات که امروز تقریباً ۲/۱ میلیارد تن در سال است به حدود ۳ میلیارد تن در سال ۲۰۵۰ افزایش خواهد یافت (FAO, 2006b). بنابراین تا سال ۲۰۵۰ هر ساله جهان به تولید تقریباً یک میلیارد تن دانهٔ غلات بیشتر و ۲۰۰ میلیون تن محصولات دامی بیشتر نیاز خواهد داشت.

1. non consumptive

واکنش تولید

برآورد رشد تولید محصولات (Bruinsma, 2099) نشان می‌دهد که تولیدات کشاورزی جهان می‌تواند تا سال ۲۰۳۰ سالیانه حدود ۱/۳ درصد و در طول دورهٔ ۲۰۳۰ تا ۲۰۵۰ سالیانه حدود ۰/۸ درصد افزایش یابد. برای هم‌گام شدن با رشد جمعیت، انتظار می‌رود که نرخ تولید غذا در کشورهای در حال توسعه کمی بیشتر از تولید آن در کشورهای توسعهٔ‌افته باشد و از سال ۲۰۰۵ تا سال ۲۰۳۰ سالیانه ۱/۵ درصد و در طول سال‌های ۲۰۳۰ تا ۲۰۵۰ سالیانه ۰/۹ درصد رشد یابد. این برآوردها بر پایهٔ ارزیابی ظرفیت تولید در پاسخ به تقاضا است. نتیجه این خواهد بود که نسبت به سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۷، ۴۳ درصد افزایش تولید تا سال ۲۰۳۰ و ۷۰ درصد آن تا سال ۲۰۵۰ رخ خواهد داد. در سطح منطقه‌ای، پیش‌بینی می‌شود سریع‌ترین رشد تولید غلات در آفریقای سیاه، که هم‌چنان دچار فشارهای ناشی از رشد جمعیت است، و هم‌چنین در آمریکای لاتین و استرالیا که چشم‌انداز گسترش تجاری تولید غذا وجود دارد رخ دهد. (جدول ۱۲–۱).

این نرخ رشد کمتر از نرخ رشد مشابه در نیمهٔ قرن گذشته است (جدول ۱۲–۱). برآورد رشد در آینده بر پایهٔ این پیش‌بینی است که چهارپنجم رشد در کشورهای در حال توسعه ناشی از دو عامل افزایش کشاورزی متراکم به شکل افزایش عملکرد (۷۱ درصد) و افزایش تراکم کشت (۸ درصد) خواهد بود. سهم افزایش کشاورزی متراکم در مناطقی که با محدودیت زمین روبرویند مانند جنوب آسیا (۹۵ درصد) و خاور نزدیک و آفریقای شمالی (۱۰۰ درصد) از این هم بیشتر خواهد بود. بر عکس، انتظار می‌رود گسترش کشت در زمین‌های قابل کشت هم‌چنان عامل مهمی در رشد تولید محصول در برخی نواحی آفریقای سیاه و آمریکای لاتین باشد، هرچند اهمیت آن نسبت به گذشته کمتر است (Bruinsma, 2009). لیکن احتمال دارد این امر خسارت‌هایی به خدمات مهم اکوسیستم و امور فرهنگی وارد آورد. علاوه بر آن، حتی با دو برابر شدن تولید تا سال ۲۰۵۰ در کشورهای در حال توسعه، ۵ درصد از جمعیت این کشورها هم‌چنان دچار سوء تغذیه خواهند بود (جدول ۱۳–۱).

پیامدها برای کشاورزی فاریاب

ظرفیت موجود برای افزایش مساحت زمین‌های تحت آبیاری

پیش بینی می‌شود تا سال ۲۰۵۰ مساحت اراضی تحت آبیاری حدود ۶ درصد افزایش یابد و حدود ۱۰ درصد بر میزان آب برداشت‌شده برای آبیاری افزوده شود. پیش بینی می‌شود میزان تولید محصولات آبی به دلیل افزایش کشت‌های متراکم و افزایش بهره‌وری تا ۳۸ درصد افزایش یابد (Tobiello and Von der Velde, 2010). به طورکلی، چشم‌انداز بهبود بهره‌وری آب و زمین در طرح‌های آبیاری با توجه به وجود اختلافات زیاد بهره‌وری که بین طرح‌ها و در طرح‌های آبیاری مشاهده می‌شود قابل توجه است.

پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۵۰ تراکم کشت در زمین‌های تحت آبیاری و در حال استفاده در سراسر جهان از ۱۲۷ درصد به ۱۲۹ درصد افزایش یابد و در کشورهای در حال توسعه تراکم کشت از ۱۴۳ درصد در سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۷ به ۱۴۷ درصد در سال ۲۰۵۰ برسد (Bruinsma,2009 Frenken,2010). این افزایش‌ها از لحاظ فنی عملی‌اند و پیش از این نیز سامانه‌هایی با بهترین مدیریتْ رشدی در حد ۲۰۰ درصد یا بیشتر داشته‌اند. عوامل کلیدی در دستیابی به تراکم‌های بالاتر عبارت‌اند از نوسازی زیرساخت‌ها، تغییرات ساختاری برای بهبود خدمات آب، و توسعهٔ بازارهای کشاورزی سودآور (Nachtergaele *et al*,2010).

جدول ۱۲-۱: تاریخچهٔ رشد و رشد پیش‌بینی‌شده در تولید غلات

قاره و منطقه	رشد سالانه در تولید غلات (٪)	
	۱۹۶۱-۲۰۰۶	۲۰۰۶-۲۰۵۰
قاره آفریقا	**۲/۴**	**۱/۹**
شمال آفریقا	۳	۱/۶
آفریقای سیاه	۲/۳	۲
قاره آمریکا	**۲**	**۱/۲**
آمریکای شمالی	۱/۸	۱
آمریکای مرکزی	۱/۷	۱/۸
آمریکای جنوبی	۲/۶	۱/۷
قاره آسیا	**۲/۵**	**۰/۷**
غرب آسیا	۲/۴	۱
آسیای میانه	۱/۱	۰/۸
جنوب آسیا	۲/۳	۱/۱
شرق آسیا	۲/۵	۰/۳
جنوب شرقی آسیا	۲/۹	۰/۸
اروپا	**۱/۱**	**۰/۳**
اروپای مرکزی و غربی	۱/۵	۰/۲
اروپای شرقی و روسیه	۰/۳	۰/۵
اقیانوسیه	**۲/۳**	**۲**
استرالیا و زلاندنو	۲/۳	۲
جزایر اقیانوس آرام	–	–
جهان	**۲**	**۰/۹**
پردرآمد	۱/۶	۰/۸
با درآمد متوسط	½	۰/۸
کم‌درآمد	۲/۴	۱/۲
کم‌درآمد با کمبود غذا	**۲/۷**	**۰/۹**
کمترین توسعهٔ‌افتگی	**۱/۹**	**۱/۹**

منبع: FAO (2010a)

جدول ۱۳- ۱: رشد پیش‌بینی‌شده در تولیدات کشاورزی: محتملترین نتایج

	شاخص تولید کشاورزی			باقی افراد دچار سوءتغذیه	
	۲۰۰۵-۷	۲۰۳۰	۲۰۵۰	٪	میلیون
جهان	۱۰۰	۱۴۳	۱۷۰	نامشخص	نامشخص
کشورهای در حال توسعه	۱۰۰	۱۵۸	۱۹۷	۴/۸	۳۷۰

منبع: Alexandratos (2009)

چشم‌انداز توسعهٔ اراضی آبی

تعیین ظرفیت توسعه اراضی آبی دشوار است. در گذشته در پی تلاش کشورها برای ارزیابی ظرفیت آبیاری‌شان، برآوردهایی بر اساس منابع زمین و آب و ملاحظات اقتصادی و محیط‌زیستی انجام شده است. ظرفیت آبیاری بایستی بر اساس حوضهٔ آبریز، که واحد جغرافیایی منطقی‌ای برای منابع آب است، محاسبه شود. وقتی کشورها رودخانه‌های مشترک دارند، این خطر وجود دارد که آبی که برای ارزیابی ظرفیت آبیاری در یک کشور محاسبه شده، در کشور دیگر، دوباره به حساب آید. به علاوه، ظرفیت آبیاری در بسیاری از موارد در زمانی انجام شده که نگرانی‌های محیط‌زیستی کمتر حاد بوده و تقاضا در سایر بخش‌های مصرف‌کنندهٔ آب کمتر از امروز بوده است.

در چند ناحیهٔ پرآب، هنوز ظرفیت برای توسعهٔ آبیاری فراوان است، حال آنکه در مناطق کم‌آب محدودیت‌ها پیش از این آشکار شده است. آفریقای سیاه و آمریکای لاتین دو منطقه‌ای هستند که در آن‌ها بهره‌برداری از ظرفیت آبیاری نسبت به میزان ارزیابی‌شده کمترین مقدار است. در آفریقای سیاه از نظر فنی چشم‌انداز خوبی برای توسعهٔ آبیاری وجود دارد. مثلاً در مناطق مرتفعی مانند فاوتا جالون[1] و فلات‌های اتیوپی، حجم بالایی از رواناب تولید می‌شود، اما زیرساخت‌های آبی کمی در این مناطق وجود دارد. به شرط دسترسی به زیرساخت‌های مناسب و داشتن وضع اقتصادی مطلوب، چنین نواحی‌ای می‌توانند شاهد تغییرات و توسعهٔ کشت آبی باشند. از طرف دیگر، کشورهای شمال آفریقا، غرب آسیا، آسیای مرکزی و قسمت‌های زیادی از آسیای جنوبی و آسیای شرقی از ظرفیت‌های خود به طور کامل استفاده کرده‌اند، یا دارند به حد نهایی نزدیک می‌شوند. در بین این کشورها، بر اساس برآوردهای سازمان کشاورزی و خواربار جهانی، ۸ کشور اراضی آبی خود را بیش از ظرفیتشان توسعه داده‌اند، حال آنکه ۲۰ کشور (ازجمله چین) در مرحلهٔ استفاده از بیش از ۷۵ درصد از ظرفیتشان قرار دارند.

روند توسعهٔ زمین‌های تحت آبیاری بطور قابل توجهی رو به کاهش است. بر اساس مقایسه‌ی عرضه (ظرفیت آبیاری) و تقاضا (برای محصولات کشاورزی)، سازمان کشاورزی و خواربار جهانی پیش‌بینی کرده است که اراضی تحت آبیاری در سراسر جهان با رشد نسبتاً ملایمی از حدود ۳۰۱ میلیون هکتار در سال ۲۰۰۶ به ۳۱۸ میلیون هکتار در سال ۲۰۵۰ خواهد رسید (جدول ۱۴-۱). این بیانگر افزایشی حدود ۶ درصد (۰/۱۲ درصد در هر سال) است. پیش‌بینی شده است که بیشتر این افزایش در کشورهای در حال توسعه صورت گیرد. نرخ این افزایش بسیار کمتر از مدت زمان بین سال‌های ۱۹۶۱ تا ۲۰۰۹ است. در آن مدت مساحت اراضی آبی در جهان تا ۱/۶ درصد در سال و در کشورهای کمترتوسعه‌یافته بیش از ۲ در صد رشد داشته است.

1. Fauta-Djallon

جدول ۱۴-۱: پیش‌بینی سطح اراضی تحت آبیاری تا سال ۲۰۵۰

قاره / منطقه	سطح تحت آبیاری				
	سطح (میلیون هکتار)			رشد سالانه (٪)	
سال	۱۹۶۱	۲۰۰۶	۲۰۵۰	۱۹۶۱-۲۰۰۶	۲۰۰۶-۲۰۵۰
آفریقا	**۷/۴**	**۱۳/۶**	**۱۷**	**۱/۳**	**۰/۵**
آفریقای شمالی	۳/۹	۶/۴	۷/۶	۱۰۰	۰/۴
آفریقای سیاه	۳/۵	۷/۲	۹/۴	۱/۵	۰/۶
آمریکا	**۲۲/۶**	**۴۸/۹**	**۴۶/۵**	**۱/۶**	**-۰/۱**
آمریکای شمالی	۱۷/۴	۳۵/۵	۳۰	۱/۵	-۰/۴
آمریکای مرکزی و کارائیب	۰/۶	۱/۹	۲/۴	۲/۵	۰/۵
آمریکای جنوبی	۴/۷	۱۱/۶	۱۴/۱	۱/۹	۰/۵
آسیا	**۹۵/۶**	**۲۱۱/۸**	**۲۲۷/۶**	**۱/۷**	**۰/۲**
آسیای غربی	۹/۶	۲۳/۶	۲۶/۹	۱/۹	۰/۳
آسیای میانه	۷/۲	۱۴/۷	۱۵	۱/۵	۰
آسیای جنوبی	۳۶/۳	۸۵/۱	۸۵/۶	۱/۸	۰
آسیای شرقی	۳۴/۵	۶۷/۶	۷۶/۲	۱/۴	۰/۳
آسیای جنوب شرقی	۸/۰	۲۰/۸	۲۳/۹	۲	۰/۳
اروپا	**۱۲/۳**	**۲۲/۷**	**۲۴/۶**	**۱/۳**	**۰/۲**
اروپای مرکزی و غربی	۸/۷	۱۷/۸	۱۷/۴	۱/۵	۰
اروپای شرقی و روسیه	۳/۶	۴/۹	۷/۲	۰/۶	۰/۹
اقیانوسیه	**۱/۱**	**۴**	**۲/۸**	**۲/۷**	**-۰/۸**
استرالیا و زلاندنو	۱/۱	۴	۲/۸	۲/۷	-۰/۸
جزایر اقیانوس آرام	۰/۰۰۱	۰/۰۰۴	-	۲/۹	-
جهان	**۱۳۹**	**۳۰۰/۹**	**۳۱۸/۸**	**۱/۶**	**۰/۱**
کشورهای پردرآمد	۲۶/۷	۵۴	۴۵/۱	۱/۵	-۰/۴
با درآمد متوسط	۶۶/۶	۱۳۷/۹	۱۵۹/۴	۱/۵	۰/۴
کم‌درآمد	۴۵/۸	۱۰۸/۹	۱۱۳/۸	۱/۸	۰/۱
کم‌درآمد با کمبود غذا	**۸۲/۵**	**۱۸۷/۶**	**۲۰۱/۹**	**۱/۷**	**۰/۲**
کم‌ترین توسعه یافتگی	**۶/۱**	**۱۷/۵**	**۱۸/۴**	**۲/۲**	**۰/۱**

منبع: FAO (2006b, 2010b,c)

پیش‌بینی می‌شود در مناطقی که با کمبود زمین مواجهند، به دلیل افزایش بهره‌وری محصولات از طریق روش‌های کشت متراکم، توسعهٔ اراضی تحت آبیاری (مطلقاً) بیشتر باشد. پیش‌بینی می‌شود که در کشورهایی که درآمد متوسط دارند،

۲۱ میلیون هکتار و در کشورهای کم‌درآمد که با کمبود مواد غذایی مواجهند در حدود ۱۴ میلیون هکتار بر مساحت اراضی آبی افزوده شود. بالعکس انتظار می‌رود سطح اراضی آبی در کشورهای پردرآمد آمریکای شمالی، اروپای غربی و استرالیا کاهش یابد. انتظار می‌رود مناطق آبیاری‌شده در اروپای شرقی، روسیه و آسیای میانه در همان حدی که قبل از فروپاشی اتحاد جماهیر شوروی بود باقی بماند. با آنکه انتظار می‌رود کل سطح زمین‌های زیر کشت اعم از آبی و دیم در چین کاهش پیدا کند، ولی پیش‌بینی می‌شود با تبدیل زمین‌های دیم به آبی بر مساحت مناطق آبی افزوده شود. اراضی آبی بیشتر از طریق تبدیل زمین‌های دیم به زمین‌های آبی توسعه پیدا خواهد کرد. روند افزایشی فشار روی منابع آبی در همه‌جا ادامه خواهد یافت، حتی در مناطقی مانند آفریقای شمالی و بخش‌هایی از آسیا که پیش از آن نیز کمبود منابع آب در آن‌ها وجود داشته است (جدول ۱۵–۱).

منابع نامتعارف آب

استفاده از منابع نامتعارف جایگزینی برای آب شیرین است، هرچند این منبع در حال حاضر کوچک است، ولی در برخی مناطق و کشورها در حال افزایش است. در سطح جهانی، تنها یک درصد از آب مصرفی کشاورزی از طریق فاضلاب تصفیه‌شده یا شیرین‌سازی آب به دست می‌آید. ولی در مناطقی مانند شبه‌جزیرهٔ عربستان، نرخ مصرف از منابع آب نامتعارف حدود ۱۰ درصد است و در کشورهایی مانند کویت، مالت و قطر، این منابع ۵۰ درصد از آب‌های مصرفی را تشکیل می‌دهد، که حدود ۴۰ درصد آن از طریق شیرین‌سازی و ۱۰ درصد آن از تصفیه فاضلاب به دست می‌آید. پنج کشوری که بالاترین سرانهٔ سالانهٔ (مترمکعب در سال) استفاده از فاضلاب تصفیه‌شده برای مصرف کشاورزی را گزارش کرده‌اند کویت (۸۲/۳) امارات متحده عربی (۷۱/۱)، قطر (۵۱/۷)، اسراییل (۴۶/۴) و قبرس (۳۱/۹) هستند (Mateo-Sagasta and Bruk, 2010). شیرین‌سازی، به دلیل هزینهٔ بالای نمک‌زدایی، هنوز به‌ندرت برای کشت آبی استفاده می‌شود، حال آنکه برای برآوردن نیازهای آبی کشاورزی در حومهٔ شهر اغلب به فاضلاب‌های شهری تکیه می‌شود.

جدول ۱۵-۱: متوسط سالانه بلندمدت منابع آب تجدیدپذیر و برداشت آب آبیاری در ۲۰۰۶، ۲۰۵۰

قاره / منطقه	بارش (mm)	منابع آب تجدیدپذیر (km^3)*	نسبت مصرف آب (٪)** ۲۰۰۶	نسبت مصرف آب (٪)** ۲۰۵۰	برداشت آب آبیاری ۲۰۰۶	برداشت آب آبیاری ۲۰۵۰	فشار روی منابع آب به دلیل آبیاری (٪) ۲۰۰۹	فشار روی منابع آب به دلیل آبیاری (٪) ۲۰۵۰
قاره آفریقا	۶۷۸	**۳۹۳۱**	**۴۸**	**۵۳**	**۱۸۴**	**۲۲۲**	**۵**	**۶**
آفریقای شمالی	۹۶	۴۷	۶۹	۸۱	۸۰	۹۵	۱۷۰	۲۰۴
آفریقای سیاه	۸۱۵	۳۸۸۴	۳۰	۳۲	۱۰۵	۱۲۷	۳	۳
قاره آمریکا	**۱۰۱۹**	**۱۹۲۳۸**	**۴۱**	**۴۱**	**۳۸۵**	**۴۳۸**	**۲**	**۲**
آمریکای شمالی	۶۳۶	۶۰۷۷	۴۶	۴۶	۲۵۸	۲۴۴	۴	۴
آمریکای مرکزی و کارائیب	۲۰۱۱	۷۸۱	۳۰	۳۳	۱۵	۲۳	۲	۳
آمریکای جنوبی	۱۶۰۴	۱۲۳۸۰	۲۸	۲۹	۱۱۲	۱۷۱	۱	۱
آسیا	**۸۲۷**	**۱۲۴۱۳**	**۴۵**	**۴۸**	**۲۰۱۲**	**۲۰۷۳**	**۱۶**	**۱۷**
آسیای غربی	۲۱۷	۴۸۴	۴۷	۵۶	۲۲۷	۲۵۱	۴۷	۵۲
آسیای میانه	۲۷۳	۲۶۳	۴۸	۵۰	۱۵۰	۱۳۳	۵۷	۵۰
آسیای جنوبی	۱۶۰۲	۱۷۶۶	۵۵	۵۸	۹۱۴	۸۸۹	۵۲	۵۰
آسیای شرقی	۶۳۴	۳۴۱۰	۳۷	۴۲	۴۳۴	۴۵۸	۱۳	۱۳
آسیای جنوب شرقی	۲۴۰۰	۶۴۹۰	۱۹	۲۱	۲۸۷	۳۴۲	۴	۵
اروپا	**۵۴۰**	**۶۵۴۸**	**۴۸**	**۴۸**	**۱۰۹**	**۱۰۰**	**۲**	**۲**
اروپای مرکزی و غربی	۸۱۱	۲۰۹۸	۴۳	۴۳	۷۵	۸۱	۴	۴
اروپای شرقی و روسیه	۴۶۷	۴۴۴۹	۶۷	۶۷	۳۵	۱۹	۱	۳۰
اقیانوسیه	**۵۸۶**	**۸۹۲**	**۴۱**	**۴۱**	**۱۹**	**۲۵**	**۲**	**۳**
استرالیا و زلاندنو	۵۷۴	۸۱۹	۴۱	۴۱	۱۹	۲۵	۲	۳
جزایر اقیانوس آرام	۲۰۶۲	۷۳	–	–	۰/۰۵	–	–	–
جهان	**۸۰۹**	**۴۳۰۲۲**	**۴۴**	**۴۷**	**۲۷۱۰**	**۲۸۵۸**	**۶**	**۷**
کشورهای پردرآمد	۶۲۲	۹۰۰۹	۴۵	۴۵	۳۸۳	۳۱۷	۴	۴
با درآمد متوسط	۸۷۲	۲۶۶۸۰	۳۹	۴۲	۱۱۳۶	۱۳۳۰	۴	۵
کم‌درآمد	۸۷۶	۷۳۳۲	۵۰	۵۲	۱۱۹۱	۱۲۱۲	۱۶	۱۷
کشورهای کم‌درآمد با کسر بودجه	**۸۸۱**	**۱۳۹۸۵**	**۴۸**	**۵۱**	**۱۸۱۳**	**۱۹۹۲**	**۱۳**	**۱۴**
کشورها با کم‌ترین سطح توسعه	**۸۵۶**	**۴۴۹۳**	**۴۸**	**۳۱**	**۱۹۰**	**۲۶۳**	**۴**	**۶**

* به منابع آب تجدیدپذیر داخلی اشاره دارد؛ جریان‌های ورودی در سطح ناحیه‌ای را شامل نمی‌شود.

** نسبت مصرف آب یعنی نسبت نیاز آب آبیاری به مقدار آب برداشتی برای آبیاری.

منبع: FAO (2010c)

پیامدهای کشت دیم

اگرچه انتظار می‌رود در سال‌های آتی، بیشتر افزایش محصول مورد نیاز از کشاورزی فاریاب تولید شود، لیکن هم‌چنان سهم کشت دیم، که اکنون ۶۰ درصد از کل محصولات کشاورزی کشورهای در حال توسعه را تولید می‌کند، در تولید غذای جهان مهم خواهد بود. پیش‌بینی شده که ۴۳ درصد از افزایش میزان تولید بین سال‌های ۱۹۹۷ تا ۲۰۳۰ از کشت دیم خواهد بود (Bruinsma, 2003). اگر از گسترش قابل ملاحظهٔ سطح زمین‌های زیر کشت دیم اجتناب شود، لازم است بهره‌وری کشت دیم افزایش یابد.

فرصت‌های توسعهٔ کشت دیم

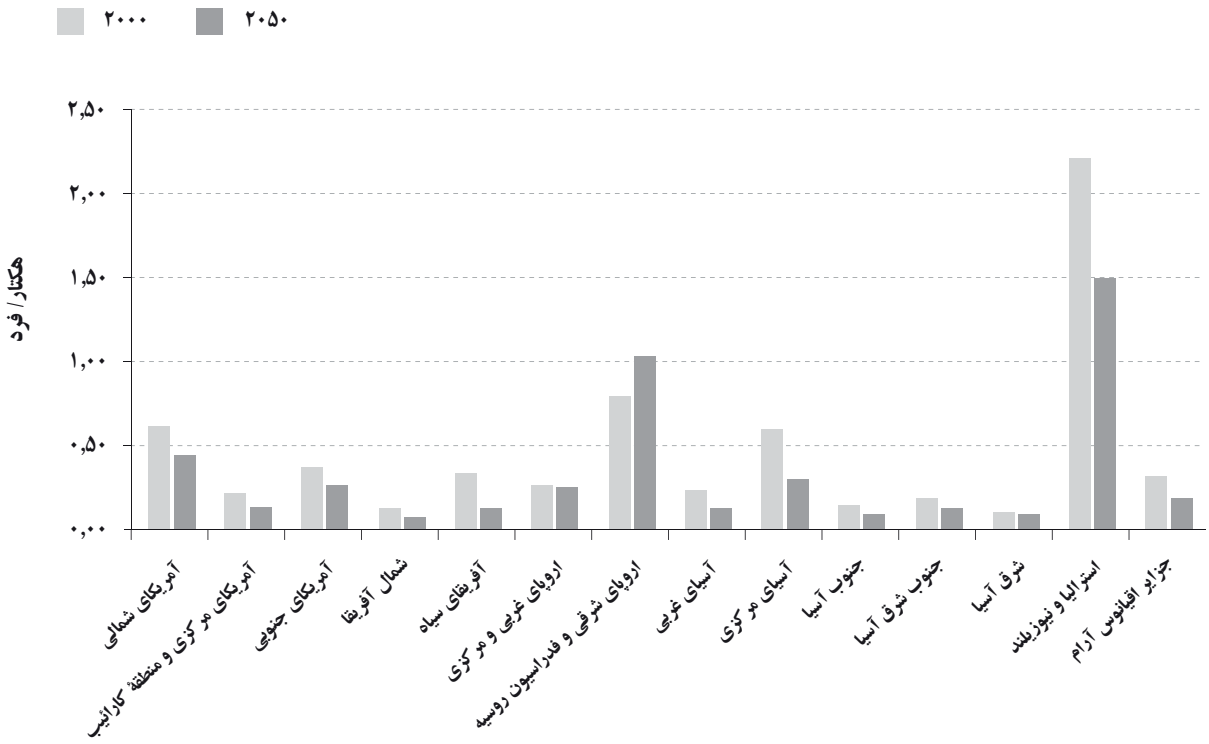
در برخی مناطق نسبت زمین‌های زیر کشت به جمعیت، پیش از این نیز کم بوده است. به طورکلی، کمبود زمین در کشورهای در حال توسعه نسبت به کشورهای توسعه‌افته بیشتر است. سرانهٔ دسترسی به اراضی زیر کشت در کشورهای توسعه‌یافته (۰/۵ هکتار) دو برابر کشورهای در حال توسعه (۰/۲ هکتار) است. سرانهٔ دسترسی به زمین زیر کشت در آسیای شرقی کمتر از ۰/۱ هکتار است و در مقایسه با آن، این رقم برای استرالیا بیش از ۲ هکتار است. بجز آسیای میانه، سرانهٔ زمین هیچ منطقه‌ای از جهان در حال توسعه حتی در حد متوسط کشورهای توسعه‌یافته نیست (شکل۶-۱) و این وضعیت رو به وخامت هم می‌رود.

انتظار می‌رود در دهه‌های آتی زیر فشارهای شدید جمعیتی، سرانهٔ دسترسی به زمین در کشورهای در حال توسعه تا سال ۲۰۵۰ به نصف برسد. این امر فشار برای توسعهٔ زمین‌های زیر کشت را بیشتر می‌کند (Fischer *et al*, 2010).

مطلوبیت زمین‌های بیشتر برای کشت

مساحت زمین‌های مناسب کشت در جهان (مجموع زمین‌های درجه یک و خوب) حدود ۴/۴ میلیارد هکتار است (اگر نواحی حفاظت‌شده در نظر گرفته نشود، این مقدار ۴ میلیارد هکتار است). که به میزان قابل ملاحظه‌ای بیشتر از ۱/۶ میلیارد هکتار زمین‌های زیر کشت کنونی است (جدول ۱۶-۱). بنابراین از لحاظ نظری، اراضی وسیعی وجود دارد که در حال حاضر زیر کشت نیستند و می توانند در چرخه تولید قرار گیرند. لیکن بیشتر این زمین‌ها عملاً برای کشت آماده نیستند. به‌علاوه، معمولاً ظرفیت تولیدی کمتری نسبت به زمین‌های زیر کشت دارند، چون بسیاری از زمین‌های کشاورزیِ بلااستفاده دچار محدودیت‌هایی مانند شکنندگی اکولوژیکی، حاصلخیزی پایین، سمیّت، شیوع زیاد بیماری‌ها و کمبودِ زیرساخت‌ها هستند. این محدودیت‌ها باعث کاهش بهره‌وری این زمین‌ها شده و استفادهٔ پایدار از این اراضی مستلزم صرف نهاده‌های بسیار و وجود مهارت‌های مدیریتی است و نیز سرمایه‌گذاری زیادی را می‌طلبد. فیشر و همکاران نشان دادند که بیش از ۷۰ درصد زمین‌های دیم در آفریقای سیاه و آمریکای لاتین دچار یک یا چندتا از این محدودیت‌ها هستند (Fischer *et al*, 2002).

شکل ۶-۱: سرانهٔ زمین زیر کشت در سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۵۰



بنابراین بیشتر زمین‌ها تنها قادر به تولید با عملکرد کم تا متوسط هستند. میانگین عملکرد برای گندم زمستانه در حدود ۳ تا ۵ تن در هکتار و برای برنج شالی ۳ تا ۶ تن در هکتار است. تنها با مدیریت متمرکز و صرف نهاده‌های زیاد است که بیشتر این زمین‌ها به حداکثر بعملکرد خود یعنی حدود ۱۰ تن در هکتار گندم زمستانه و ۹ تن در هکتار برنج دست خواهند یافت. به‌علاوه، تغییر کاربری زمین‌های موجود فرصت‌های زیادی را خواهد سوزاند. در حال حاضر، تمامی این زمین‌ها بخش‌هایی از اکوسیستم‌های موجود با ارزش بالای اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی را تشکیل می‌دهند که با تغییر کاربری از دست خواهند رفت. ممکن است بخش بزرگی از زمین‌ها، به دلایل مختلف از جمله حفاظت‌شدگی، ترسیب کربن، ارزش تنوع زیستی (از جمله جنگل‌ها) و استفادهٔ کنونی از آن‌ها برای تغذیهٔ ۳/۵ میلیارد دام کوچک، قابل استفاده نباشند (Fischer *et al*, 2010).

و کلام آخر اینکه زمین‌هایی که ظرفیت تولید دارند اما زیر کشت نیستند به طور ناهمگن بین مناطق و کشورها توزیع شده‌اند و همیشه از نظر مکانی با بازار و فرصت‌های اقتصادی موجود برای افزایش تولید هماهنگ نیستند. در بین نواحی در حال توسعه، مناطق آفریقای سیاه و آمریکای جنوبی دارای بیشترین ظرفیت ظاهری برای توسعهٔ کشاورزی هستند. کشورهای توسعه یافته، اروپا، روسیه، آمریکای شمالی و استرالیا، دارای اراضی مساعد وسیعی هستند. نیمی از کل توان توسعه (مساحت اراضی) تنها در ۷ کشور برزیل، جمهوری دموکراتیک کنگو، آنگولا، سودان، آرژانتین، کلمبیا و بولیوی متمرکز شده است. از طرف دیگر، برای توسعهٔ کشاورزی در مناطق کشاورزیِ جنوب آسیا، شرق آسیا، خاور نزدیک و آفریقای شمالی، عملاً زمین اضافی وجود ندارد.

جدول ۱۶-۱: موجودی و کیفیت منابع زمین جهان که برای تولید محصول مناسب‌اند
(اعداد داخل پرانتز شامل اراضی حفاظت‌شده نمی‌شود)

کیفیت زمین	زمین زیر کشت (بیلیون هکتار)	اکوسیستم‌های مرتعی و بیشه‌زار (بیلیون هکتار)	اراضی جنگلی (بیلیون هکتار)	دیگر زمین‌ها (بیلیون هکتار)	کل (بیلیون هکتار)
درجه یک	۰/۴	۰/۴ (۰/۳)	۰/۵ (۰/۴)	۰	۱/۳ (۱/۲)
خوب	۰/۸	۱/۱ (۱/۰)	۱/۱ (۱/۰)	۰	۳/۱ (۲/۸)
حاشیه‌ای	۰/۳	۰/۵ (۰/۵)	۰/۳ (۰/۳)	۰	۱/۱ (۰/۹)
نامناسب	۰	۲/۶ (۲/۳)	۱/۸ (۱/۵)	۳/۴ (۳/۰)	۷/۸ (۶/۹)
کل	۱/۶ (۱/۵)	۴/۶ (۴/۱)	۳/۷ (۳/۲)	۳/۴ (۳/۰)	۱۳/۳ (۱۱/۸)

منبع: Fischer *et al*. (2010)

نتیجه‌گیری

در این فصل نشان دادیم که منابع زمین و آب جهان در پاسخ به افزایش زیاد تقاضا چگونه مورد بهره‌برداری قرار گرفته‌اند. بیشتر اضافه تولیدات کشاورزی از افزایش تراکم کشت به‌ویژه در زمین‌های کشاورزی درجه یک و فاریاب ناشی شده است. برعکس، در نظام‌های دیم در نواحی گرم و کوهستانی افزایش بهره‌وری کمتر بوده است و این نظام‌ها در برابر عدم امنیت غذایی و رفع فقر بیشتر آسیب‌پذیرند. استفادهٔ بیشتر از زمین و آب، چه در محل و چه در خارج از محل، اثراتی منفی بر اکوسیستم تحمیل می‌کند.

در عین حال، در طول ۴۰ سال آینده تولید غذا در جهان می‌تواند تا ۷۰ درصد افزایش یابد (در کشورهای در حال توسعه دو برابر شود). احتمالاً تولیدِ بیشتر پاسخگوی تقاضای رو به افزایش خواهد بود، اما چگونگی دستیابی به این مهم حائز اهمیت است. بنابراین موفقیتَ تنها بر پایهٔ تأمین منابع غذای باکیفیت، قابل اتکا و پایدار برای جمعیت جهان سنجیده نمی‌شود، بلکه در نظام‌های اصلی زمین و آب، پایداری محیط‌زیستی و ظرفیت این نظام‌ها برای رفع نیازهای معیشتیِ جمعیت شهرها و روستاها نیز معیار مهمی خواهد بود.

سیاست‌گذاران باید بین تولید و محیط‌زیست سبک و سنگین کنند و تصمیم بگیرند. تنها در پرتو اطلاعات کامل از تبعات اقتصادی-اجتماعی و اثرات محیط‌زیستی می‌توان تصمیم‌گیری کرد. تصمیم‌ها باید همراه با اقداماتی باشند که اثرات منفی آن‌ها را کاهش دهند. اگر می‌خواهیم منابع زمین و آب بیش از این تخریب نشوند و نیز از اهدافمان در رسیدن به امنیت غذایی و مبارزه با فقر کوتاه نیاییم و تولید پاسخگوی تقاضای فزاینده باشد، بایستی خطرات را مدیریت کرد.

فصل دوم

فشارهای اقتصادی-اجتماعی و ساختار نهادی

همانطور که در فصل اول آمد، افزایش جمعیت و تغییر الگوهای مصرفْ اهرم‌های اصلی فشار بر نظام‌های زمین و آب‌اند. با شتاب گرفتن تحولات کشاورزی و شهرنشینی، نوع وابستگی اجتماعی و فرهنگی به زمین و آب تغییر کرده است. اجرای بسیاری از سیاست‌های مرتبط به هم (شامل تجارت، سیستم یارانهٔ روستایی و ایجاد انگیزه برای تولید) باعث استفادهٔ بیشتر از زمین و آب شده است. اما مدیریت زمین و آب عموماً از سیاست‌های

کلان اقتصادی و برنامه‌های توسعه‌بخشی عقب مانده است. در بسیاری موارد، پس از اینکه محیط‌زیست تخریب شده، مدیریت فعالانه تازه شروع شده است.

حتی در مناطقی که منابع طبیعی پایه محدود است و رشد زیاد جمعیت فشار زیادی بر منابع وارد می‌کند، هم‌چنان چشم‌انداز مثبتی برای منابع طبیعی دیده نمی‌شود. به طور خلاصه، برنامه‌ریزان اقتصاد کلان بیشتر نگران عرضه و تقاضا برای تولیدات کشاورزی هستند و کمتر به تأمین ورودی برای منابع طبیعی می‌پردازند و محدودشدن این منابع یا نزدیک‌نشدن آن‌ها به ظرفیت نهایی خود برایشان اهمیت چندانی ندارد.

با ظهور تمدن در درهٔ رودخانه‌ها همراه با توسعهٔ کشاورزی، مدیریت نظام‌های زمین و آب در واحدهای بزرگ‌مقیاس آغاز شد. اخیراً برای تسهیل در تولید انبوه محصول در نتیجهٔ پیشرفت در تحقیقات ژنتیکی، که «انقلاب سبز» نامیده می‌شود، مؤسسات زمین و آب به وجود آمده است. اما در عمل مؤسسات کمی ویژهٔ مدیریت یکپارچهٔ زمین و آب شکل گرفته و موفق شده‌اند. تحقیقات اخیر نشان داده است که مؤسسات زمین و آب با الگوهای مصرف و رقابت همگام نبوده‌اند و به‌ندرت موفق به کنترل اثرات اقتصادی و محیط‌زیستی شده‌اند. هم‌سویی سیاست‌ها و یکپارچگی نهادی به جای آنکه واقعیتی عملی باشد، آرزویی بیش نیست. مثلاً برنامه‌ریزی برای کاربری زمین و کشاورزی اغلب از برنامه‌ریزی حوضهٔ آبریز و مدیریت اجرایی در تحقق اهداف برقابی جدا است. درنتیجه، می‌توان استدلال نمود که فرصت‌های اقتصادی فراموش شده‌اند و هیچ تضمینی وجود ندارد که بتوان با تکیه بر دانش و آگاهی، دوباره به یکپارچگی زمین و آب دست یافت.

در این فصل، وضعیت کنونی نهادهای زمین و آب با تکیه بر این‌که چرا این نهادها در ارتباط با پایداری محیط‌زیستی، اقتصادی و اجتماعی بسیار ضعیف عمل کرده‌اند بررسی می‌شود. این بازدهیِ کمْ اثرات فاجعه‌باری بر منابع زمین و آب و اکوسیستم‌های مرتبط با آن‌ها و نیز گسترش فقر و نبود امنیت غذاییِ داشته است.

وابستگی اقتصادی-اجتماعی به زمین و آب

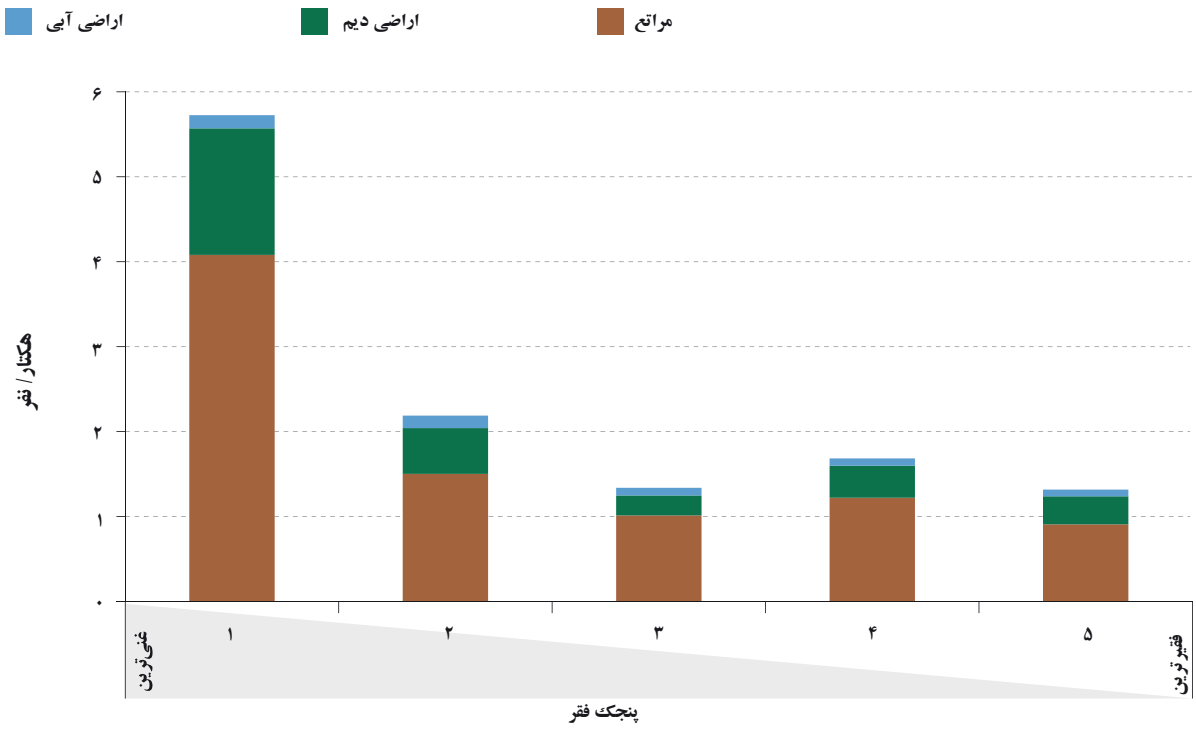
با افزایش بازده کشاورزی، تولید در واحد سطح و سرانهٔ تولید افزایش می‌یابد و می‌توان انتظار داشت که درآمد بیشتر و فقر کمتر شود، امنیت غذایی بهبود یابد و سرمایه‌گذاری مجدد در اقتصاد روستایی میسر گردد. به طورکلی، اغلب رشد کشاورزی آبی در جاهایی پدیدار شده است که کشاورزان تحمل تغییرات و نوسان تولید درکشت دیم را نداشته‌اند. لیکن کشاورزی متراکم همواره به اشتغال بیشتر در روستا منجر نشده و اداره‌های دولتی در بسیاری از موارد با بودجه‌های محدود مجبور به تصمیم‌گیری و ارائهٔ توصیه‌هایی در زمینهٔ مطلوب‌ترین روش‌های کشاورزی بوده‌اند. مثلاً سرمایه‌گذاری عمومی در ترویج کشت دیم ممکن است موجب پوشش وسیع‌تر ولی با رشد کلی کمتر گردد، حال آنکه سرمایه‌گذاری در کشت آبی رشد زیادی دارد اما تعداد بهره‌برداران از آن کمتر است. با وجود چنین مسائلی، توزیع مکانی جمعیت دچار سوء تغذیه که امنیت غذایی ندارند، از جمله جمعیت ساکن در کشورهایی با بحران‌های طولانی‌مدت، در جهان متفاوت است (FAO and WFP, 2010) و همیشه نمی‌توان آن را به میزان بهره‌وری کشاورزی ارتباط داد. در کشورهایی که با کمبود منابع روبرویند، فشار جمعیت هم‌چنان محرک اصلی فقر است (Alexandratos, 2005, 2009).

رابطهٔ بین فقر، دسترسی به زمین و آب و تخریب زمین

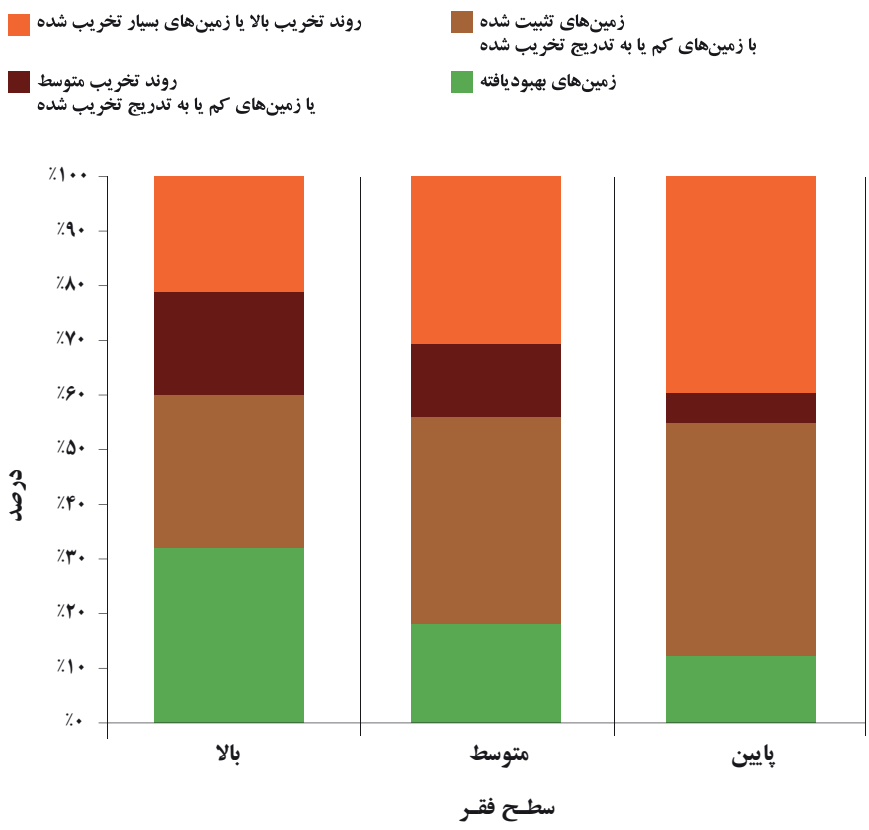
در سراسر جهان، فقیرترین انسان‌ها یا زمین ندارند، یا کمترین دسترسی به زمین و آب را دارند (شکل ۱-۲) و دسترسی کم به زمین نشانهٔ فقر است. به‌علاوه، مدیریت ضعیف منابع و نوع سیستم کشاورزی نیز با فقر مرتبط است. فقیرترین‌ها نواحی غالباً از کمترین تنوع در نوع نظام‌های کشاورزی برخوردارند. لیکن همهٔ فقیرها در زمین‌های تخریب‌شده زندگی نمی‌کنند (شکل ۲-۲). در سراسر جهان، فقط ۱۶ درصد از فقیران در زمین‌های تخریب‌شده زندگی می‌کنند. در مناطق پرجمعیت و فقیرنشین، تغییرات کوچک در سلامت اکوسیستم، صرف‌نظر از وضعیت کنونی آن، اثر معنی‌داری دارد. زیرا فقرا به‌شدت به سلامت اکوسیستم وابسته‌اند و تغییرات منفی کوچک در سلامت اکوسیستم می‌تواند درآمد اندک آنان را از کفشان خارج کند.

در ارزیابی میزان فقر از شاخص‌های پولی و غیرپولی متنوعی استفاده شده است (Coudouel *et al*., 2002). فائو کوتاهی قد کودکان خردسال را شاخصی برای سوء تغذیهٔ مزمن مرتبط با فقر می‌داند (Gross *et al*., 1996; FAO and FIVIMS, 2003). در حقیقت وقتی تنها از یک شاخص برای اندازه‌گیری فقر استفاده می‌شود، رواج قدکوتاهیْ یکی از موثق‌ترین و مناسب‌ترین شاخص‌ها برای پایش و ارزیابی فقر است (Simondon, 2010). نقشهٔ ۱-۲ شیوع قدکوتاهی را در میان کودکان زیر ۵ سال نشان می‌دهد. این نقشه تمرکز شدید فقرا را در آفریقا و آسیا، به‌خصوص در آفریقای سیاه و هند، نشان می‌دهد. در آفریقای سیاه جمعاً در حدود نیمی (۴۵ درصد) از جمعیت روستایی فقیر محسوب می‌شوند. نقشهٔ ۲-۲ توزیع جمعیت فقیر را نشان می‌دهد (بر پایهٔ تراکم کودکان کوتاه‌قد): بیشتر افراد فقیر دنیا مطلقاً در آسیا زندگی می‌کنند.

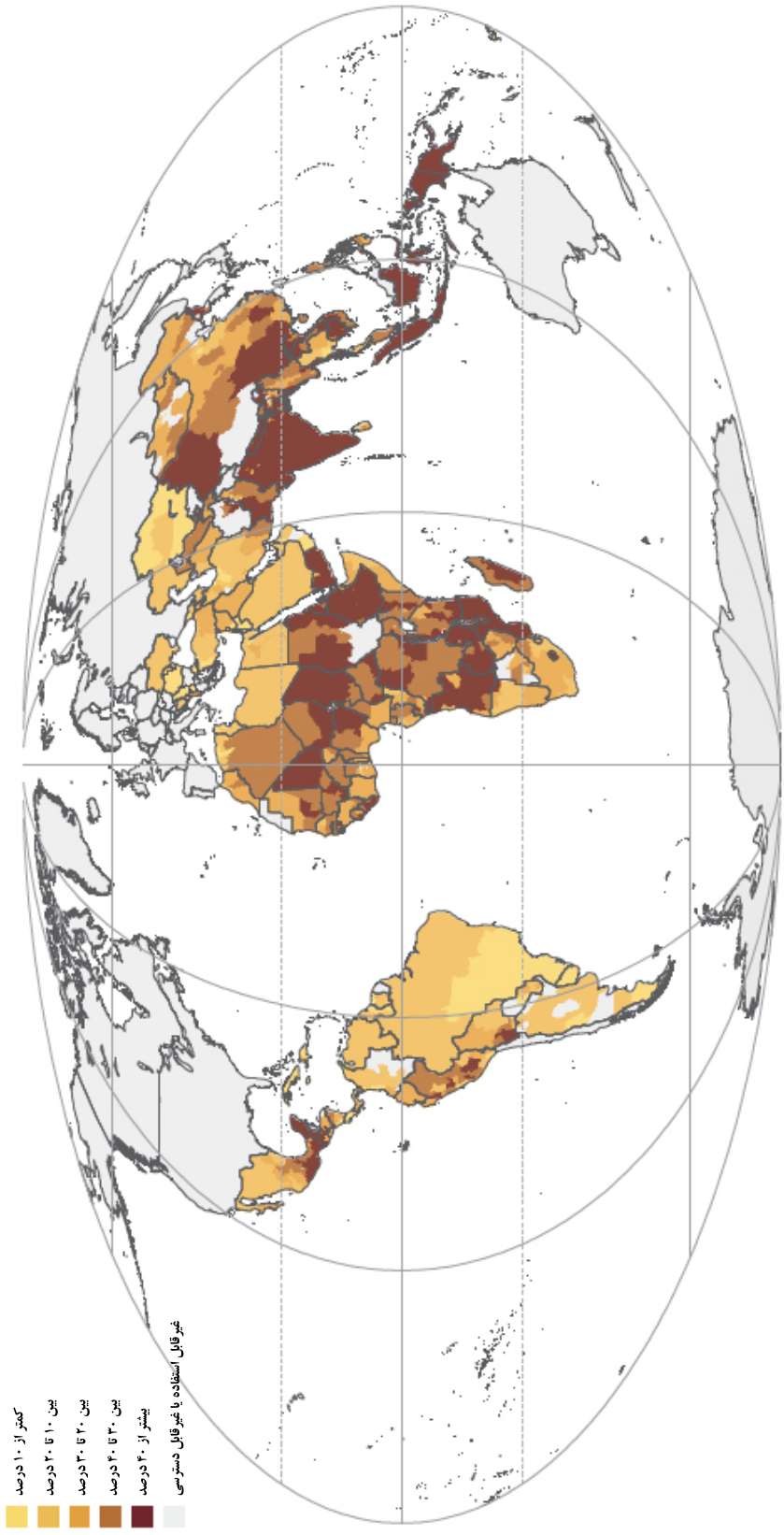
شکل ۱-۲: سهم سرانهٔ زمینِ آبی، دیم و مرتع مربوط به پنجک‌های فقر در مناطق روستاییِ کشورهای در حال توسعه



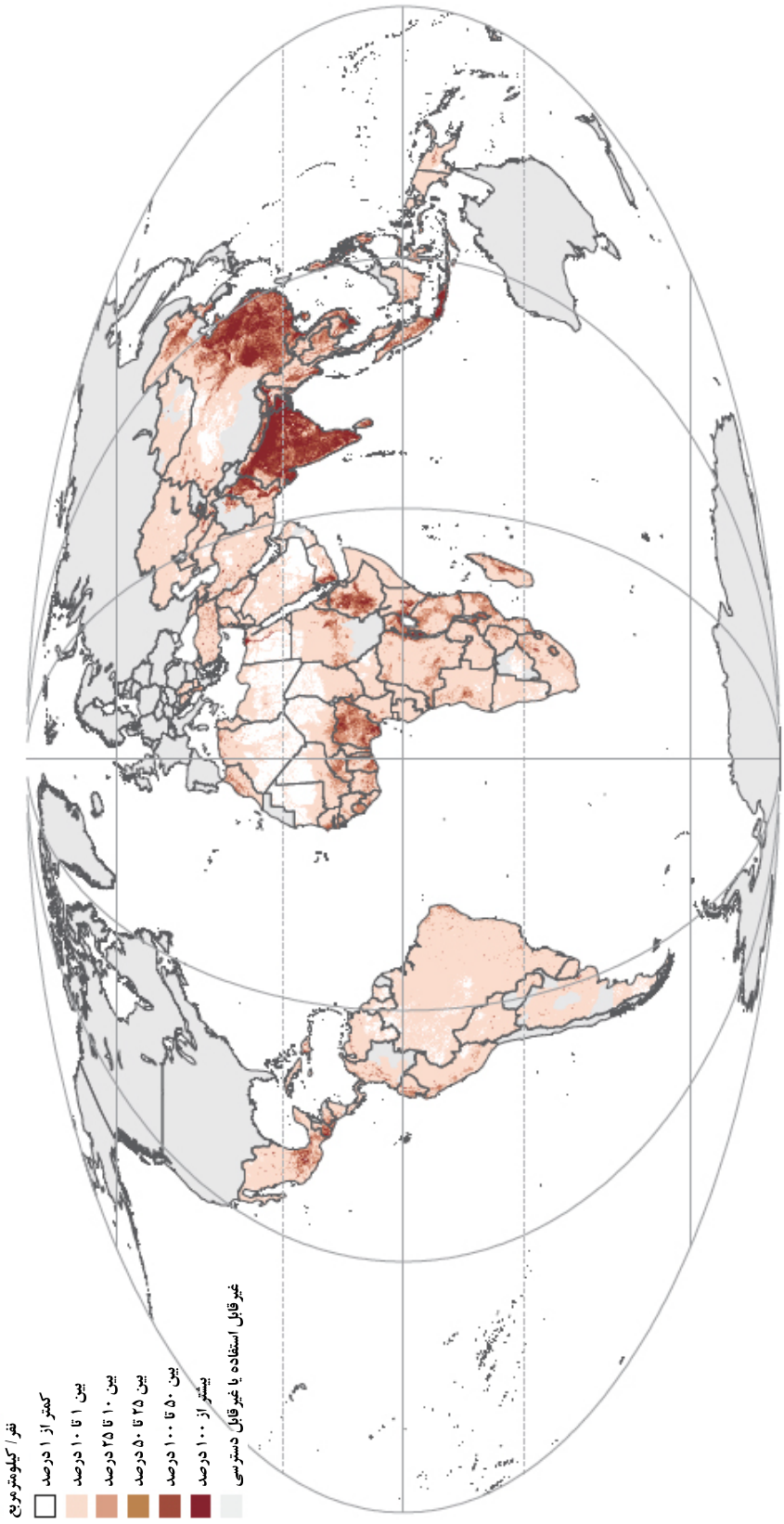
شکل ۲-۲: رابطهٔ بین تخریب زمین و فقر



نقشه ۱-۲: شیوع قدکوتاهی در بین کودکان



نقشه ۲-۲: تراکم جمعیت فقیر بر اساس قدکوتاهی در کودکان



شدت فقر روستایی می‌تواند با اراضی حاشیه‌ای که در آن‌ها دسترسی به زمین و آب محدود است مرتبط باشد. به طور معمول، داشتن قطعات کوچک و دوردست زمین و عدم اطمینان از مالکیت آن‌ها، خاک ضعیف، آسیب‌پذیری زیاد و تخریب زمین و نیز تغییرات پیش‌بینی‌نشدهٔ آب و هوایی کشاورزان فقیر را گرفتار دام فقر کرده است. هم‌زمان فناوری‌ها و سامانه‌های کشاورزی در دسترس این کشاورزان نوعاً نظام‌هایی هستند که نهاده‌های کم و مدیریت ضعیف دارند و اغلب منجر به تخریب منابع می‌شوند. لیکن بهبود سامانه‌های کشاورزی می‌تواند رابطهٔ بین منابع زمین و آب و فقر را تغییر دهد، زیرا زمانی که سامانه‌های کشاورزی بهبود یابند احتمال فقیرشدن افراد بسیار کمتر (کمتر از نصف) است (Hussain and Hanjra, 2004). بنابراین بهبود مقررات مالکیت زمین و آب و روش‌های مدیریتی می‌تواند مستقیماً تأثیر مثبتی بر امنیت غذایی و فقر داشته باشد (Lipton, 2007).

کشاورزی متراکم و کاهش فقر

در نیمهٔ دوم قرن بیستم در آسیا، به دلیل وقوع انقلاب سبز و رشد فناوری‌های مرتبط با کاشت محصولاتی که دورهٔ رشد کوتاهی دارند و فوراً به نیتروژن و آبیاری واکنش دادند، بهره‌وری محصول به‌سرعت افزایش یافت. این دستاوردها سرآغاز خروج آسیا از فقر بود و زمینه را برای توسعهٔ اقتصادی و صنعتی در ۲۰ سال اخیر فراهم کرد (World Bank, 2005; Huang *et al.*, 2006). شواهد تجربی نمونه‌گیری از ۴۰ کشور نشان می‌دهد که به ازای هر یک درصد افزایش عملکرد، فقر یک درصد کمتر شده و شاخص توسعهٔ انسانی تا ۰/۱ درصد بیشتر شده است (Irz *et al.*, 2001). لیکن تأکید بر این نکته حائز اهمیت است که همواره منافع ناشی از افزایش تولیدْ عادلانه توزیع نمی‌شود. در بسیاری از مواردِ رشد تولید، فقیرترین افراد به دلیل افت قیمت کالاهای تولیدی در محل، و تولیدکنندگانی که در تولید متراکممشارکتَ ندارند به سبب کاهش درآمد زمین و شغل خود را از دست می‌دهند.

آبیاری و کاهش فقر

اخیراً در مطالعهٔ ۲۶ پروژهٔ آبیاری در شش کشور آسیایی (Hussain, 2007) شواهدی به دست آمده که نشان می‌دهد توسعهٔ کشاورزی فاریاب در مقیاس بزرگ فقر را کاهش می‌دهد. به‌ویژه در جنوب شرق آسیا و قسمت‌هایی از هند، جمعیت فقیر در اراضی آبی بسیار کمتر از مناطق دیم است. دسترسی به آب کشاورزی احتمال وقوع و شدت فقر را کاهش می‌دهد. آبِ کشاورزی باعث می‌شود خانواده‌ها بتوانند بهره‌وری محصول را افزایش دهند و تولید را پایدار کنند، محصولات باارزش‌تر کشت کنند، درآمد و اشتغال بیشتری ایجاد نمایند و نرخ دستمزدشان بیشتر شود. در مناطق آبیاری‌شده نابرابری درآمدها و نرخ فقر همواره پایین‌تر است و کمتر احتمال دارد که خانواده‌هایی که به آب کشاورزی و سایر نهاده‌ها دسترسی دارند فقیر باشند.

یک ایراد مهم توسعهٔ آبیاری این است که منافع جمعیت نسبتاً کوچکی را تأمین می‌کند، حال آنکه ارزش قابل ملاحظه‌ای از نظر زیرساخت‌ها و منابع آب صرف آن می‌شود (Smith, 2004). اثرات چندگانهٔ آبیاری در ایجاد رفاه از راه فعالیت‌های تجاری (نهاده‌ها، نیروی کار، قراردادها، حمل‌ونقل، فراوری و بسته‌بندی) تا حدی این نابرابری را جبران می‌کند. اگرچه اسمیت (Smith, 2004) دامنهٔ اثرات حاصل‌ضربی را بین ۱/۳ تا ۲ ارزیابی کرده است، محققان مختلف آسیایی این اثرات را بیش از ۳ برابر گزارش نموده‌اند (Bhaharai and Narayanamoorthy, 2003 ; Hussain and Hanjra, 2004). هم‌چنین منافع حاصل از توسعهٔ آب‌های زیرزمینیِ خصوصی و مشاعیِ فراگیر در هند به نفع فقیران بوده است (Shah and Sing, 2004).

آبیاری از سه طریق فقر را کاهش می‌دهد: افزایش تولیدِ غذا، تقاضای استخدام بیشتر و درآمدهای واقعی بالاتر.

هم‌چنین آبیاری با اثرات حاصل‌ضربی که موجب افزایش تولیدات غیرکشاورزی در روستا و اشتغال ناشی از افزایش هزینه‌های روستایی می‌شود، اثرات درازمدت‌تری بر فقر دارد. کاهش ریسک نیز یک اثر مهم آبیاری است: کاهش نوسانات تولید، اشتغال و درآمدْ خطرِ آسیب‌پذیری را کاهش می‌دهد. افزایشِ فرصت تنوع‌بخشی به محصولات نیز خطرات را کم می‌کند. کاهش خطر خود امکان سرمایه‌گذاری بیشتر در تولید را فراهم می‌کند و باعث می‌شود امکان هدررفتن سرمایه به‌صورت دوره‌ای (مثلاً از راه دامداری) در زمان بحران‌ها کم‌تر شود و فواید دیگری را نیز، مانند کاهش مهاجرت فصلی روستاییان و افزایش تحصیل دختران، ممکن است در پی داشته باشد.

لیکن هنوز بسیاری از نظام‌های آبیاری، علی‌رغم اینکه از این مزایای کاهش دهندهٔ فقر برخوردارند، تعداد زیادی فقیر را در خود جای داده‌اند. آبیاری نیز می‌تواند اثرات منفی مستقیم بر فقر داشته باشد. دراین صورت، هزینه‌های نامطلوب اجتماعی، بهداشتی و محیط‌زیستی آبیاری بیش از فواید آن برای فقیران است. معمولاً وجود فقر با موقعیت افراد در شبکهٔ آبیاری (مصرف‌کنندگانِ پایین‌دست اغلب فقیرترند) و هم‌چنین توزیع نابرابر زمین همبستگی دارد: تأثیر آبیاری بر فقر زمانی در بیشترین حد است که اندازهٔ زمین (و بنابراین آب) به طور عادلانه توزیع شده باشد (World bank, 2008). به همین ترتیب، ورود تولیدات کشت آبی به بازارِ اقلام غذاییِ عمده می‌تواند باعث شود قیمت‌های اقلام تولیدی در کشت دیم، که در همان بازارهای محلی رقابت می‌کنند، کمتر به طور فصلی افزایش یابد (FAO, 200c).

مصارف چندگانهٔ آب

سامانه‌ها و تأسیسات آبیاری، علاوه بر تأمین تولیدات کشاورزی، می‌توانند خدمات بیشتری نیز ارائه دهند، مانند تأمین آب آشامیدنی (چه رسمی و چه غیررسمی) و آب مصرفی دام، شستشوی البسه، ماهی‌گیری (در تالاب، شالیزارهای برنج، کانال‌های آبیاری و زهکشی) و حمل ونقل رودخانه‌ای. در برخی موارد، سامانه‌هایی که خوب طراحی شده‌اند برق و آب تأمین می‌کنند (مثلاً برای شهرها و روستاهای درهٔ فوگانا در آسیای مرکزی). علی‌رغم مصارف متعدد بالقوهٔ آب آبیاری و تأسیسات مربوط به آن، تازه در سال‌های اخیر در پروژه‌های توسعه‌ای به‌طور سیستماتیک بازده‌های چندگانهٔ آن را در نظر می‌گیرند و فواید آن را در ارزیابیِ اقتصادیِ توسعهٔ آبیاری به حساب می‌آورند (Smith *et al*., 2008; FAO, 2011e).

ماهی‌گیری و تولید ماهی نیز یکی از منابع مهم امرار معاش در مناطق روستایی است. بیشتر مردم روستایی، به‌خصوص در آفریقا و آسیا، خود را کشاورز می‌پندارند، حال آنکه خانواده‌های آن‌ها اغلب درگیر فعالیت‌های دیگرند. در واکنش به تغییرات سالانه یا فصلی، خصوصاً در دوره‌های سیلابی، مردم فعالیت‌ها یا مکان زندگیشان را تغییر می‌دهند. هر قطعه زمین بر حسب فصل می‌تواند زمین زراعی، منطقهٔ چرا و یا استخر ماهی باشد. اهمیت هر فعالیت به وضعیت اقتصادی و اجتماعی افرادِ درگیر در آن و شرایط فرهنگی بستگی دارد و بسیار پویا است و در واکنش به شرایط محیط‌زیستی تغییر می‌کند. چنین راهبردی نه تنها متضمن تولید موادغذایی اصلی می‌شود، بلکه به همان اندازه وابستگی به یک منبع درآمد خاص را کم کرده و امرار معاش را انعطاف‌پذیرتر می‌کند. حقوق دسترسی به منابع طی چرخهٔ هیدرولوژیکی تغییر می‌کند: در طول دورهٔ خشک مالکیت فقط به زمین اعمال می‌شود و هنگامیکه زمین سیلابی می‌شود، همه از جمله افرادی که زمین ندارند حق استفاده از این منابع را دارند.

بنابراین اتخاذ رویکرد بخشی در بهبود امنیت غذایی ممکن است معکوس عمل کند، زیرا بسیاری از روستاییان برای امرار معاش در فعالیت‌های گوناگون شرکت می‌کنند، و مزارع ماهیگیری فعالیتی است که غالباً نادیده گرفته می‌شود.

برقراری تعادل میان رشد و توزیع منافع

با افزایش بهره‌وری کشاورزی، تولید افزایش و امنیت غذایی بهبود می‌یابد. با دو برابر شدن بهره‌وری کشاورزی در طول ۴۰ سال گذشته، فقر و عدم امنیت غذایی در جهان کاهش یافته است، اگرچه هنوز سوءتغذیه ادامه دارد. رشد تولیدات کشاورزی آبی و دیم، کاهش خسارت پس از برداشت و حمل و نقل، و انبارداری مطمئن‌تر در این امر تاثیرگذار بوده است. لیکن این دستاوردها بدون اعمال فشار بر روی سرمایه‌های طبیعی به دست نیامده، و حتی برخی نظام‌های زمین و آب به حد بهره‌برداری بحرانی رسیده است و به نحوی تخریب شده که دیگر از نظر اقتصادی جبران‌پذیر نیست. معمولاً فرایند کشاورزی متراکم، که با یکپارچه‌سازی اراضی و رشد مکانیزاسیون تحقق می‌یابد، با خروج جمعیت از بخش کشاورزی همراه است، اگرچه تراکم تعداد کارگر در هر هکتار در کشاورزی آبی بیشتر است.

بالعکس، سرمایه‌گذاری در کشاورزی دیم معمولاً اثرات فراگیرتری دارد، اما با رشد کمتر درآمد کشاورزان همراه است. انتخاب بین سرمایه‌گذاری درکشت دیم، به عنوان ابزاری برای کاهش فقر که تعداد بیشتری از بهره‌برداران را در بر می‌گیرد، یا کشاورزی متراکم آبی، به‌عنوان موتور توسعه (World Bank, 2007a)، زمانی مطرح می‌گردد که بودجهٔ دولتی محدود باشد. اما معمولاً جایی که کشت دیم امکان‌پذیر باشد، بخش کشاورزیِ سازمان‌یافته می‌تواند هر دو نوع کشت را داشته باشد و سیاست‌هایی اتخاذ کند که سرمایه‌گذاری در کشت دیم، رشد و توزیع را بهینه کند، و سرمایه‌گذاری در آبیاری اثرات توزیعی را از طریق راهبردی فقرمحور به حداکثر برساند. اما نکتهٔ مهم این است که هر دو نوع کشت باید اثرات منفی محیط‌زیستی را به حداقل برسانند.

نظام‌های اصلی تخصیص منابع

مدیریت زمین و آب بر پایه نظام‌های تخصیص و مالکیت بنا شده، که امکان دسترسی به این منابع، امنیت آن‌ها و انگیزهٔ لازم برای استفاده پایدار و سودآور از آن‌ها را فراهم می‌آورد. در نظام‌های سنتی مالکیت زمین، ممکن است حق مالکیت افراد محفوظ باشد، اما غالباً از آن‌ها به شکل مشاع بهره‌برداری می‌شود. لیکن سرعت رشد جمعیت و اقتصاد سبب ایجاد تنش‌هایی در تخصیص زمین و امنیت مالکیت آن شده و منجر به مشاجره پیرامون زمین و آب می‌شود، که گاهی نیز تبدیل به مناقشه می‌گردد. در بسیاری موارد، این مناقشه باعث شده قدرتمندان حقوق جمعی را به طور گسترده تصاحب کنند. هم‌زمان انواع نهادهای جدید در زمینهٔ مالکیت زمین به وجود آمده است. نظام‌های رسمی و غیررسمی مالکیت زمین اینک با یکدیگر هم‌پوشانی دارند، هرچند به کار گرفتن نهادهای سنتی در نهادهای مدرن، خود یک چالش است. چنین تغییرات نهادی‌ای به‌کندی با تغییرات اجتماعی و اقتصادی سازگار شده است. مسلماً، فقدان امنیت در مالکیت زمین و نیز انعطاف‌ناپذیری بازار زمین منجر به سرمایه‌گذاری کمتر و ناکارامدی در استفاده از منابع می‌شود.

حقوق استفاده از آب آبیاری همیشه محفوظ بوده است، اما تغییرات سریع در فناوری و اقتصادْ بسیاری از نظام‌های حقوق سنتی را در هم شکسته است. انجمن‌های آب‌بران در راستای ایجاد مجدد نهادهای مردمی محلی تلاش‌هایی صورت داده‌اند. در سطح حوضه، به رقابت میان مصارف آبیاری، شهری و صنعتی و برقابی پرداخته می‌شود، اما اغلب مجموعهٔ متنوعی از قوانین مالکیت و مصرف وجود دارد و نمونه‌های عملی کمی وجود دارد که استفاده از قوانین منظم و نظارت‌شده را نشان دهد. در سطح فرامرزی، در پروتکل‌ها بسیاری کشورها اصول تقسیم منصفانهٔ منافع و جبرانِ خسارت در سطح حوضه یا منطقه را پذیرفته‌اند، اما از این مورد نیز به طور پراکنده استفاده می‌شود.

مالکیت زمین

در حال حاضر نظام‌های رسمی و غیررسمی مالکیت زمین با همدیگر هم‌پوشانی دارند. نهادهای مالکیت زمین از راه فرایندهای رقابت و حل اختلاف با شرایط اقتصادی و اجتماعی محلی سازگار شده‌اند (FAO, 2002a). غالباً مالکیت زمین‌ها مشاعی است و قوانین و استانداردهای مشروع برای حق دسترسی فرد در آن‌ها رعایت می‌شود. معمولاً این نوع مالکیتْ امنیت و انگیزه برای سرمایه‌گذاری کشاورزان در توسعه ی زمین و آب را فراهم می‌کرد. نظام‌های مدرن قانون‌گذاری سعی دارند تا نظام‌های حقوق مالکیت فردی را بر نهادهای سنتی مسلط نمایند و درنتیجه، قوانین جدید به‌ندرت حقوق مشاع را تعریف یا حفظ می‌کند. در برخی شرایط این امر منجر به سلب مالکیت و نابرابری در توزیع زمین شده است.

سازگاری در نهادها به کندی انجام شده است. وقتی تراکم جمعیت کم و نظام‌های کشاورزی در سطح معیشتی بودند، تنش نهادها قابل کنترل بود. لیکن ازدیاد جمعیت موجب تنش در نهادهای سنتی و منابع شده است. هم‌زمان، تغییرات سریعی در زمینه‌های فناوری و اقتصاد رخ داده است، لیکن نهادها با این تغییرات سازگار نشده‌اند.

رقابت و اختلاف بر سر زمین و آب در مناطق زیر کشت دیم تشدید شده است. با افزایش رقابت، نهادها برای رفع درگیری‌های ایجاد شده بر سر زمین و آب با همدیگر سازگار نشده‌اند. چنین درگیری‌هایی از توزیع نابرابر و تمرکز منابع در دست افرادی معدود و از اختصاصی‌کردن حقوق سنتی، اغلب توسط رهبران سنتی پیشین که مالکیت مشاع را به حقوق شخصی تبدیل کرده‌اند، به وجود آمده است. برخورد بین نظام‌های سنتی و مدرن نیز از تغییر در شیوهٔ استفاده از زمین و آب ناشی می‌شود. مثلاً درگیری بین ساکنان جنگل‌ها و کشاورزان به دلیل مختل‌شدن چرای سنتی با استقرار کشاورزی در آن مکان به وجود آمده، و نیز درگیری‌ها در زمانی رخ داده‌اند که تغییرات کاربری زمین سبب جدایی حقوق زمین و آب شده، که قبلاً با هم مدیریت می‌شده‌اند. مثال این مورد را در جاهایی می‌توان دید که حوزه‌های آبریز محلی، که در گذشته رواناب زمین‌های پایین‌دست را فراهم می‌کردند، به زمین‌های زیر کشت تبدیل شده‌اند.

در درون نظام تولید، گروه‌های مختلف نیز با یکدیگر درگیر شده‌اند. مثلاً از مدت‌ها پیش در آمریکای لاتین بین زمین‌داران و کارگرانی که زمین ندارند اختلاف وجود داشته و در آفریقا با فشار جمعیت بر منابع محدود زمین و آب، اختلافات بین چوپانان و کشاورزان افزایش یافته است. در برخی کشورها، مانند برزیل، افرادی که زمین ندارند باعث مسئلهٔ مهم سیاسی شده‌اند. هم‌چنین، در شبه قارهٔ هند و فیلیپین، بین مالکان بزرگ و مستأجران تنش گسترده‌ای وجود دارد.

حقوق مشاع اغلب خوب تعریف شده و قانون و مقررات به‌خوبی از آن حمایت نمی‌کند و درنتیجه در بسیاری مناطقْ افراد ذی‌نفوذ منابع را به طور فراگیر تصرف کرده‌اند. در بسیاری کشورها هم نظام مالکیت مشاع و هم نظام مالکیت شخصی وجود دارد. نظام مشاع در آفریقا، هند، برزیل و مکزیک دیده می‌شود. از نظر تاریخی ورود مالکیت فردی مدرن به نظام‌های مالکیتی که عمدتاً مشاع بود منجر به ایجاد تنش میان جمعیت‌های بومی و مستعمره‌نشینان شده است. اَخیراً تنش‌هایی مشابه بین کشاورزان تازه‌مستقر در طرح‌های جدید آبیاری و گله‌داران ایجاد شده است (Hardin, 1968; McCay and Acheson, 1978). این نوع درگیری‌ها باعث می‌شود انگیزه برای ایجاد مدیریت پایدار زمین و آب و یا حفظ آن کاهش یابد.

با این وجود، نظام‌های مشاع توانایی سازگاری با وضع موجود را دارند و با تأمین حقوق استفادهٔ فردی و موروثی، موجب ایجاد حس امنیت در مالکیت می‌شوند. این نظام‌ها اغلب امکان تشکیل بازارهای فروش و اجارهٔ زمین را در جامعه فراهم کرده و بدین ترتیب خود را با کمبود فزایندهٔ منابع سازگار کرده‌اند. بنابراین نظام‌های مشاع در مالکیت زمین نوعی حس امنیت ایجاد می‌کنند که پایه‌گذار مدیریت پایدار زمین و آب است. لیکن اشکالاتی هم در آن‌ها وجود دارد: محدودیت در سرمایه‌گذاری روی زمین، به دلیل اینکه اغلب حقوق مشاع نمی‌تواند به‌عنوان وثیقهٔ وام استفاده شود. حقوق مالکیت

سنتی زمین شرایط امنی ایجاد نمی‌کند و این امر موجب شده سرمایه‌گذاری صورت نگیرد و منابع ناکارامد شوند. کشاورزان دیم‌کاری که مالکیتشان با احساس ناامنی همراه است یا سرمایه‌گذاری نمی‌کنند یا ترجیحاً فناوری‌هایی با بازده کوتاه‌مدت را انتخاب می‌نمایند، مثلاً برای کاهش رواناب و فرسایش، به جای خاکریزهای سنگی از کشت روی خطوط تراز استفاده می‌کنند، زیرا این نوع کشت دورهٔ بازپرداخت کوتاه‌تری دارد و بنابراین بازده سریع‌تر و خطرپذیری کمتری دارد.□به‌آسانی نمی‌توان روند مشخصی را در اصلاح مالکیت زمین تشخیص داد. اصلاحات مالکیت زمین به شکل دوره‌ای و در پاسخ به فشارهای جمعیتی و اثرات آن بر روی کیفیت زمین انجام شده است. اما این چنین اقداماتی مانند حصارکشی یا فروش زمین‌های دولتی در سطح ملی موردی است. لیکن این فشارها موجب می‌شود به بررسی مداوم رویکردهای منطقه‌ای و مشکلات عمومی مالکیت زمین بیشتر توجه شود (FAO, 2011b) و ارتباط بین نظام‌های قابل اعتماد مالکیت زمین و کاهش فقر شناخته شود.

از تجربه‌ها می‌توان دو درس کلی گرفت. اول این‌که برنامه و کیفیت مدیریت زمین را ماهیت ساختار مالکیت زمین تعیین می‌کند و نبود ساختار شفاف و ثابت موجب می‌شود سرمایه‌گذاری نشود و عملیات کشاورزی با پایداری کمتر انجام گیرد. دوم اینکه تلفیق نهادهای سنتی یا مرسوم در رژیم‌های حقوقی مدرن به شکل چالشی باقی می‌ماند.

حقوق استفاده از آب

در گذشته در تقسیم آبِ آبیاریْ حقابه شکل گرفت، اما تغییرات اقتصادی و فناوری آن را تحت تأثیر قرار داده است. از نظر تاریخی شکل‌گیری نظام‌های حقوق استفاده از آب بیشتر متأثر از برنامه‌های توسعهٔ آبیاری بوده است تا هر عامل بخشیِ دیگر (Caponera, 1992; FAO, 2006). در نظام‌های کشاورزی آبی، زمین و آب اجزایی جدایی‌ناپذیر از نظام تولیدِ هستند و نهادهای مدیریتی از طریق شرکت‌های بهره‌برداری آبیاری و انجمن‌های آب‌بران بطور مشترک به آن رسیدگی می‌کردهاند.

توسعهٔ فناوری‌های کنترل آب و پمپاژ برقیْ گسترش و افزایش تراکم کشت اراضی فاریاب را امکان‌پذیر ساخته است. لیکن این جریانات تا حد زیادی خارج از حیطهٔ نهادهای مشاع و مقررات آن‌ها بوده و الگوهای پیشین استفاده از آب در طرح‌های آبیاری و نیز در کل حوزه‌های آبریز را تغییر داده است. نهادهای سنتی نشان داده‌اند که برای مواجهه با بسیاری از این تغییرات ناتوان هستند و امروزه اختلافاتی پیرامون حقوق استفاده از آب وجود دارد (قاب ۱-۲).

استفاده از آب زیرزمینی در کشاورزی فاریاب گسترش قابل‌ملاحظه‌ای داشته است. به دلیل افزایش تقاضای آب آبیاری و انگیزه‌های اقتصادی نظیر تعرفه‌های انرژی که روستاییان را به نوعی «مسابقهٔ پمپاژ آب» ترغیب می‌کند، آبخوان‌ها تخلیه شده و کیفیت آب زیرزمینی کاهش یافته است. همان‌طور که تجربهٔ هند نشان می‌دهد، تلاش‌های رسمی ایالت‌ها برای نظارت بر حقوق آب زیرزمینی و برداشت از آن اثر اندکی داشته و یا هیچ تأثیری نداشته است (Shah, 2009). مقابله با چالش نظارت بر صدها هزار مصرف‌کنندهٔ آب زیرزمینی از ید قدرت ادارات محلی آب خارج است، اما ارائهٔ راه‌حل‌های مستقل محلی ناممکن نیست (BlomQuist, 1992).

اگر چارچوب نهادی و انگیزه‌ها تغییر نکند، الگوهای فعلی مصرف آب زیرزمینی در بخش کشاورزی (Siebert *et al*., 2010) به قوت خود باقی خواهد بود و به تخریب دائمی کیفیت و کمیت ذخایر استراتژیک آب زیرزمینی منجر می‌شود. منابع مهم آب شیرین نیز تحت تأثیر تقاضای فزایندهٔ آب در روستاها، شهرها و در بخش صنعت قرارگرفته است. برای آب زیرزمینی، باید بر برداشت چاه‌ها در محل نظارت داشت و جامعهٔ آب‌بران باید آگاهانه‌تر این مهم را مدیریت کنند تا راهی برای متعادل‌کردن تقاضای آب زیرزمینی پیدا شود و برای حداکثر افت مجاز در آبخوان‌های مشترک حداقل توافق محلی صورت گیرد (World Bank, 2010).

هم‌چنین نهادها بایستی بین نیازهای کشاورزی، شهری و صنعتی (برقابی) حکمیت کنند. دولت‌ها معمولاً اولویت را به برداشت‌های شهری و صنعتی می‌دهند. اگرچه حجم مصارف صنعتی و شهری در مقایسه با مصارف بخش کشاورزی یا نیاز جریان رودخانه‌ای برای تولید برقابی نسبتاً کم است، اما افزایش این مصارف سطح تنش آبی را افزایش می‌دهد. در مناطق کم‌آب نظیر خاورمیانه و شمال آفریقا، رقابت شدید بین بخش‌ها وجود دارد و تخصیص آب به کشاورزی رو به کاهش است (هم‌چون در اردن). به قوانین اداری حاکم بر حقوق آب بسیار اعتراض می‌شود و این قوانین می‌توانند سهم آب تخصیص‌یافته به کشاورزی را مجدداً کاهش دهند و باعث ناآرامی‌های اجتماعی شوند. در بسیاری حوضه‌های آبریز توسعه‌افته، رقابت بین تخصیص آب به بخش‌های آبیاری و برقابی هم می‌تواند مانع تخصیص بهینهٔ آب به بخش‌های تولیدی شود و هم می‌تواند تأمین جریان مطمئن و باکیفیت منابع آب شهری را به خطر اندازد.

قاب ۱-۲: مناقشه، سازگاری ظرفیت‌ها و به هم خوردن تعادل در وادی دهر یمن

یمن سابقهٔ طولانی مناقشه بر سر آب و مدیریت عواقب آن دارد. با این حال وادی دهر (نزدیک به صنعا) سابقه‌ای طولانی از مدیریت خوب منابع آب دارد که و خوب هم مستند شده است. طی قرن‌ها توافق بر سر قوانین صورت گرفته، قوانینی که از طریق فرایند تکاملی مناقشه، قضاوت‌های متضاد و نهایتاً تهیه و پذیرش قوانین جدیدی به‌مرور تحت عنوان «سنت» شکل گرفته است.

در سال ۱۹۷۰ در اقتصاد آبی که به در تعادل خوبی بود فناوری چاه عمیق ظهور کرد. گروهی از مردم در پایین‌دست وادی به دادگاه شیخ شکایت کردند که موتور پمپ‌های بالادستْ جریان آب رودخانه را کاهش داده و «قوانین و رسومی که هزاران سال طبق آن‌ها عمل می‌کرده‌ایم»، بر هم خورده است. این اختلاف جدید حل شد اما نه از راه دادگاه. کشاورزانِ بانفوذ و ثروتمندِ پایین‌دست خودشان نیز در فناوری پمپاژ سرمایه‌گذاری کردند. «جریان آب رودخانه به مرور کاهش یافت و از بین رفت، اما هیچ شخص بانفوذی دیگر اهمیتی به این موضوع نداد.» تعادل جدیدی پدیدار شد: توازن سرمایه‌ها به هم خورد و سرمایه بیشتر در دست ثروتمندان متمرکز شد. مناقشه حل شد و یک«سنت» جدید پدیدار گردید.

منبع: Mundy (1995); World Bank (2010 b)

در سطح فرامرزی، به جای حقوق آب، اصول همکاری بهترین روشِ پذیرفته‌شده است. اگر به جای صرف هزینهٔ زیاد سیاسی و اقتصادی، توسعه توسط هریک از دولت‌ها و از دست رفتنِ ارزش افزوده، سرمایه‌گذاری در سطح حوضه برنامه‌ریزی می‌شد، تعدادی توافقنامهٔ همکاری و توسعهٔ اصول «استفادهٔ منصفانه» و «عدم آسیب جدی» تدوین می‌شد، همان اصولی که در «کنوانسیون قوانین و مصارف غیرکشتیرانی واحدهای آبی بین‌المللی» درج گردیده است (اما هنوز تصویب نشده). اما در عمل کشورها تا حد زیادی اولویت را به برنامه‌های داخلی آب برای خود داده‌اند، تا به برنامه‌هایی که نیاز به همکاری و تقسیم منافع دارد (Bingham *et al*., 1994; Yathm, 2002).

در شرایطی که رقابت شدید می‌شود، نیاز به مدیریت مشترک زمین و آب هم ضروری‌تر است (FAO, 2004b). لیکن رابطهٔ میان مالکیتِ زمین و حقوقِ استفاده از آب بسیار متغیر است و حتی در درون یک کشور نیز مجموعه‌ای

از روش‌های مختلف دارد. مثلاً برخی ایالت‌ها در آمریکا و هند، قوانین اولویت تخصیص آب به اولین مصرف‌کننده را پذیرفته‌اند، حال آنکه دیگران حق تقدم را به درخواست‌های بالادستی‌ها می‌دهند. علاوه بر این‌ها، استفاده از زمین تأثیرات عمده‌ای روی کمیت و کیفیت منابع آب می‌گذارد، به گونه‌ای که تصمیم در مورد مصرف و تخصیص یک منبعْ مستقیم یا غیرمستقیم روی مصرف و تخصیص منبع دیگر مؤثر است؛ بنابراین در بسیاری از کشورها برای استفاده و مدیریت آب و زمین و سایر منابع طبیعی از رویکردهای یکپارچه به طور جدی حمایت می‌شود. در موارد نادر، این رویکردها به قانون تبدیل شده‌اند، مانند قانون آب، زمین و درختان آندرا پرادش هند که در سال ۲۰۰۲ تصویب شد.

واکنش‌های سیاستی تا به امروز

سیاست‌ها و چارچوب‌های انگیزشی مکانیسم‌هایی هستند که با آن‌ها دولت‌ها می‌خواهند توسعه را با اهداف اجتماعی همسو کنند. موضوع استفاده از زمین و آب در کشاورزی محل تلاقی مجموعه‌ای از سیاست‌هایی است که به‌سادگی ممکن است ناهم‌سو شوند و یا در تقابل با یکدیگر قرار گیرند. درنتیجه، سیاست‌ها و انگیزه‌ها اغلب منجر به استفادهٔ ناپایدار از این منابع و افزایش اثرات منفی جانبی بر محیط‌زیست شده اند.

هدف ذاتی سیاست‌های کشاورزی رشد متوازن است، اما گاهی موجب خسارت به خدمات محیط‌زیست می‌شود، که رشد کشاورزی به آن وابسته است. مثلاً یارانه‌های کود شیمیایی بر آلودگی آب به مواد مغذی، و یارانه‌های انرژی بر تخلیهٔ آب زیرزمینی اثرگذارند. هدف معمول سیاست‌های مربوط به زمین، تضمین دسترسیِ عادلانه و امن به آن است؛ حال آنکه نهادها برای تعریف، مذاکره و مدیریت مشکلات دسترسی به زمین اغلب دچار کسری منابع‌اند. درگذشته سیاست‌های عرضه‌محورِ آب موجب ایجاد تقاضای بیش از حد آب در بسیاری از حوضه‌ها شده بود. در سال‌های اخیر، سیاست‌های مدیریت یکپارچهٔ منابع آب را به کار گرفته‌اند که اغلب رویکرد آن بین بخشی و غیرمتمرکز است. درنتیجه، گزینه‌های بهتری برای تخصیص بهینه و مدیریت منابعِ کمیابِ آب ارائه شدند، اما از این گزینه‌ها به‌کندی استفاده می‌شود.

در مقابل، سیاست محیط‌زیستی نیروی فعالی است که برای تشخیص مشکلات پدید آمده، اما اغلب به جای آنکه در برنامه‌ریزی‌های آتی مداخله کند، در پیِ جبرانِ کمبودهاست و معمولاً از ظرفیت نظارتی ضعیفی برخوردار است. در کشورهای کم‌درآمد، برای تأثیرگذاری بر برنامهٔ توسعه، چالش‌های ویژه‌ای پیش روی سیاست‌های محیط‌زیستی وجود دارد و ممکن است این سیاست‌ها را سیاست‌هایی ضد توسعه یا حتی علیه فقرا بشناسند. در مدیریت مشترک زمین و آب، برخی رویکردها هم به دلیل مشکلات محیط‌زیستی خاص به وجود آمده‌اند و هم به خاطر اینکه رویکرد برنامه‌ریزی در سطح حوضه و برنامه‌ریزی جامع زمین و آب در پیش گرفته شده است. لیکن، این رویکردها بر برنامه‌های اقتصادی کلان یا بر توسعه تأثیر کمی داشته‌اند، هرچند برنامه‌ریزی در سطح حوضه موجب شده روش‌های مدیریت منابع آب بهتر شوند و میزان پاسخگویی نیز بیشتر شود.

کشاورزی و سیاست‌های مرتبط با آن

به طورکلی سیاست‌ها و نهادهای مرتبط با مدیریت زمین و آب را همسو با اهداف ملی طراحی می‌کنند، اهدافی که معمولاً کارایی، عدالت و پایداری جزو اصول آن‌هاست؛ اما انتخاب‌ها و تصمیمات سطوح پایین‌تر (استانی، محلی، کشاورزان) نیز سیاست‌ها و نهادها را شکل می‌دهند. اهداف عدالت‌خواهانه، که کاهش فقر در اقتصاد روستایی را در نظر دارد، ممکن است اهداف سیاستی را ،که کارایی در تخصیص منابع برای ایجاد بیشترین ارزش اقتصادی اصل اساسی آن است، تعدیل

کند. هدف سوم، یعنی پایداری، بازتاب‌دهندهٔ تمایل بلندمدت به حفاظت از سرمایه‌های طبیعی برای تداوم خدمات محیط‌زیست است، خدماتی که رشد و معیشت به آن‌ها وابسته است.

اهداف عموماً با استفاده از ابزارهای گوناگون دست آخر تبدیل به سیاست و چارچوب نهادی می‌شوند. این ابزارها شامل سیاست قیمت‌گذاری و تجارت، سیاست مالی و تخصیص بودجه، قانون‌گذاری و ایجاد تشکیلات نهادی برای ادارهٔ زمین و آب و خدمات کشاورزی است. ویژگی غالب در سیاست کشاورزی این است که چارچوب انگیزشی از طریق نظام مالیاتی، سیاست‌های یارانه‌ای و قیمت‌گذاری بر نهاده‌ها به‌ویژه کود و انرژی تعیین می‌شود. سیاست‌هایی که بر هزینهٔ تولید اثر می‌گذارند نیز، مانند سیاست‌های بازرگانی، موانع تجاری و ممنوعیت صادرات، از انگیزه‌هایی قوی در این زمینه‌اند. برخی از این سیاست‌ها ناخواسته منجر به اثرات منفی بر محیط‌زیست شده‌اند.

سیاست زمین

هدف معمول در سیاست زمین این است که دسترسی عادلانه و امن به آن تضمین شود (Molden, 2007). سیاست زمین چگونگی تخصیص و کاربری آن را تعیین می‌کند. این سیاست هم‌چنین ممکن است برای سرمایه‌گذاری در زمین قوانینی را، از جمله قوانین سرمایه‌گذاری تجاری و دولتی، وضع نماید. سیاست‌های زمین هم‌چنین مقررات مالکیت زمین، مدیریت و حل اختلافات را تعریف و بر آن‌ها نظارت می‌کند و برای وضع مالیات بر اراضی، اطلاعات پایه را مدیریت می‌کند (FAO, 2004a). هم‌چنین ممکن است سیاست زمین در رابطه با مالکیت زمین اقدامات خاصی انجام دهد، مانند مدیریت، توسعه و خصوصی‌سازی زمین‌های دولتی، یکپارچه کردن زمین‌های خرد (FAO, 2003) و اصلاحات ارضی و توزیع زمین‌های اشتراکی سابق (مانند آنچه در اتحاد جماهیر شوروی سابق وجود داشت). مشکلات خاص عبارت‌اند از:

*** امکانات اندک نهادها برای تعریف و مدیریتِ دسترسی به زمین و مذاکره بر سر آن.**

کارایی کمِ نظام ثبت املاک، دفاع ضعیف از حقوق افراد و کارایی کمِ بازارهای خرید و اجاره

*** نظام‌های مالکیت مشترک که با تغییرات شرایط اقتصادی-اجتماعی سازگاری کمی دارند.**

نظام‌های موفق مالکیت مشترک با قوانینی اداره می‌شوند که بر آن‌ها توافق شده و رقابت در آن‌ها کم و همکاری زیاد است و به کسی اجازهٔ بهره‌کشی رایگان[1] نمی‌دهند. همان‌طور که پیش از این بحث شد، وقتی نهادهای سنتی ضعیف شوند یا با شرایط سازگاری پیدا نکنند، ممکن است افراد خارج از مقررات از منابع مشترک استفاده کنند که به بهره‌برداری بی‌رویه و تخریب آن‌ها منجر می‌شود.

*** جنسیت و دسترسی به زمین.**

در بسیاری از جوامع، بیشتر امور کشاورزی را زنان انجام می‌دهند و ممکن است زن‌ها تنها گردانندهٔ مزرعهٔ خانوادگی باشند، حال آنکه قوانین مالکیت اغلب آن‌ها را نادیده می‌گیرد به طوری‌که هیچ‌گونه حقی در دسترسی به زمین ندارند، از این رو امنیت مالکیت برای آن‌ها وجود ندارد و دسترسی به اعتبارات بانکی ندارند (FAO, 2002c; Ellis, 2000).

1. Free riding

سرمایه‌گذاری خارجی و سرمایه‌گذاری دولتی

سرمایه‌گذاری خارجی برای تولید با استفاده از زمین رو به افزایش است. ممکن است به موجب قوانین جدید مالکیت زمین، زمین‌ها توسط دولت واگذار شوند، حال آنکه این اراضی مالک دارند و با توافقات مالکیت سنتی از آن‌ها بهره‌برداری می‌شود. رشد این پدیده می‌تواند منجر به فقر، از بین رفتن امنیت غذایی و تنش‌های سیاسی و اجتماعی شود، مگر این‌که سیاست‌ها و مکانیسم‌هایی نهادی وجود داشته باشند که تضمین‌کنندهٔ منافع محلی‌ها باشند (Cotula *et al*., 2009).

سیاست آب

بسیاری از سیاست‌ها و راهبردهای بخش آب متوجه عرضهٔ آب بوده است. در اغلب سال‌های قرن بیستم، مشخصهٔ فعالیت بنگاه‌ها در حوضهٔ آبریز بر محور توسعهٔ منابع آب برای تأمین نیازهای آبیاری، برقابی، مصارف شهری و تقاضاهای صنعتی بوده است. سرمایه‌گذاری‌های عظیمی در پروژه‌های بزرگ آبیاری توسط دولت انجام شده است و در طول دهه‌های ۱۹۶۰ تا ۱۹۸۰ در بسیاری از کشورها بیش از نیمی از بودجهٔ عمومی کشاورزی و بیش از نیمی از وام‌های کشاورزی بانک جهانی به آبیاری تخصیص یافته است (Rosegrant and Svendsen, 1993). رویکرد عرضه‌محور به طور بالقوه سبب تقاضای بیشتر در بسیاری از کشورها شد. در کشورهایی که منابع آب کم است، ممکن است منابع بیش از حد به یک بخش تخصیص داده شده باشد (غالباً به کشاورزی). سیاست‌های قیمت‌گذاری آب هزینهٔ واقعی عرضهٔ آب را کاهش داده و ممکن است مصرف بی‌رویه را رواج داده باشد (FAO, 2004c). کاهش مجوزهایی که برای این مصارف صادر گردیده به‌سختی ممکن است، حتی زمانی که بهره‌وری آب در کشاورزی بیشتر شده باشد. لیکن فشارها برای اینکه مصرف آب در کشاورزی در ابعاد اجتماعی، اقتصادی و محیط‌زیستی هم لحاظ شود کم‌کم بیشتر می‌شود (OECD, 2010).

در بسیاری از کشورها، با به پایان رسیدن دورهٔ توسعهٔ آبیاری «آسان»، در افزایش هزینه‌ها، تقاضای اضافی و تعهدات مالیِ بیش از حد، مشکلاتی پدیدار شده و هم‌زمان اثرات منفی محیط‌زیستی و اقتصادی-اجتماعی نیز آشکار شده است. تنظیم عرضه و تقاضا با درنظرگرفتن مجموعه‌ای از اثرات جانبیِ محیط‌زیستی، نیازمند تغییرات نهادی است. اقدامات واکنشی معمولاً شامل روش‌های مدیریت تقاضا نظیر روش‌های قیمت‌گذاری، سهمیه‌بندی و کاهش تخصیص منابع است. لیکن باید اهداف کاهش فقر و امنیت غذایی نیز در نظر گرفته شود و زمینه برای مدیریت یکپارچهٔ منابع آب ایجاد گردد.

وارد کردن زمین و آب در فرایندهای برنامه‌ریزی کلان اقتصادی

در رقابت شدید بر سر منابع زمین و آب، لزوم ایجاد یکپارچگی بیشتر در مدیریت و برنامه‌ریزی بر ما آشکار شده و رویکردهای مشترکی نیز در امر زمین و آب ایجاد شده است. ترکیب هیدرولوژی با علوم اجتماعی و زمین که ابتدا آرزوی جغرافی‌دانان بود (Chorley, 1969)، در برنامه‌های جهانی نظیر کنفرانس توسعه و محیط‌زیست ریو (۱۹۹۲) و معاهدات مرتبط با تنوع گونه‌های زیستی، کویرزدایی و تغییرات آب و هوایی، گنجانده شده است. تا این تاریخ، دو نوع رویکرد در این مورد وجود داشته است: (۱) اصلاح عوارض منفی ناشی از کشاورزی متراکم (پاک‌سازی سیستم‌های آبی راین و دانوب در اروپا و به‌کارگیری دستورالعملِ چارچوبِ آب اتحادیهٔ اروپا، قاب ۲-۲ را ببینید)؛ (۲) اجرای برنامه‌های توسعه در مقیاس حوضه یا منطقه که به اجبار باید مدیریت زمین و چرخهٔ آب را در آن در نظر گرفت.

معمولاً در حوضه‌های آبریزِ خیلی توسعه‌افته در اقتصادهای پساصنعتی نظیر دانوب و راین است که برای حفاظت از حقوق بهره‌برداری و کاهش اثرات محیط‌زیستیْ مدیریت زمین و آب به‌شدت به هم پیوند خورده و بر آن نظارت می‌شود. در جاهای دیگر، پیش فرض این است که مدیریت زمین و آب از هم جدایند، بدین صورت که نهادهای مختلف از دیدگاه بخشی پاسخ‌گوی

نیازهای خاصی بوده‌اند و یا این‌گونه طراحی شده‌اند تا انتقال منابع طبیعی بین مصرف‌کنندگان و بخش‌ها به‌راحتی انجام شود. نمونهٔ آن سیر تحولات حوضهٔ موری دارلینگ استرالیا است.

علی‌رغم این پیشرفت‌ها، در برنامه‌ریزی اقتصاد کلان و بخش کشاورزی فقط از چند تا از شاخص‌های مدیریت منابع طبیعی استفاده می‌شود. تنها در جایی که محدودیت‌های زمین و آب رشد اقتصادی را تحت تأثیر قرار می‌دهد، شکل‌های واضح‌تری از برنامه‌ریزی و مدیریت زمین و آب در دستور کار سیاسی قرار می‌گیرد، نظیر برنامه‌ریزی چشم‌انداز یکپارچه در بورکینافاسو.

امروزه «طرح‌های جامع» یکپارچه تأثیر اندکی بر توسعه دارند. در دهه‌های ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰ طرح‌های آمایشِ سرزمین با جزئیات (مثلاً طبقه‌بندی خاک‌ها و تناسب کاربری اراضی) برای اهداف کشاورزی تهیه و در طرح جامع توسعهٔ مناطق استفاده می‌شد. لیکن این برنامه‌ها معمولاً بیشتر منابع اطلاعاتی بودند تا ابزاری برای برنامه‌ریزی مکانی. امروزه در کشورهای صنعتی تقسیم‌بندی کلی مناطق شامل «فضای سبز» و محیط‌های حفاظت‌شدهٔ محیط‌زیستی بر اساس برنامه‌های زیرساختیِ شهرستان یا بخشْ مشخص می‌شود، اما معمولاً از آن‌ها برای برنامه‌ریزی کشاورزی یا مدیریت محیط‌زیستی کاربری زمین استفاده نمی‌شود.

قاب ۲-۲: رهنمود چارچوب آب اتحادیهٔ اروپا

در اکتبر ۲۰۰۰ رهنمود چارچوب آب اتحادیه اروپا (WFD) در پاسخ به تقاضای رو به افزایش شهروندان اتحادیهٔ اروپا و سازمان‌های محیط‌زیستی، برای دسترسی به رودخانه‌ها، دریاچه‌ها، آب‌های زیرزمینی و سواحل پاک‌تر، پذیرفته شد. قانون اولیهٔ آب اروپا در سال ۱۹۷۵ با استانداردهایی شروع شد برای رودخانه‌ها و دریاچه‌هایی که برای برداشت آب آشامیدنی مورد استفاده قرار می‌گیرند. در دههٔ ۸۰ میلادی، این قانون با اهداف کیفی آب آشامیدنی و قوانین آب‌های حاوی ماهیان و صدف‌ها، آب شستشو و آب زیرزمینی دنبال شد. در سال ۱۹۹۱ رهنمود فاضلاب‌های شهریْ قانون تصفیهٔ مجدد فاضلاب را وضع کرد و رهنمود نیترات به آلودگی آب ناشی از نیتروژن حاصل از کشاورزی پرداخت. سپس، رهنمود آب آشامیدنی مورد تجدید نظر قرار گرفت و استانداردهای کیفیت آب آشامیدنی را سختگیرانه‌تر کرد و در ۱۹۹۶ رهنمود کنترل و جلوگیری از آلودگی یکپارچه (IPCC) به موضوع آلودگی ناشی از تأسیسات صنعتی بزرگ پرداخت.

در اواسط ۱۹۹۵، زمانی که از اتحادیهٔ اروپا درخواست شد به شکل منسجم‌تری اقدام به افزایش آگاهی شهروندان و سایر بخش‌های درگیر در مورد کیفیت و مدیریت منابع آب کند، فشارها برای بازنگری اساسی در سیاست‌های آب اتحادیهٔ اروپا به اوج خود رسید. هدف اصلی سیاست جدید آب اروپا کاهش آلودگی و تضمین تمیز نگه‌داشتن آب‌های تمیز بود. این سیاست‌ها، اهداف زیر را دنبال می‌کرد:

- گسترش دامنهٔ حفاظت از آب به همهٔ آب‌ها اعم از سطحی و زیرزمینی؛
- دستیابی به «وضعیت خوب» برای همهٔ آب‌ها تا تاریخی معین؛
- مدیریت آب در سطح حوضه

- رویکردی ترکیبی در مورد مقادیر حد انتشار و استانداردهای کیفی؛
- دستیابی به قیمت‌های واقعی؛
- درگیرکردن هرچه بیشتر شهروندان از نزدیک؛
- ساده‌سازی قوانین

در فرایند اصلاحی، شهروندان مرکزیت داشتند: بنابراین این سیاست از طریق مشاورهٔ عمومی و فراگیر با افرادی تنظیم شد. این افراد شامل نمایندهٔ کشورهای عضو، مسئولان محلی و منطقه‌ای، آژانس‌های اجرایی و تأمین‌کنندگان آب بودند و این سیاست بخش‌های صنعت، کشاورزی و مصرف‌کنندگان و نمایندگان محیط‌زیست را درگیر می‌کرد.

منبع: European Commission (2010)

لیکن برنامه‌ریزی در سطح حوضه باعث بهبود مدیریت منابع آب و کمیت‌سنجی آن شده است. در دهه‌های ۷۰ و ۸۰ تأکید بر اجرای طرح‌های جامع حوضهٔ آبریز ادامه نیافت، هرچند میراث آن انواع نهادهای مدیریت و تخصیص آب در سطح حوضهٔ آبریز را شکل داده است (نظیر ادارات حوضهٔ آبریز در تانزانیا) و هم‌چنان اطلاعات پایه‌ای مهمی را برای بانک‌های اطلاعاتی مصرف آب در سطح ملی فراهم می‌سازد. این طرح‌های جامع در اواخر دههٔ ۸۰ به فائو کمک کرد تا اولین مجموعهٔ داده‌های وضعیت آب[1] را گردآوری کند. به طورکلی، اگرچه مدیریت و سیاست زمین همیشه در برنامه‌ریزی حوضه ادغام نشده، لیکن باعث ترویج «ایدهٔ» مدیریت جامع منابع آب، حسابداری آب[2] پیشرفته و مقررات محیط‌زیستی شده است. اینکه رویکردهای برنامه‌ریزی حوضه‌ای تا چه اندازه در کاهش اثرات منفی اقتصادی-اجتماعی و اثرات محیط‌زیستی موفق بوده‌اند، سؤالیست که هم‌چنان باقیست (Molle and Wester, 2009).

رویکردهای نهادی و عملکردنهادها

واکنش‌های نهادی به تقاضای رو به افزایش زمین و آب، شامل سیاست‌ها، انگیزه‌ها، عرف و قوانین و مقرراتی است که منابع را تخصیص می‌دهد و بر استفاده از آن‌ها را نظارت می‌کند.

نهادهای زمین و آب شامل موارد زیرند:

- سیاست‌ها، برنامه‌ها و سازمان‌های توسعهٔ زمین و آب و سیستم‌های تخصیص و حفاظت از حقوق زمین و آب.
- سیاست‌ها، برنامه‌ها و سازمان‌های مرتبط با کشاورزی، همراه با سیاست‌های مرتبط با انگیزه‌ها نظیر سیاست مالی و تجاری.
- سیاست محیط‌زیستی و سازمان‌هایی که با مقررات و مشوق‌های حفاظت از منابع طبیعی و پیامدهای «اثرات جانبی» استفاده از زمین و آب سروکار دارند.

چالش اصلی در زمینهٔ زمین و آب این است که با آنکه دولت‌ها در این عرصه سیاست‌گذاری می‌کنند، مدیریت این منابع تا حد زیادی به عهدهٔ کشاورزان است. معمولاً وزارتخانه‌های کشاورزی یا توسعهٔ روستایی مسئولیت اصلی را در هدایت مدیریت زمین و آب به عهده دارند. اما دیگر کاملاً عادی شده که خدماتی نظیر خدمات ترویجی دقیقاً در جایی

1. AQUASTAT
2. Water Accounting

که بیشترین نیاز به آن‌ها وجود دارد کمرنگ باشند. برخی تلاش‌ها برای رویکردهای مشترک زمین و آب در سطح حوضه مؤثر بوده، اما لازم است توجه بیشتری به یکپارچه‌کردن اقدامات مربوط به زمین و آب شود. کم پیش آمده برنامه‌های طولانی‌مدت ادامه داشته باشند تا به نتایج ملموس دست یابند.

با این حال، برنامه‌ریزی برای کاربری زمین با استفاده از ابزارهای دردسترس‌تر بهبود یافته و در تخصیص منابع زمین در برخی کشورهای توسعه‌یافته مؤثر بوده است. اما این برنامه تأثیر کمی در برنامه‌های توسعه در کشورهای در حال توسعه داشته و با برنامه‌های کشورهایی با ظرفیت نهادی اندک یا بدون ظرفیت نهادی، کمتر هم‌خوانی دارد. برخی برنامه‌ریزی‌ها برای کاربری اراضی غیرمتمرکز و مشارکتی موفق بوده است اما این موفقیت معمولاً در سطح محلی رخ داده است.

ارگان‌های کشاورزی

مسئولیت اصلی نهادی مدیریت زمین و آب به عهدهٔ وزارت کشاورزی یا توسعهٔ روستایی است. نقش این ارگان‌ها در ارائهٔ خدمات فنی و حمایتی به جوامع روستایی یا هر کشاورز و تشویق‌کردن آنان به استفاده از نهاده‌ها و به‌کارگیری عملیات زراعی پررنگ‌تر شده است. در برخی موارد، نقش بخش خصوصی و تأمین‌کنندگان تجهیزات خصوصاً در اجرای دقیق عملیات آبیاری مهم است. اداره‌های سنتی ترویج به‌ندرت ممکن است بتوانند با اعزام کارشناسان دولتی با امکانات اندک به مزارعْ تأثیر چندانی بر بهبود عملکرد مدیریت زمین و آب داشته باشند. در بررسی اخیر روش ترویج در جهان (FAO, ۲۰۰۸b) با هدایت‌گری کشاورزان در مورد تبدیل خدمات ملی مشاوره‌ای به سیستم‌های ترویج نامتمرکز و بازار محور توصیه‌هایی شده است.

رویکردهای مدیریت حوضه

مدیریت حوضهٔ آبریز مثالی برای رویکرد نهادی است، که هدف آن مدیریت یکپارچهٔ زمین و آب و اکوسیستم وسیع‌تر حوضه است. تاکنون به دلیل عدم تقارن بین منافع ذی‌نفعان بالادست و پایین‌دست و نیز به دلیل پیچیدگی ذاتی کارکردهای طبیعی و انسانی در مقیاس یک حوضه در این زمینه به موفقیت‌های کمی رسیده‌ایم (قاب ۳-۲ را ببینید).

در دهه‌های ۷۰ و ۸۰ میلادی در کشورهای در حال توسعه، نسل اول پروژه‌های مدیریت حوضه رویکرد برنامه‌ریزی برای مدیریت آب و خاک را دنبال کردند، رویکردی که متکی بر نتایج فیزیکی کارهای مهندسی خاص در محل و در پایین‌دست بود. به طور کلی، به نیازهای جمعیت بالادست و یا مد نظر قراردادن آن‌ها در برنامه‌ها توجه بسیار کمی می‌شد. درنتیجه، سرمایه‌گذاری‌ها پرهزینه بود و همیشه به‌خوبی توجیه‌پذیر نبود و دارایی‌های ایجادشده اغلب عمر کوتاهی داشت. در اواخر دههٔ ۸۰، شکست نسبی این روش «مهندسی-محور» آشکار بود و نهادهای ملی و بین‌المللی در روش‌های مدیریت حوضه بازنگری اساسی انجام دادند.

دههٔ ۹۰ نمایانگر تغییر جهت در برنامه‌های مدیریت حوضه بود، که از طرف انجمن‌های بین‌المللی در کشورهای در حال توسعه اعمال می‌شد. راه‌حل‌های مهندسی کنار گذاشته نشده بودند، اما تأکید بیشتری بر سیستم‌های کشاورزی و رویکردهای مشارکتی به روش غیرمتمرکز می‌شد و حمایت از برنامه‌های توسعه با تأکید مجدد بر کاهش فقر روستایی صورت می‌گرفت. تغییر رویکرد از سرمایه‌گذاری برنامه‌ریزی‌شده به سمت رویکردهای مشارکتی به گونه‌ای طراحی شد که در موجب هم‌افزایی در منافع مدیریت محلی زمین و آب و اثرات آن در پایین‌دست باشد. لیکن چارچوب زمانی اجرای این برنامه‌ها معمولاً طولانی است و معدود برنامه‌هایی تا رسیدن به نتایج ملموس دوام آورده‌اند. حتی اثرات طولانی‌مدت این برنامه‌ها بر منابع آب هم‌چنان محل شبهه است (Batchelor *et al.*, 2003).

قاب۳-۲: اثرات مدیریت حوضهٔ آبریز بر چرخهٔ آب

تجربیات جنوب شرقی زیمباوه این روایت را بازگو می‌کند که «عملیات کشاورزی ضعیف در بالادست رودخانه‌ها منجر به افزایش تجمع رسوب و لای در مخازن می‌شود». ایالت‌های تولیدکنندهٔ عمدهٔ شکر در اراضی پست مصرف‌کنندهٔ آبی هستند که از مجموعه‌ای گسترده از سدهای مخزنی میانهٔ حوضه تأمین می‌شود و هم‌اکنون با مشکلات رسوب‌گذاری روبروست. مقصر این افزایش رسوبْ کشاورزان بومی و فقیر در بالادست‌اند که به عملیات ضعیف کشاورزی از جمله جنگل‌زدایی و چرای بیش‌ازحد می‌پردازند.

به دنبال خشکسالی ویرانگر اوایل دههٔ ۹۰، برخی از ایالت‌های تولیدکنندهٔ شکر شروع به اجرای برنامه‌هایی ترویجی برای کشاورزان بالادست در جهت مدیریت بهتر زمین‌های آنان کردند. در اواخر دههٔ ۹۰، افرادی که در برنامه‌های ترویجی شرکت داشتند نتایج مثبتی را گزارش کردند: مواد جامد معلق ورودی به سدها به‌شدت کاهش‌یافته بود؛ اما یک تناقض ظاهر شد: برنامه‌های ترویجیْ کوچک و مساحت حوضهٔ آبریز بزرگ بود. تحقیقات نیز یک الگوی چرخشی ده‌ساله از بارش‌های بیشتر و کمتر از مقدار متوسط را نشان داد که احتمالاً به نوسانات جنوبی ال نی نو (ENSO) مرتبط بود. سال‌های دههٔ ۸۰ خشک‌ترین سال‌های ثبت شده بود.

نتایج تحقیقات و مشاهدات کشاورزان محلی روایت دیگری متفاوت با کشاورزان نیشکر را نشان داد. در سال‌های خشک طولانی، سطح آب‌ها پایین افتاد، درختچه‌ها و علف‌ها از بین رفتند و دام‌ها (قبل از مردن)، با خوردن هر چیز در دسترس، شرایط را وخیم‌تر کردند. در این دوره معمولاً میزان رسوبات با فرسایش هنگام بارش باران افزایش می‌یابد. به‌ویژه وقوع طوفان‌های بزرگ در انتهای دورهٔ خشکی مقادیر زیادی از خاک‌ها را جابه‌جا می‌کند. لیکن زمانی که دورهٔ مرطوب‌تر آغاز می‌شود، پوشش گیاهی به دلیل تعداد کم دام‌ها به‌سرعت تجدید می‌شود و فرسایش نیز کم‌وبیش متوقف می‌شود. عکس‌های محل مطالعه در دههٔ ۹۰ زمین لخت قرمز رنگ را نشان می‌دهد، اما از آن به بعد، سرسبزی بیشتر می‌شود. مقدار رسوبا ت اندازه‌گیری‌شده از حوضهٔ آبریزی کوچک در بالادست که هیچ برنامهٔ ترویجی در آن اجرا نشده و کشاورزی معیشتی در آن اجرا می‌شده است، هرگز به بیش از ۵ تن در هکتار نرسید. این مقدار بسیار کمتر از ۷۰ تا ۱۰۰ تن در هکتاری است که در بسیاری از پلات‌های آزمایشی گزارش شده است.

منبع: FAO (2002b)

آمایش سرزمین

از دههٔ ۷۰ میلادی، بخشی از برنامه‌ریزی توسعهٔ منطقه آمایش سرزمین بوده، که به خاک‌شناسی و مطالعهٔ قابلیت اراضی می‌پردازد (FAO, 1976, 2007b). با ظهور سیستم‌های کامپیوتری ارزان‌تر، سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی[1] پیچیده‌تری وارد میدان شد (مثلاً فائو در کنیا، سوازیلند و بنگلادش چنین سیستم‌هایی به راه انداخته است). لیکن با وجود آنکه در تصمیم‌گیری برای کاربری زمین ظرفیت‌های ملی بیشتر شده است، این امر به برنامه‌های کشاورزی یا راهبردهای سرمایه‌گذاری سرایت نکرده است. با این دلیل که تلاش بر این است که در این برنامه‌ها قطعیت زیادی وجود داشته باشد

1. Geographical Information System (GIS)

(مثلاً در تصمیم‌گیری راجع به اینکه با توجه به شرایط خاک و توپوگرافی زمین کدام محصولات کشت شود)، آن هم در زمانی که آزادسازی اقتصادی و نفوذ به بازار رو به افزایش بود. در جاهایی که برنامه‌ها توسعه یافته‌اند، چون ظرفیت نهادی کم بوده و یا وجود نداشته، امکان به‌کارگیری آن برای نظارت بر کاربری زمین نبوده است. در مقابل، آمایش سرزمین در اروپا در تخصیص اراضی به مصارف مختلف شهری، جنگلی، کشاورزی یا مناطق حفاظت‌شده بیشتر نقشی ساختاری ایفا کرده است.

به طورکلی، آمایش سرزمین در سطح محلی بیشتر موفق بوده و معمولاً با سطوح بزرگتر ارتباط ضعیفی برقرار کرده است. شواهد نشان می‌دهد وقتی آمایش سرزمین با تمرکززدایی و برنامه‌های حمایت از بخش کشاورزی گره بخورد، سرمایه‌گذاری محلی و پشتیبانی از آن بیشتر می‌شود. در دهۀ ۹۰ میلادی، ارزیابی مشارکتی روستایی[1] ابزار اصلی برنامه‌ریزی بود و اجرای آن حس تعلق به برنامه‌ها را در سطح محلی بهبود بخشید. لیکن توجه غیرمتمرکز و تقاضامحور منجر به گسیخته‌شدن آن گردید. این موضوعی کلیدی در مدیریت حوضه است، مثلاً در جاهایی که مشارکت و برنامه‌ریزیِ تقاضامحور در سطح محلی با میزان تقاضای پایین‌دست یا با برنامه‌های یکپارچۀ مدیریت زمین و آب در سطح حوضه هماهنگ نباشد.

ارگان‌های مدیریت آبیاری

با توجه به میزان بودجه‌های عمومی اختصاص یافته به طرح‌های آبیاری متوسط و بزرگ‌مقیاس، نقش ارگان‌های دولتی در توسعه، اجرا و نگهداری سامانه‌های آبیاری برجسته بوده است؛ اما معدود طرح‌های بزرگ آبیاری هستند که توسط دولت مدیریت می‌شوند و به کارآیی مالی یا خدمات تقاضامحور آب دست یافته‌اند (Molden, 2007). دلایل اصلی اینکه خدمات ضعیف ارائه می‌شود این است که نهادهای بوروکراتیک و طراحی فنی انعطاف‌ناپذیرند. هردوی این‌ها معمولاً از رویکرد از بالا به پایین سرچشمه می‌گیرند و حاصل آن‌ها یک دور باطل از سرمایه‌گذاری ناکافی، اجرا و نگهداری نامطلوب و تخریب سیستم است، که اغلب منجر به نوسازی مکرر می‌شود.

با این اوصاف، دولت‌ها برخی مسئولیت‌های مدیریت آبیاری طرح‌های بزرگ‌مقیاس را به گروه‌های کاربران منتقل کرده‌اند؛ اما تجربۀ مدیریت آبیاری مشارکتی[2] با تجربۀ انتقال مدیریت آبیاری[3] متفاوت بوده است (FAO,2007a;Molden,2007,Ch.5). مدیریت آبیاری، در سیر انتقال از دولت به نهادهای جمعی و بازار محور، به اجبار باید متنوع و انطباق‌پذیر باشد (Meinzen-Dick, 2007). لیکن، موضوع تأمین هزینه‌های اجرا و نگهداری و تبدیل دارایی‌های انتقال‌یافته به عملیات قابل‌اعتماد و سودآور قابل‌توجه و مهم است (قاب ۴-۲).

در برخی موارد، بخش خصوصی از طریق معرفی عملیات کشاورزی پیشرفته‌تر نظیر کنترل در پایین‌دست، آبیاری موجی، آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و کودآبیاری در معرفی آبیاری مدرن مؤثر بوده است. روش‌های آبیاری مدرن با ابتکار عمل‌ها و حمایت‌های بخش خصوصی و در جاهایی که از آبیاری دقیق در بازار استقبال می‌شود شروع شده است. گاهی کارایی برخی ابتکار عمل‌های بخش خصوصی در تضاد کامل با اقدامات دولت قرار می‌گیرد: مثلاً مقایسۀ بهره‌وری کشت نیشکر خصوصی کنانا[4] در مرکز سودان با پروژۀ گستردۀ دولتی جزیرا[5] در ۱۰۰ کیلومتری شمال آن

1. Participatory Rural Appraisals (PRAs)
2. Participatory Irrigation Management (PIM)
3. Irrigation Management Transfer (IMT)
4. Kenana
5. Gezira

نشان می‌دهد که کل عملیات کشت نیشکر کنانا، تنها با جزئی از عملیات کشاورزی در جزیرا قابل مقایسه و مشابه است. مثال دیگر امکان دسترسی به آب زیرزمینی کم‌عمق در بسیاری از شبکه‌های آبیاری ثقلی در هند (با استفاده از پمپ‌های کوچک دیزلی ارزان‌قیمت) است، که شاه (Shah, 2009) آن را «آبیاری ذره‌ای[1]» نامیده است. این اقدامْ واکنش بخش خصوصی به شکست نهادی و هیدرولیکیِ مسئولانِ شبکهٔ آبیاری بود. به طورکلی، لازم است مدیریت آبیاریْ انعطاف‌پذیرتر و پاسخگوتر باشد. این امر مستلزم این است که به همان اندازه که وجود زیرساخت‌های نوین لازم است، برنامه‌های ظرفیت‌سازی نیز به نحو مطلوب وجود داشته باشند و اجرا شوند (FAO, 2007e).

قاب ۴-۲: تجربهٔ انتقال مدیریت آبیاری: بهره‌برداری و نگهداری در رومانی

در رومانی، سیستم‌های آبیاری به‌شدت به پمپاژ آب وابسته‌اند. از مجموع ۳/۱ میلیون هکتار زمین‌های توسعه‌یافته در اواخر دههٔ ۸۰ حدود ۲/۸۵ میلیون هکتار با هزینه‌های سنگین انرژی تحت آبیاری بارانی قرار گرفته است: در برخی مکان‌ها، ارتفاع پمپاژ آب به ۲۷۰ متر می‌رسد. پس از فروپاشی دولت و زمین‌های اشتراکی در سال ۱۹۹۰، مسئول مشخصی برای بهره‌برداری و نگهداری از زیرساخت‌های آبیاری وجود نداشت و سازمان‌های ملی برای قبول چنین مسئولیتی نیروی کار و منابع مالی کافی نداشتند. در نتیجهٔ فرسوده‌شدن تجهیزات آبیاری که با ناتوانی دولت و کشاورزان در پرداخت هزینه‌های انرژی پیچیده‌تر هم شده بود، مصرف سالانه برای آبیاری که قبلاً حدود ۲۵۰۰ تا ۳۰۰۰ متر مکعب در هکتار بود به حدود ۱۰۰۰ متر مکعب در هکتار کاهش یافت و درآمد حاصل از جمع‌آوری هزینه‌ها دیگر برای تأمین هزینهٔ نگهداری از تجهیزات آبیاری کافی نبود. به علاوه، تجهیزات در مزرعه و پمپ‌ها خراب شده یا به سرقت رفته بود یا کهنه‌تر از آن بود که به خوبی کار کند.

با تصویب قانون احیای اراضی در سال ۱۹۹۹، انجمن‌های آب‌بران شکل گرفت و انجمن احیای اراضی ملی (SNIF) در ادارهٔ احیای اراضی به طور کامل بازسازی شد. اقداماتی شامل کاهش عمدهٔ تعداد کارمندان، انتقال اختیارات به ادارات محلی و هم‌چنین نقش پررنگ‌تر انجمن آب‌بران در مدیریت سیستم‌ها صورت گرفت. هم‌اکنون کارمندان انجمن آب‌برانْ مسئول کانال‌ها و ایستگاه‌های درجه دو پمپاژ و نیز مسئول جمع آوری آب‌بهایند. این قانون در سال ۲۰۰۴ و ۲۰۰۵ بیشتر تغییر یافت تا به انجمن‌های آب‌بران اجازه دهد که مسیر پمپ‌های اصلی تا رودخانه را کنترل و مدیریت کنند. در حال حاضر تنها حدود ۷۰۰۰۰۰ هکتار آبیاری می‌شود که علت آن عدم نگهداری درست از سیستم‌های آبیاری و سن زیاد واحدهای بزرگ پمپاژ و هم‌چنین هزینهٔ بالای انرژی است. قانون احیای اراضی مقرر داشت که سیستم آبیاری تنها زمانی می‌تواند کار کند که تقاضای آب برای حداقل ۲۰ درصد از زمین تحت آبخور آن در کانال‌های توزیعی و در کل سیستم وجود داشته باشد. چالش انجمن‌های آب‌بران این است که بتواند سطح کافی تحت آبیاری را به گونه‌ای حفظ کند که بتواند به طور صحیح زیر ساخت موجود را حفظ نماید.

منبع: FAO (2007a)

1. atomistic irrigation

همان‌طور که مجریان بخش خصوصی نشان داده‌اند که می‌توانند طرح‌های تجاری را مدیریت کنند، به همان ترتیب ممکن است اجرای طرح‌های کوچک خرده‌مالکان با مدیریت بخش خصوصی با مدل‌های مشارکت دولت و بخش خصوصی[1] سازگار باشد. حتی در شرایط سخت، مجریان خصوصی طرح‌های تجاری بزرگ‌مقیاسِ محصولاتی نظیر شکر، چای و مرکبات مدیران آبیاری کارامدی بوده‌اند. امکان دارد که مجریان خصوصی بتوانند طرح‌های عمومی را اداره کنند، لیکن تا این تاریخ در این زمینه تجربه‌های کمی وجود دارد. مروری بر پدیدارشدن مشارکت‌های دولتی و خصوصی در آبیاری (World Bank, 2007b) نشان می‌دهد که واردکردن بخش خدمات به عنوان طرف سوم برای بهبود بازدهی خدمات مفید است، اما در اجرای آن باید دقیقاً توجه شود که ریسک ارائه‌دهندگان خدمات کاهش داده شود.

انعطاف‌پذیرتر شدنِ بخش‌های غیردولتی

به طورکلی آزادسازی کشاورزی فاریاب، فارغ از برنامه‌ریزی متمرکز و سهمیه‌بندی تولید یا سلطهٔ طرح‌های حمایتی قیمت، باعث تولید مجموعهٔ متنوعی از محصولات برای ارضای تقاضاهای متغییر بازار بوده است. شبکه‌های سنتی آبیاری سطحی قادر به تطابق با تقاضای آبیاری برای تحویل به‌موقع آب نبوده‌اند، اما با افزایش وابستگی به آب زیرزمینی (Shah, 2009)، با وجود همهٔ اثرات جانبی ناشی از استفادهٔ بی‌رویه از آبخوان‌ها، آبیاریانعطاف‌پذیرتر شده است. (Llamas and Custodio, 2003)

به دنبال کمیابی هرچه بیشتر آب، بازارهای رسمی و غیررسمی برای آب‌های سطحی و زیرزمینی ایجاد شده است. بازارهای آب در نظر از مزایایی قوی برخوردارند و می‌توانند مفید باشند. به‌ویژه بازارهای محلی که با زیرساخت‌های محدود و حداقل ساختار حکمرانی می‌توانند بازده مصرف آب را افزایش دهند. دیده شده که بازار غیررسمی آب که در توزیع منافع حاصله از آب زیرزمینی مؤثر است (Shah, 1993). تاکنون بازار رسمی تنها در شیلی، استرالیا و غرب آمریکا وجود داشته است. پیش‌نیاز وجود بازار آب این است که حقوق آب مشخص و قابل دفاع باشد، و این چارچوبی نهادی و قانونی برای تجارت و زیرساختی برای انتقال آب بین کاربران است.

عواقب محیط‌زیستی رویکردهای سیاستی پیشین

رویکردهای سیاستی و نهادی پیشین بهره‌وری زمین و آب و تولید را افزایش داده، اما در برخی مناطق منجر به بروز عوارض جانبی محیط‌زیستی شده است. سیاست‌های کشاورزی مروج مکانیزاسیون، مصرف کود شیمیایی و سموم دفع آفات بوده که هزینه‌ها و خطرات محیط‌زیستی به وجود آورده است. در برخی موارد، سیاست‌های زمین موجب پیشروی در زمین‌های حاشیه‌ای و نیز از بین رفتن جنگل‌ها و تالاب‌ها گردیده، و از سویی با ایجاد ناامنی در مالکیت منجر به سرمایه‌گذاری ناکافی و ایجاد راهبردهای تولید کوتاه‌مدت شده است. هم‌چنین سیاست‌های آب رواج طرح‌های آبیاری بزرگ‌مقیاس، توسعهٔ استفاده از آب زیرزمینی و برداشت یکجا و عمدهٔ آب را در پی داشته، حال آنکه بیشتر این سیاست‌ها منجر به افزایش سریع بازدهی شده، اما سبب تخریب گستردهٔ منابع زمین و آب نیز گردیده است. در سال‌های اخیر سیاست‌ها و سازمان‌های محیط‌زیستی در تشخیص این مشکلات فعال بوده‌اند، اما فعالیت‌ها بیشتر واکنشی بوده تا پیشگیرانه و اغلب ظرفیت‌های نظارتی کمی داشته است.

نهادهای محیط‌زیستی در واکنش به اثرات محیط‌زیستی ناشی از کشاورزی متراکم ایجاد شده‌اند، اما در کشورهای در حال توسعه، این نهادها برای تاثیرگذاری بر برنامه‌های توسعه با چالش روبرو هستند. به دنبال کنفرانس ۱۹۹۲ ریو، آگاهی از مشکلات محیط‌زیستی افزایش یافته و بیشتر ملت‌ها چارچوبی نهادی از قوانین، سیاست‌ها و سازمان‌ها ایجاد

1. public-private partnership (PPP)

کردند تا بر رشد و مدیریت منابع طبیعی در مسیر پایداری محیط‌زیست و کاهش تخریب محیط‌زیست اثر بگذارند. این مؤسسات در «تدوین برنامه‌هایی برای حفظ محیط‌زیست[1]» به‌خصوص در کشورهای توسعه یافته مؤثر بوده‌اند. مثلاً ادارهٔ حفاظت محیط‌زیست آمریکا برنامه‌های عمده‌ای را برای کاهش منابع آلایندهٔ غیرنقطه‌ای[2] کودهای شیمیایی و سموم دفع آفات از زمین‌های کشاورزی ارائه داده است. با این حال، نهادهای محیط‌زیستی مجبورند با ضعف پیروی از دستورات کنار بیایند و تمایل به رفتار واکنشی داشته باشند تا کنشگرا. اقتدار برنامه‌های محیط‌زیستی مشکلی دیگر است: اگرچه محیط‌زیست در کشورهای توسعه‌یافته جایگاه مهمی دارد ولی در کشورهای در حال توسعه، نگرانی‌های محیط‌زیست با نگاهی ضد توسعه یا حتی ضد فقر همراه است و چالش‌هایی پیش روی اثرگذاری سیاست‌های محیط‌زیستی بر برنامه‌های توسعه وجود دارد.

در ایجاد اثرات جانبی منفی، انگیزه‌های انحرافیِ ناخواسته نیز محرکی قوی است. انگیزه‌هایی که کشورها با اعمال آن‌ها رشد کشاورزی را رواج داده‌اند اغلب اثرات جانبیِ منفی داشته، مانند سیاست‌های تجاری و اقتصاد کلان به نفع تولید غذا و بهره‌برداری از منابع طبیعی در مناطقی بدون مزیت نسبی. در برخی کشورها، انگیزه‌های انحرافی منجر به تخریب زمین و آب شده است (قاب ۵-۲). مثلاً دادن یارانه به انرژی موجب تخلیهٔ مخازن آب زیرزمینی در بسیاری از کشورها شده است.

مشکل تنها اعمال سیاست‌هایی با سازگاری کم نیست، بلکه نبودن سیاست‌های خوب نیز هست. مثال‌هایی از کنیا و اتیوپی (قاب ۶-۲) نشان می‌دهد اتخاذ سیاست‌های درست و نادرست یا نبود سیاست چه اثرات شدیدی بر زمین و آب می‌گذارد.

مشکل اصلی این است که هزینه‌ها و منافع اثرات جانبی نامتقارن است. رشد کشاورزی متراکم در یک محل ممکن است چه در آن محل و چه در پایین‌دست آن خطرهایی برای زمین و آب ایجاد کند. مثلاً چرای مفرط دام‌ها ممکن است موجب تشدید فرسایش خاک در محل شده و منجر به از بین رفتن حاصلخیزی شود و در عین حال سبب رسوب‌گذاری در پایین‌دست گردد. استفادهٔ زیاد از کودهای شیمیایی ممکن است سبب آلودگی آب‌های زیرزمینی در محل و هم‌چنین آلودگی آب در پایین‌دست شود. هزینه‌های ایجاد شده در محل می‌تواند داخلی شود[3] به این معنی که اگر چارچوب انگیزشی حفاظت از منابع طبیعی را ترویج دهد، کشاورز عملیاتی را که به ظرفیت بازدهی مزرعه‌اش آسیب می‌رساند اصلاح خواهد کرد. اما کشاورزان به‌ندرت انگیزهٔ کافی برای اصلاح عوارض جانبی دارند. باید اصلاحاتی در چارچوب انگیزه‌ها صورت گیرد. بنابراین، هم‌اکنون یکی از چالش‌ها این است که چگونه ساختار انگیزشی موجود را اصلاح کنیم تا کشاورزان بالادست (کسانی که هزینهٔ عوارض جانبی کارهای خود را متحمل می‌شوند اما سهم کمتری از منافع نصیبشان می‌شود) انگیزه داشته باشند که از زمین و آب در حوضهٔ خود حفاظت کنند. از تلفیق این اهداف حفاظتی با کشاورزی متمرکز نمونه‌های خوبی وجود دارد (قاب ۷-۲)، اما سایر برنامه‌ها در ایجاد ساختارهای انگیزشی موفق مشکل داشته‌اند.

1. greening agenda
2. non-point sources
3. internalized

قاب ۵-۲: اثر انگیزه‌های انحرافی بر مدیریت زمین و آب

در برخی کشورها، چارچوب انگیزشی انحرافی سبب تخریب منابع زمین و آب می‌شود. در جایی که کود شیمیایی مشمول یارانهٔ زیاد می‌شود، (به طور مثال بنگلادش و چین) نرخ مصرف فراتر از میزان توصیه شده است و منجر به استفادهٔ بیش از حد می‌شود. در سال ۲۰۰۸ کشاورزان چینی، ۸۴ دلار آمریکا در هر هکتار یارانهٔ کود دریافت کرده‌اند. در فاصلهٔ سال‌های ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹ بنگلادش ۷۵۸ میلیون دلار برای اوره هزینه کرد. نتیجهٔ این اقدام در هر دو کشور اثرات بسیار مخربی بر کیفیت آب زیرزمینی داشت.

در برزیل تا پیش از بحران اقتصادی سال‌های اول دههٔ ۹۰، یارانهٔ اعتباری و معافیت مالیاتی برای پاکسازی زمین‌ها (جنگل‌زدایی) در منطقهٔ آمازون برای تولیدات غالباً ناپایدار داده می‌شد. چارچوب انگیزشی انحرافی منجر به از دست رفتن دائمی اکوسیستم‌های جنگلی گردید، و در توسعهٔ کشاورزی کارآمد، عادلانه و پایدار، این چارچوب شکست خورد.

منبع: Huang *et al*. (2011); Binswanger (1991)

قاب ۶-۲: نحوهٔ اثرگذاری سیاست‌های کلی بر مدیریت پایدار زمین

از دههٔ ۳۰ تا ۹۰ قرن بیستم میلادی جمعیت در منطقهٔ ماچاکوس سابق در کنیا ۶ برابر شد، حال آنکه تولیدات کشاورزی ده برابر گردید. در سال‌های اخیر این منطقه شاهد پذیرش گستردهٔ روش‌های کنترل فرسایش و افزایش معنی‌دار پوشش درختان بوده است. سیاست‌های قیمت‌گذاری نسبتاً مناسب، دسترسی به بازارهای بین‌المللی برای محصولات صادراتی، توسعهٔ زیرساخت‌ها، نزدیکی به بازار در نایروبی (Nairobi)، وجوهی که مهاجران موقت می‌فرستند، امنیت مالکیت شخصی زمین و خدمات ترویج محلی که به حفاظت از خاک کمک می‌کند از جمله عواملی هستند که این اقدام‌ها را توسعه بخشیده‌اند.

در اتیوپی، در دورهٔ هیلاسلاسی و درگ (Hailesessie و dreg)، کشاورزان به روش‌های مختلف مالیات‌های سنگین پرداخت می‌کردند. زیرساخت‌ها و توسعهٔ بازارها حداقل بود و خدمات کشاورزی وجود نداشت. دسترسی به بازارهای داخلی و بین‌المللی اغلب مختل شده بود. فرصت‌های استخدام در بخش غیرکشاورزی روستا و اقتصاد شهری محدود بود. حقوق مالکیت زمین به شدت ناامن بود. تخریب گستردهٔ منابع ارضی از ناامنی در حقوق مالکیت همراه با ضعف زیرساخت‌ها، دسترسی به بازارها و انگیزه‌ها و انحراف سیاست‌ها ناشی می‌شد.

منبع: Tiffen *et al*. (1994); Grepperud (1994); Heath and Binswanger (1996)

با افزایش رقابت بر سر زمین و آب، به دلیل نبود حقوق ثابت و پایدار برای استفاده از آن‌ها، انگیزه‌های بخش خصوصی برای سرمایه‌گذاری و مدیریت کاهش یافته و سیاست‌ها در اغلب مواقع موجب استفادهٔ ناپایدار و افزایش عوارض جانبی منفی شده است. علی‌رغم یکپارچگی سیستماتیک در عملکرد زمین و آب، قوانین و نهادهای جدید هم‌اکنون تمایل دارند

که به زمین و آب به طور جداگانه بپردازند. حتی نهادهایی که کارشان مدیریت یکپارچهٔ منابع است (مانند ارگان‌ها در سطح حوضه)، به‌جای اینکه به زمین و آب به طور مشترک بپردازند، عمدتاً با یکی از این منابع سر وکار دارند. این شکاف نهادی با برنامه‌ریزیِ جزئی‌تر برای منابع طبیعی و رویکردهای تمرکززدایانه و تقاضامحور بیشتر شده است.

درجایی که منابعِ زمین و آب کم شده و رقابت میان سایر بخش‌ها افزایش یافته، علاوه بر اثری که بر منابع طبیعی می‌گذارد، هزینه‌های اقتصادی-اجتماعی نظیر رقابت و درگیری نیز ایجاد شده است. ایجاد تغییر در تخصیص منابع زمین و آب، ناامنی در مالکیت آن‌ها، یا تخریب سرمایه‌های زمین و آب منشاء فقر و عدم امنیت غذایی است. در بسیاری حوضه‌ها و کشورها، سرعت تغییرات اقتصادی-اجتماعی و تجمیع اثرات محیط‌زیستی از سرعت واکنش‌های نهادی پیشی گرفته است. شدت رشد و توسعهٔ حوضه‌ها و میزان وابستگی به منابع زمین و آب و رقابت بر سر آن‌ها ما را نیازمند نهادهایی سازگارتر و قابل‌اعتمادتر کرده است (Molle and Berkoff, 2006).

قاب ۷-۲: احیای حوضهٔ آبریز در فلات لس، واقع در حوضهٔ آبریز زرد چین

در طول صد سال گذشته در فلات لس واقع درحوضهٔ آبریز زرد چین، روش‌های کشاورزی ناپایدار شامل جنگل‌زدایی، چرای بیش از حد دام و روش‌های نامناسب احیای اراضی به همراه فشار رشد جمعیت منجر به کاهش پوشش گیاهی حفاظتیِ حدود ۲۰ درصد از کل منطقه شده است (Brislar, 1999). برنامه‌ای موفقیت‌آمیز برای احیای حوضهٔ آبریز اجرا گردید که شامل تراس‌بندی، کشت نواری، ساخت سدهای کنترل رسوب و کاشت درختان و مراتع در مقیاس وسیع بود. حدود ۲۱۰۰ سازهٔ کنترل رسوب ساخته شد که در سال حدود ۲۵ میلیون تن رسوب را در خود نگه می‌داشت.

این روش ها از طریق کاهش فرسایش خاک و رسوب رودخانه‌ها کیفیت زمین و آب را بهبود بخشید. ممنوع‌کردن چرای دام به‌خصوص بر روی شیب‌های تند، پوشش گیاهی طبیعی متراکمی را با هزینهٔ پایین تولید کرد. علف‌ها و بوته‌ها (به خصوص یونجه و astragalus) بر زمین‌های بایر مسطح یا با شیب‌های ملایم کاشته شد تا به عنوان علوفه برای تغذیهٔ دام خانگی استفاده شود و چرای ناپایدار بر روی شیب‌ها را کاهش دهد. سیستم‌های تولید پایداری که استقرار یافته اکنون برای کشاورزان سودمند است. حالا انگیزهٔ حفظ این سرمایه‌گذاری‌ها برای کشاورزان ایجاد شده است. این‌ها نتایج سرمایه‌گذاری اولیهٔ دولتی به میزان زیاد است.

منبع: World Bank (2003, 2007d)

سرمایه‌گذاری در زمین و آب

سرمایه‌گذاری در مدیریت زمین و آب برای افزایش پایدار بهره‌وری کشاورزی ضروری است. سرمایه‌گذاری روی زمین و آب در پنج سال اخیر در کل اندکی افزایش داشته، اما میزان سرمایه‌گذاری برای تولید متراکمو کاهش هم‌زمان اثرات منفی بر اکوسیستم کمتر از حد نیاز بوده است. یکی از نگرانی‌های عمده این است که در مناطقی که فقر شایع، امنیت غذایی کم و خطر تخریب منابع زمین و آب زیاد است، میزان سرمایه‌گذاری در نظام‌های آسیب‌پذیرتر دیم کم است.

سرمایه‌گذاری عمومی در کشاورزی

هزینهٔ کل جهان در بخش کشاورزی بین سال‌های ۱۹۸۰ و ۲۰۰۲ به معنای واقعی دو برابر شد، اگرچه نسبت آن به کل هزینه‌های عمومی از ۱۱ درصد به ۷ درصد کاهش یافت (جدول ۱-۲). افزایش هزینهٔ واقعی مشخصاً در آسیا مشهود است، که تقریباً سه برابر شد و در سال ۲۰۰۲ به ۱۹۲ میلیارد دلار آمریکا رسید. میزان سرمایه‌گذاری عمومی در کشاورزی در آفریقای سیاه هم‌چنان کم است.

سرمایهٔ خصوصی و جذب مستقیم سرمایهٔ خارجی

در سال‌های اخیر بیشتر سرمایه‌گذاری‌های خصوصی و جریانات تجاری در کشورهای صنعتی متمرکز بوده است. در جریانات سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی[1] این کشورها بیشترین رشد را داشته‌اند. مقدار این سرمایه‌گذاری‌ها در سال ۲۰۰۲ به ۱/۱ تریلیون دلار آمریکا رسیده است. در میان کشورهای در حال توسعه، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در آسیای شرقی و حوزهٔ اقیانوس آرام و آمریکای لاتین و حوزهٔ کارائیب به‌شدت تمرکز داشته و سرمایه‌گذاری اندکی در آفریقای سیاه صورت گرفته است. لیکن با توجه به روند طولانی‌مدت، سهم آفریقای سیاه از سرمایه‌گذاری بیشتر می‌شود (Winpenny, 2010).

جدول ۱-۲: هزینهٔ عمومی در بخش کشاورزی در کشورهای منتخب در حال توسعه (۲۰۰۲-۱۹۸۰)

	۲۰۰۰ (میلیارد) دلار درسال به طور ثابت				درصد از تولید ناخالص ملی بخش کشاورزی				سهم کشاورزی از کل هزینه‌های عمومی (درصد)		
مناطق*	۱۹۸۰	۱۹۹۰	۲۰۰۰	۲۰۰۲	۱۹۸۰	۱۹۹۰	۲۰۰۰	۲۰۰۲	۱۹۸۰	۱۹۹۰	۲۰۰۲
آفریقا (۱۷)	۷/۳	۷/۹	۹/۹	۱۲/۶	۷/۴	۵/۴	۵/۷	۶/۷	۶/۴	۵/۲	۴/۵
آسیا (۱۱)	۷۴	۱۰۶/۵	۱۶۲/۸	۱۹۱/۱۸	۹/۴	۸/۵	۹/۵	۱۰/۶	۱۴/۸	۱۲/۲	۸/۶
آمریکای لاتین و کارائیب (۱۶)	۳۰/۵	۱۱/۵	۱۸/۲	۲۱/۲	۱۹/۵	۶/۸	۱۱/۱	۱۱/۶	۸/۰	۲/۰	۲/۵
کل	۱۱۱/۸	۱۲۵/۹	۱۹۰/۹	۲۲۵/۶	۱۰/۸	۸/۰	۹/۳	۱۰/۳	۱۱/۳	۷/۹	۶/۷

* تعداد کشورهای در حال توسعهٔ بررسی شده در هر منطقه

منبع: Akroyd and Smith (2007)

گرچه در اقتصاد کشورهای در حال توسعه، کمتر از ۱ درصد از کل سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی جذب بخش کشاورزی می‌شود (۱۴/۳ میلیارد دلار آمریکا از کل ۲ تریلیون دلار آمریکا در سال ۲۰۰۴)، اما سرمایه‌گذاری در این بخش رشد داشته و بین سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۰۴ سه برابر شده است (جدول ۲-۲). بخشی از ورودی این سرمایه، سرمایه‌گذاری تجاری و سرمایه‌گذاری دولت‌های خارجی روی زمین و آب برای تولید غذا و مواد اولیهٔ سوخت‌های زیستی بوده است. امروزه نگرانی‌ها پیرامون اثرات احتمالی این نوع سرمایه‌گذاری‌ها بر عدالت اجتماعی و امنیت غذایی در کشورهای میزبان زیاد شده است (قاب ۸-۲).

1. Foreign Direct Investment (FDI)

میزان سرمایه‌گذاری لازم در آینده

بر پایهٔ برآوردهای بلندمدت نیاز غذایی، فائو پیش‌بینی می‌کند که در کشورهای در حال توسعه طی سال‌های ۲۰۰۷ تا ۲۰۵۰، میزان سرمایه‌گذاری ناخالص لازم در بخش کشاورزی و صنایع وابسته به آن به ۹/۲ تریلیون دلار برسد، که ۱۸ درصد آن (۹۶۰ میلیارد دلار) به مدیریت آب و آبیاری و حدود ۳ درصد (۱۶۱ میلیارد دلار) به توسعهٔ اراضی، حفاظت از خاک و کنترل سیل اختصاص خواهد یافت (جدول ۳-۲).

انتظار می‌رود بخش اعظم این سرمایه‌گذاری (۵۸ درصد) در آسیا صورت پذیرد که نشان از وسعت زیاد کشاورزی، تولید زیاد در کل و نیز وجود تولیدات کشاورزی سرمایه‌بر در این منطقه دارد (جدول ۴-۲). نرخ رشد تولیدات کشاورزی در آسیا نسبتاً کمتر است. عکس آن در منطقهٔ آفریقای سیاه صدق می‌کند و انتظار می‌رود میزان کل سرمایه‌گذاری لازم نسبتاً کم باشد، که علت آن تولید مبتنی بر نیروی کار زیاد و تولید با صرفه‌جویی در سرمایه است (۹ درصد از کل). با این حال پیش‌بینی می‌شود نرخ رشد در این منطقه بیشتر باشد که نشانگر تغییر بسیار آرام به سمت کشاورزی سرمایه برتر و افزایش ملایم میزان سرانهٔ تولید بر اثر دو برابر شدن جمعیت مصرف‌کنندگان مواد غذایی است.

جدول ۲-۲: برآورد سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به تفکیک بخش و صنعت بین سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۰۴ (میلیون دلار امریکا)

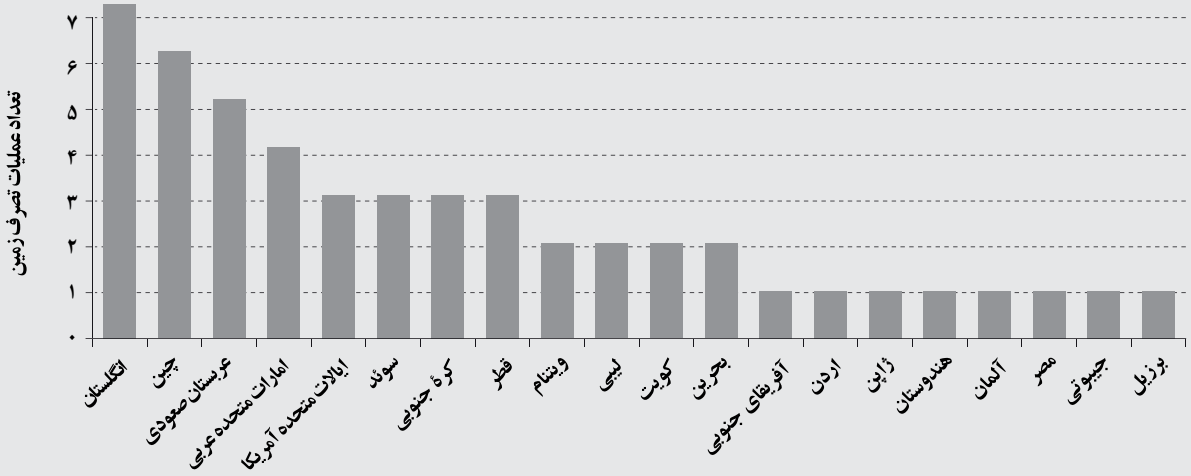
بخش	۱۹۹۰			۲۰۰۴			
	کشورهای توسعه‌یافته	کشورهای در حال توسعه	جهان	کشورهای توسعه‌یافته	کشورهای در حال توسعه	کشورهای مستقل هم‌سود و جنوب شرق اروپا	جهان
اصلی	۱۳۹۵۶۳	۲۳۷۱۵	۱۶۳۲۷۸	۲۶۸۱۷۱	۱۵۱۶۲۳	۲۰۷۲۵	۴۴۰۵۲۹
● کشاورزی	۳۱۹۳	۴۰۶۳	۷۲۵۶	۷۷۳۹	۱۴۳۳۹	۴۸۳	۲۲۵۶۱
● استخراج معدن و نفت	۱۳۶۳۷۱	۱۷۶۰۱	۱۵۳۹۷۲	۲۵۶۶۴۲	۱۳۷۲۹۴	۲۰۲۴۲	۴۱۴۱۷۷
● اصلی نامشخص	–	۲۰۵۱	۲۰۵۱	۳۷۹۱	–	–	۳۷۹۱
صنعت	۵۸۶۳۷۹	۱۴۴۳۷۲	۷۳۰۷۵۰	۲۴۰۶۱۲۷	۶۱۳۵۵۹	۲۰۴۴۸	۳۰۴۰۱۳۵
خدمات	۷۱۶۵۴۴	۱۵۱۵۸۹	۸۶۸۱۳۳	۴۶۲۴۶۹۹	۱۲۲۴۳۵۶	۳۴۲۸۶	۵۸۸۳۳۴۱

قاب ۸-۲ : معاملات زمین در کشورهای در حال توسعه

در کشورهای در حال توسعه، سرمایه‌گذاری روی زمین‌های حاصل‌خیز به طور چشمگیری افزایش یافته است. به طور معمول، در معاملات زمین برای قطعات بزرگ (بالای ۱۰۰۰۰ هکتار) مدت اجاره بین ۵۰ تا ۹۹ سال است. بازیگران اصلی درگیر در این امر دولت‌ها، صندوق‌های سرمایه‌گذاری کشاورزی و بخش خصوصی شامل بانک‌های سرمایه‌گذاری، کشت و صنعت‌ها، بازرگانان و شرکت‌های معدنی‌اند (Smaller & Man, 2009). بدین ترتیب تصاحب اراضی می‌تواند در چهار نوع طبقه‌بندی شود: (Bickle and Bruer, 2009)

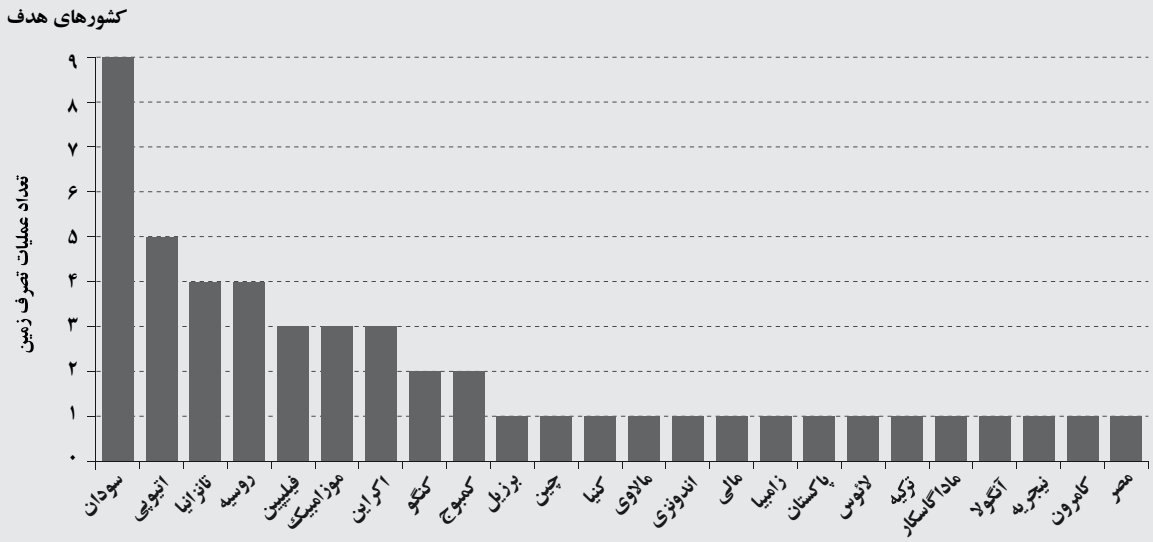
- کشورهای با جمعیت زیاد و رشد پایدار (چین، هند، ژاپن، کره‌ی جنوبی) که برای رفع روزافزون نیازهای داخلی در تولیدات کشاورزی سرمایه‌گذاری می‌کنند.
- کشورهای با بیلان منفی غذایی و منابع محدود زمین و آب اما ثروتمند (کشورهای حاشیهٔ خلیج فارس، لیبی).
- کشورهای صنعتی که سرمایه‌گذاری روی زمین را با هدف تولید سوخت‌های زیستی انجام می‌دهند.
- احتکار زمین در داخل در کشورهای در حال توسعه (مثلاً برای اهداف گردشگری).

تصاحب اراضی می‌تواند به صورت راهبرد برد–برد دیده شود. کشور سرمایه‌گذارْ زمین به دست می‌آورد، دسترسی به غذای تولید شده را تضمین می‌کند و بازده مالی زیادی نیز به دست می‌آورد.



سرمایه به بخش کشاورزی کشور گیرنده تزریق می‌شود، و این منجر به توسعهٔ اقتصادی آن کشور می‌گردد. با این حال، این ترتیبات برای سرمایه‌گذار با خطراتی همراه است (مثلاً خطرات سیاسی در کشور میزبان) و برای شهروندان کشور میزبان نیز که ممکن است با سلب مالکیت زمین، سوء استفاده از نیروی کارگری و از دست دادن امنیت غذایی روبرو شوند، خطرناک است. (Cotula *et al*.2009)

همانند سایر سرمایه‌گذاری‌های مستقیم خارجی و تجارت بین‌المللی «قوانین معامله» برای اطمینان از سودمندبودن سرمایه گذاری‌های خارجی برای هر دو کشور میزبان و بهره‌برداران زمین که زمینشان را به شکل موقت یا دائم از دست می‌دهند، قابل توصیه است. این قوانین می‌تواند شامل، شفافیت در مذاکرات و معاملات تجاری، حفاظت از سرمایه‌گذارها، جبران خسارت بهره‌برداران زمین، احترام به حقوق مالکیت اراضی موجود با توجه به منافع جوامع محلی در سرمایه‌گذاری‌ها و ارزیابی اثرات بالقوهٔ مثبت و منفی محیط‌زیستی باشد (Von Braun and Meinzen-Dick,2009;Cotula *et al*., 2009). هیچ مکانیزم نهادی‌ای به تنهایی متضمن دستیابی به خروجی‌های مطلوب برای تمام گروه‌های درگیر نیست: در عوض همکاری از طریق قوانین بین‌المللی، سیاست‌های دولت و مشارکت جامعهٔ مدنی و رسانه‌ها و جوامع محلی برای اطمینان از اینکه معاملات زمین بر طبق مقررات انجام می شود، ضروری است.



همکاری‌های بین‌المللی در رابطه با زمین و آب

همکاری‌های بین‌المللی در رابطه با زمین و آب با دغدغه امنیت غذایی مرتبط با نیازهای توسعهٔ روستایی از سال ۱۹۴۰ در کشورهای تازه استقلال‌یافته شکل گرفت. از سال‌های دههٔ ۸۰ میلادی، براثر استفادهٔ نظارت نشده از منابع طبیعی، اثرات منفی محیط‌زیستی به طور فزاینده‌ای در مقیاس محلی، منطقه‌ای و جهانی آشکار شد. از همان سال‌ها، ارزیابی دلایل اثرات منفی محیط‌زیستی و مسائل زمین و آب مانند فرسایش خاک، شورشدن زمین‌های فاریاب، گسترش بیماری‌های ناشی از آب، تخلیهٔ منابع آب و آلودگی آن‌ها مورد توجه بین‌المللی قرار گرفت. در دههٔ ۹۰ مسائل بیشتری در خصوص زمین و

آب در ارتباط با کاهش تنوع زیستی، متغیر بودن آب و هوا و تغییر اقلیم به نگرانی‌های محیط‌زیستی پیشین اضافه شد. براین اساس، موضوع مدیریت پایدار زمین و آبْ مؤلفهٔ اصلی تمرکز جهانی در چالش‌های امنیت غذایی، محیط‌زیست و تغییرات آب و هوایی شده است.

جدول ۲-۳: سرمایه‌گذاری لازم که برای سال‌های ۲۰۰۵-۲۰۰۷ تا ۲۰۵۰ به میلیارد دلار آمریکا پیش‌بینی شده

	خالص	استهلاک	ناخالص
کل برای ۹۳ کشور در حال توسعه	۳۶۳۶	۵۵۳۸	۹۱۷۴
کل سرمایه‌گذاری در تولیدات اساسی	**۲۳۷۸**	**۲۸۰۹**	**۵۱۸۷**
سهم تولید محصولات کشاورزی	۸۶۴	۲۶۴۱	۳۵۰۵
آبادانی زمین، حفاظت خاک، کنترل سیلاب	۱۳۹	۲۲	۱۶۱
توسعه و بهبود آبیاری	۱۵۸	۸۰۳	۹۶۰
استقرار محصولات دائمی	۸۴	۴۱۱	۴۹۵
مکانیزاسیون	۳۵۶	۹۵۶	۱۳۱۲
سایر منابع انرژی و تجهیزات	۳۳	۴۴۹	۴۸۲
سرمایه در گردش	۹۴	۰	۹۴
سهم تولیدات دامی	۱۵۱۴	۱۶۸	۱۶۸۳
کل سرمایه‌گذاری در خدمات پشتیبانی پایین‌دست	**۱۲۵۷**	**۲۷۲۹**	**۳۹۸۶**

منبع: Schmidhuber *et al*. (2009)

جدول ۴-۲: توزیع منطقه‌ای سرمایه‌گذاری‌های پیش‌بینی‌شده در تولید محصولات بین سال‌های ۷-۲۰۰۵ تا ۲۰۵۰

	خالص	استهلاک	ناخالص	سهم از کل
	میلیارد دلار آمریکا در سال ۲۰۰۹			٪
۹۳ کشور در حال توسعه	۳۶۳۶	۵۵۳۸	۳۵۰۵	۱۰۰
جنوب صحرای آفریقا	۴۷۸	۴۶۲	۳۱۹	۹/۱
امریکای لاتین و کارائیب	۸۴۲	۹۶۲	۵۲۸	۱۵/۱
خاور نزدیک و آفریقای شمالی	۴۵۱	۷۴۲	۶۱۹	۱۷/۷
آسیای جنوبی	۸۴۳	۱۴۴۴	۱۰۲۴	۲۹/۲
شرق آسیا	۱۰۲۲	۱۹۲۸	۱۰۱۵	۲۹

منبع: Schmidhuber *et al*. (2009)

نقاط عطف و دستاوردها

از دهۀ ۸۰، سازمان ملل تبدیل به جایگاهی برای گفتگو پیرامون ارزش‌های جهانی و مبانی توسعۀ پایدار شد. کنفرانس‌های تأثیرگذار مهم، ازجمله نشست ریو در سال ۱۹۹۲[1]، اجلاس هزاره در سال ۲۰۰۰ [2]، اجلاس ژوهانسبورگ در مورد توسعۀ پایدار (۲۰۰۲) [3]، به شکل‌گیری برنامه توسعۀ جهانی کمک کرد. این برنامه در اهداف توسعۀ هزاره[4] در سال ۲۰۰۲ خلاصه شد. کنوانسیون مقابله با بیابان‌زایی (کنوانسیون سازمان ملل متحد برای مقابله با بیابان‌زایی، قاب ۹-۲)، کنوانسیون تنوع گونه‌های زیستی[5] و کنوانسیون تغییر اقلیم[6] همگی ارتباط زیادی با مدیریت زمین و آب دارند. به علاوه، سازمان ملل از تحقیقات جهانی و تلاش‌هایی مانند ارزیابی اکوسیستم هزاره[7]، چشم‌انداز جهانی محیط‌زیست و گروه بین‌الدولی تغییر اقلیم[8] پشتیبانی و حمایت کرده است.

1. Rio Summit
2. Millennium Summit
3. Johannesburg Summit on Sustainable Development
4. Millennium Development Goals (MDGs)
5. Convention on Biological Diversity (CBD)
6. Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)
7. Millennium Ecosystem Assessment (MEA)
8. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)

قاب ۹-۲: بیابان‌زایی: چالش‌های زمین و آب در مناطق خشک و واکنش کنوانسیون مقابله با بیابان‌زایی سازمان ملل

مناطق خشک جهان شامل بیابان، علفزار، ساوان و بیشه‌زار است که در اقلیم‌هایی شامل گرم‌ترین صحراها تا سردترین نواحی قطب شمال قرار دارند. بیشتر اکوسیستم‌های مناطق خشک شکننده و دچار کمیابی آب و بهره‌وری پایین‌اند. منابع مناطق خشک در اثر روش‌های مدیریتی نامناسب و جمعیت زیاد به طور فزاینده درمعرض تهدید قرار دارند. مقابله با بیابان‌زایی نیز جنگ علیه فقر روستایی و ناامنی غذایی است که این دو به شدت با یکدیگر مرتبط‌اند.

محور تلاش‌های جامعهٔ بین‌المللی برای مبارزه با بیابان‌زایی در مناطق خشک کنوانسیون ملل متحد برای مقابله با بیابان‌زایی است. این کنوانسیون در سال ۱۹۹۴ بنا نهاده شد و در سال ۱۹۹۶ فعالیت قانونی خود را آغاز کرد و هم‌اکنون ۱۹۴ عضو دارد. این کنوانسیون به ابعاد فیزیکی، محیط‌زیستی، اجتماعی و اقتصادی بیابان‌زایی و اهمیت تغییر جهت انتقال فناوری به گونه‌ای تقاضامحور و درگیرکردن جوامع محلی برای مقابله با بیابان‌زایی و تخریب اراضی واقف است. هدف این کنوانسیون این است که دولت‌ها برنامه‌های عملی توسعه دهند و در این راه با طرف‌های همکار تشریک مساعی داشته باشند. در سال ۲۰۰۸ برنامهٔ راهبردی اقدام برای ترویج و ارتقای عملیات مدیریت پایدار اراضی و ایجاد سیاست‌های کارآمد در راستای امنیت غذایی، تغییر آب و هوا و برنامهٔ تنوع زیستی طراحی شد. هدف این برنامه‌ها ایجاد همکاری بین اداره‌های وابسته و تقویت سازمان‌های کشاورزی و دامداری همراه با ظرفیت‌سازی نامتمرکز است. این برنامه‌ها در جهت تأمین امنیت مالکیت اراضی، ایجاد فرصت‌های جدید در بازار (شامل تولید محصولات سبز)، و نیز برنامه‌ریزی مشارکتی کاربری زمین و برنامه‌های تحقیق وترویج اقدام می‌کنند.

کارهایی که برای مقابله با بیابان‌زایی بر روی زمین انجام می‌شود شامل ارتقا برخی روش‌های مبتنی بر کشاورزی متراکم پایدار نظیر کشاورزی حفاظتی و روش‌های بدون شخم، تناوب کشت و کشت مخلوط، مدیریت تلفیقی آفات، طرح‌های بیشه‌زراعی و احیای جنگل و بهبود چراگاه‌ها با چرای برنامه‌ریزی‌شده می‌شود. بهبود مدیریت آب با ترویج استحصال آب و سرمایه‌گذاری در نظام‌های آبیاری کوچک‌مقیاس در دو سطح حوضه و روستا انجام می‌شود.

در طول سی سال اخیر، جامعهٔ جهانی در حرکت به سمت توسعهٔ پایدار شاهد ظهور چشمگیر اجماعی در مسیر و معیارهای توسعه بوده و از اصول اقتصادی، اجتماعی و پایداری محیط‌زیست در این زمینه استفاده شده است. در اثر برگزاری کنفرانس‌های پی‌درپی و اقدامات ناشی از آن‌ها، برای بخش‌های مهم برنامهٔ مدیریت زمین و آب به‌خصوص برای مدیریت پایدار جنگل‌ها، مدیریت یکپارچهٔ منابع آب و مقابله با بیابان‌زایی مبانی شفاف‌تری به وجود آمده است.

هم‌چنین همکاری‌های بین‌المللی این امکان را برای کشورها ایجاد کرده که دانش و مبانی توسعه و رویکردهایی را که می‌توان در سطوح منطقه‌ای، ملی و محلی به کار برد باهم به اشتراک بگذارند. این فرایند باعث شده کشورها بتوانند با هر اقدامی که هر کشور و یا شخصی بتواند برای مدیریت پایدار «منابع مشترک جهان» انجام دهد موافقت کنند. همکاری‌های بین‌المللی امکان دسترسی به منابع مالی و فنی را فراهم آورده است. هم‌چنین مکانیسم‌های نوآورانهٔ مالی، مانند خدمات هزینه‌کردن برای اکوسیستم[1] و مکانیسم توسعهٔ پاک[2] و تجارت کربن، آغاز آزمودن راه‌هایی برای ارتقای انگیزه‌ها هستند.

1. Payment for Ecosystem Services (PES)
2. Clean Development Mechanism (CDM)

لیکن در برنامهٔ توسعهٔ پایدار در سطح بین‌المللی و ملی، موارد نگران‌کننده‌ای وجود داشته است. در سطح بین‌المللی، افزایش میزان کمک و بهبود اثربخشی آن کندتر از حد انتظار بوده است و با بحران اقتصادی جهانی ممکن است کندتر نیز بشود. علاوه بر آن در بخش‌های مهم برنامهٔ کار، از جمله بن‌بست گردهمایی سازمان تجارت جهانی دردوحه، خصوصاً در موضوع کلیدی تجارت تولیدات کشاورزی اتفاق آرا وجود نداشته است. واگرایی برنامه‌های وام‌دهندگانْ اولویت‌بندی نیازهای کلیدی توسعه را پیچیده‌تر کرده است.

اخیراً کشورها در مورد مسائل زمین، سیاست‌های سوخت زیستی را بدون مشورت‌های بین‌المللی توسعه و اجرا کرده‌اند و چند کشور اقدام به اجاره و فروش زمین خود در سطح بین‌المللی بدون مشورت بیشتر یا در نظر گرفتن پیامدهای آن در سطح محلی یا در جامعهٔ جهانی نموده‌اند. در زمینهٔ مسائل آب، در جایی که منابع فرامرزی مورد توجه است، کشورهایی کنوانسیون ملل متحد در خصوص مسیل‌های آبی بین‌المللی را نپذیرفته‌اند و اغلب اولویت را به برنامه‌های داخلی داده‌اند تا برنامه‌هایی که نیازمند همکاری و منافع مشترک است. در زمینهٔ ذخیره و انحراف آب سرمایه‌گذاری‌های عمده‌ای انجام شده است، بدون آنکه منافع آن در سطح حوضه بهینه‌سازی شود و اثرات منفی توسعهٔ یک‌جانبه بر زیستگاه‌های سواحل رودخانه در نظر گرفته شود.

به طورکلی اصول و برنامه‌های مورد توافق بین‌المللی در تغییر سیاست‌ها و رویکردها سهم بسزایی داشته، اما در عمل اثرات کمی بر تغییر رفتارها داشته است. در معدود جاهایی چالش استفادهٔ بیشتر از زمین و آب و اثرات منفی ناشی از آن بر منابع و محیط‌زیست به شکلی موفقیت‌آمیز حل و فصل گردیده است. در کشورهای در حال توسعه، چالش‌های آسیب‌پذیریِ زیادِ نظام‌های مهم تولید غذا به قوت خود باقی است، حال آنکه در مناطق استوایی و کوهستانی پیشرفت‌های اندکی در فقرزداییِ و کشاورزی رشدیافتهٔ دیم که از لحاظ اکولوژیکی پایدار است حاصل شده است. توافق بر مدیریت پایدار آب زیرزمینی باعث شده برداشت بیش از حد از این آب‌ها افزایش یابد. چارچوب دقیق مدیریت یکپارچهٔ منابع آب، که در کنفرانس بین‌المللی آب و محیط‌زیست سال ۱۹۹۲ در دوبلین به‌خوبی تبیین و بر آن توافق شد، به طور گسترده در نهادها و سیاست‌ها پیاده شد، اما در عمل نتایج کمی به همراه داشته است.

آیا برای مدیریت پایدار زمین و آب چارچوبی مورد توافق همه وجود دارد؟

علیرغم توافق بر اصول، از دیدگاه اکوسیستم‌های پایدار هیچ مجموعه‌ای از اصول یکپارچه و توافق شده برای مدیریت مشترک زمین و آب وجود ندارد که بتواند اصول و روش‌های مورد بحث این گزارش را به هم پیوند دهد. بنابراین هیچ چارچوب یکپارچهٔ بین‌المللی‌ای، که ابتکار عمل‌های عمدهٔ مدیریت پایدار زمین و آب بتواند پیرامون آن فرموله شود، موجود نیست. با این حال، در واکنش به تخریب زمین و آب و افزایش خطرات آن، چندین برنامه وجود دارد، که با پشتیبانی تسهیلات جهانی محیط‌زیست[1] و به‌خصوص کنوانسیون سازمان ملل برای مقابله با بیابان‌زایی، چشم‌اندازها و راهبردهایی را ارائه داده‌اند. در این اقدامات نظری و عملی اخیر، خدمات اکوسیستم تعریف شده و تولید کشاورزی و مدیریت زمین و آب را در چارچوب یک اکوسیستم قرار داده‌اند. بهتر است از این پیشرفت‌ها برای دستیابی به مجموعه‌ای از اصول مدیریت منابع زمین و آب، که بر آن‌ها توافق شده، استفاده شود.

1. Global Environmental Facility

روند اقدامات رسمی در جهت توسعه

مجموع کمک‌های وام‌دهندگان به کشورهای در حال توسعه در ارتباط با زمین و آب[1] در ۹ بخش تعریف شده و نشان‌دهندهٔ روند کلی رو به رشد بوده است، که از ۵۷ میلیارد دلار آمریکا در سال ۱۹۹۵ به ۱۵۸ میلیارد دلار در سال ۲۰۰۸ افزایش یافته است (برحسب ارزش ثابت بهای دلار آمریکا در سال ۲۰۰۸). لیکن در دههٔ ۹۰ کل کمک‌ها به بخش‌های مشخصی از زمین و آب در کشاورزی (بخش ۳: منابع زمین کشاورزی و بخش ۴: منابع آب کشاورزی) کاهش یافت و ثابت ماند، تا اینکه در سال ۲۰۰۵ به دلیل تعهدی که برای تحقیق وجود داشت و بر اساس سیاست‌های محیط‌زیستی (بخش ۸)، این امر دوباره رو به بهبود گذاشت. در مجموعِ اقدامات رسمی در جهت توسعه[2] سهم سرمایه‌گذاری روستایی در زمین و آب، محیط‌زیست و آب نیز کاهش داشته است (نمودار ۳-۲). در سال‌های اخیر، عمدهٔ اقدامات رسمی در جهت توسعه در زمین و آب به آسیا اختصاص یافته (۵۴ درصد) و تقریباً یک‌چهارم آن (۲۱ درصد) در منطقهٔ آفریقای سیاه سرمایه‌گذاری شده است (شکل ۴-۲) (OECD, 2010b).

شکاف بین تعهدات و سرمایه‌گذاری‌های واقعی

در چارچوب تعهداتی که فائو در کنفرانس امنیت غذایی جهان داده (رم، ۲۰۰۸)، اجلاس سران جی هشت[3] در ژاپن (۲۰۰۸) و در ایتالیا (۲۰۰۹)، توافق شد که سالیانه ۳۰ میلیارد دلار در کشورهای در حال توسعه برای کشاورزی سرمایه‌گذاری شود (که تنها برابر با ۸ درصد یارانه‌هایی است که کشورهای عضو سازمان توسعه و همکاری‌های اقتصادی به کشاورزانشان می‌پردازند). در نشست جی هشت در آکیلا تصویب شد که در طول سه سال ۲۰ میلیارد دلار به سرمایه‌گذاری اختصاصی در تولید غذا اختصاص یابد، تا جهان از وضعیت اضطراری غذایی دور و به تولید پایدار و قابل اتکای داخلی نزدیکتر شود.

این تعهدات به موازات اقدامات منطقه‌ای دولت‌های منطقهٔ آفریقای سیاه صورت گرفت. در سال ۲۰۰۳ کشورهای عضو اتحادیهٔ آفریقا در ماپوتو[4] متعهد شدند که حداقل ۱۰ درصد از بودجهٔ ملی‌شان را به کشاورزی و توسعهٔ روستایی اختصاص دهند. لیکن نقل و انتقالات مالی و سرمایه‌گذاری‌های واقعی برای سیدن این اهداف کافی نبود. بنابراین دولت‌ها، مسئولان و مجریان توسعه با این تناقض روبرو هستند که از یک طرف با اهداف توسعه که مستلزم افزایش تولید همراه با کاهش سرانهٔ منابع طبیعی است توافق کرده‌اند و از طرف دیگر امکان سرمایه‌گذاری لازم برای اجرای آن را ندارند.

---

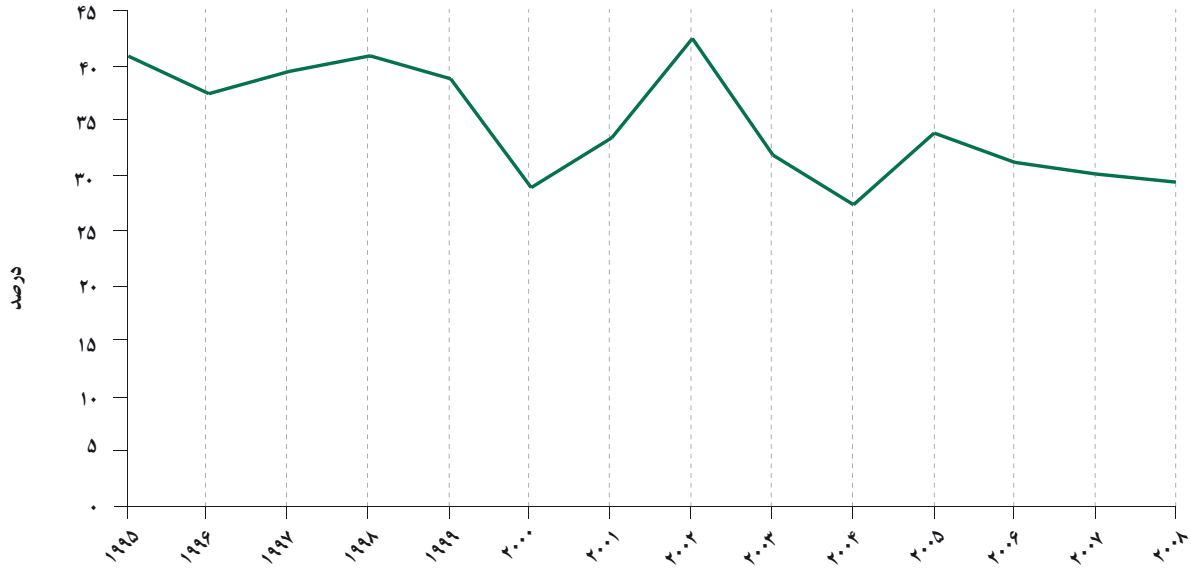
۱. بخش‌های اصلی تعریف‌شده توسط سازمان توسعه و همکاری‌های اقتصادی(OECD): (۱) حفاظت از منابع آب (۲) توسعهٔ رودخانه‌ها (۳) منابع اراضی کشاورزی (۴) منابع آب کشاورزی (۵) توسعهٔ جنگلداری (۶) سیاست‌های محیط‌زیستی و مدیریت اجرایی (۷) کنترل سیل و جلوگیری از آن (۸) تحقیقات محیط‌زیستی (۹) توسعهٔ روستایی

2. Official Development Assistance (ODA)

3. G8

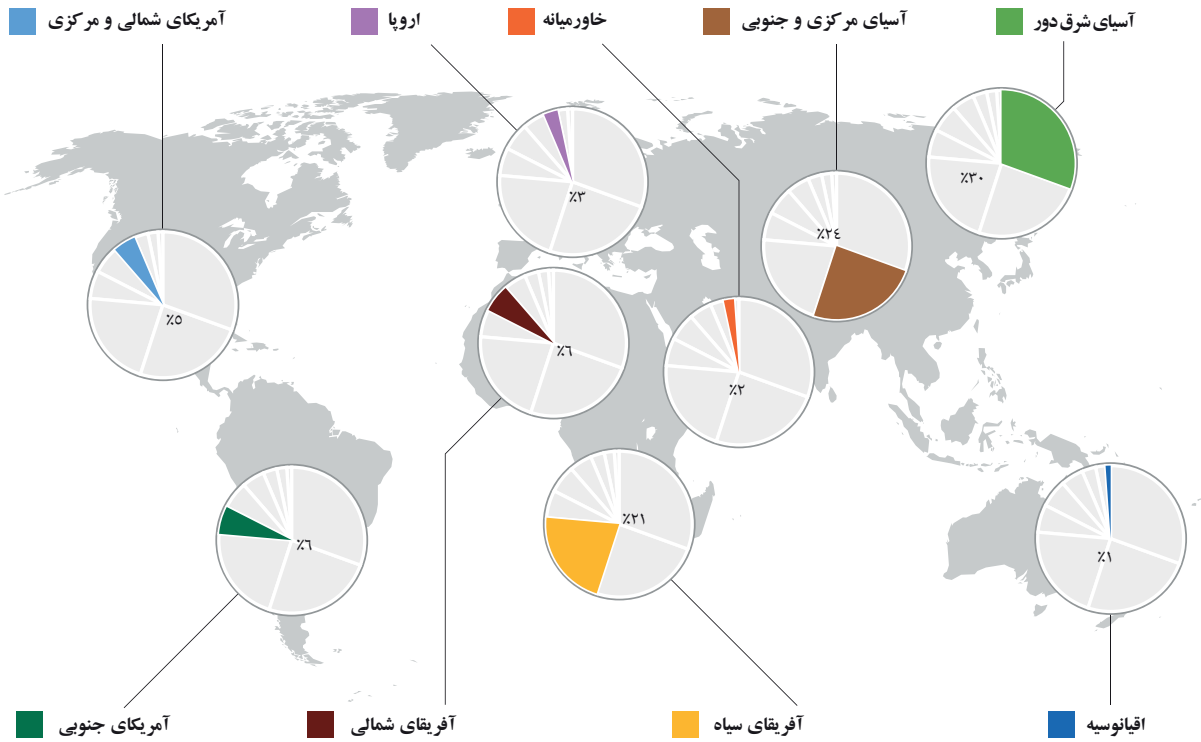
4. MAPUTO

شکل ۳-۲: نسبت بین اقدامات رسمی در جهت توسعهٔ زمین و آب به کل اقدامات رسمی در جهت توسعه در سرمایه‌گذاری روستایی، آب و محیط‌زیست



منبع: CRS Database of OECD (accessed June 2010); OECD (2010b)

شکل ۴-۲: توزیع کمک‌های مالی به بخش زمین و آب بر حسب منطقه (متوسط سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۸)



نتیجه‌گیری

حفظ یکپارچگی سامانه‌های مرتبط زمین و آب برای مواجهه با مجموعهٔ پیچیده‌ای از تقاضاهای فزاینده یک اولویت جهانی پذیرفته‌شده است. از اواسط قرن بیستم جهان این موضوع را پذیرفته است که توسعهٔ یکپارچهٔ حوضهٔ آبریز ابزاری ایده‌آل برای پاسخگویی به این تقاضاهاست؛ اما به دلیل اینکه توسعهٔ اقتصادی سریعتر شده، گسترش کاربری اراضی شهری، صنعتی و کشاورزی در حوضهٔ آبریز عقب افتاده است. با گذشت یک دهه از قرن بیست و یکم، دربارهٔ بازگشت به موضوع یکپارچگی اطلاعات بیشتری در دست است. دانش در زمینهٔ چرخهٔ هیدرولوژیکی پیشرفت کرده، عملیات کشاورزی بهبود یافته و هم‌اکنون ابزارهای جدیدی ایجاد شده‌اند، که برای کاهش اثرات آلاینده‌های شیمیایی و مدیریت پساب‌ها، در جهت کاهش اثرات محیط‌زیستی مجموعه‌ای از راه‌حل‌های علمی ارائه می‌کنند. وقتی این راه‌حل‌ها با رویکردهای نهادی ذی‌نفع‌ـمحور برای مدیریت منابع تلفیق شود، چشم‌انداز گسترده‌تری از ایجاد تغییرات مثبت پیش روی سامانه‌های کلیدی زمین و آب که غذای جهانی را تأمین می‌کنند می‌گذارد. در این ارتباط، حفاظت از جنگل‌ها و تالاب‌ها اهمیت ویژه دارد، زیرا کنترل طبیعی نقشی حیاتی در چرخهٔ هیدرولوژیکی ایفا می‌کند. پرداختن به نظام‌های در معرض خطر نیازمند آن است که نهادهای مدیریتی زمین و آب در برخورد با ذی‌نفعان و ارائهٔ راه‌حل‌ها توانمندتر شوند.

فصل سوم:
نظام‌های زمین و آب در معرض خطر

در فصل‌های قبلی، تهدیدهای حال حاضر و آیندهٔ نظام‌های کشاورزی سراسر جهان به روشنی نشان می‌دادند که روش‌های کنونی و مدل‌های توسعهٔ کشاورزی که در طول ۵۰ سال گذشته دنبال شده‌اند، به شکل رضایت‌بخشی به چالش‌های فقر، امنیت غذایی و پایداری محیط‌زیستی نپرداخته‌اند. ۹۷۵ میلیون نفر از مردم که اغلب در روستاها زندگی می‌کنند از امنیت غذایی‌ای که لایق آنند برخوردار نیستند. در اثر فشار ناشی از کشاورزی، آب و خاک آسیب دیده است، فرسایش شتاب گرفته، آب زیرزمینی شورتر شده و آب شور دریاها بیشتر به آن نفوذ کرده و تخلیه از آن با سرعت بیشتری صورت می‌گیرد. به علاوه، مدل کنونی کشاورزی متراکم با ردپای زیادی از کربن

و گازهای گلخانه‌ای همراه است، حال آنکه هم‌زمان، بسیاری از نظام‌های کشاورزی در مقابل اثرات پیش‌بینی‌شدهٔ تغییر آب و هوا، به‌شدت آسیب‌پذیر هستند.

لیکن به دلیل ترکیبی از عوامل بیوفیزیکی و اقتصادی‌ـاجتماعی شامل: آب و هوا، خاک، آب، جمعیت، توسعهٔ اقتصادی و هم‌چنین سیاست‌های ملی و تغییرات جهانی، شرایط از یک منطقه به منطقه دیگر به طور چشمگیری تغییر می‌کند. بنابراین در چارچوب این مطالعهٔ جهانی، ضروری است که نظام‌های عمدهٔ تولید کشاورزی جهان و چالش‌هایی که با آن روبرویند تشریح و تحلیل شود. در این فصل در مورد مسائلی شامل رقابت فزاینده بر سر زمین و آب، تخریب زمین و آب و اثرات مورد انتظار تغییرات آب و هوا بحث می‌کنیم. این مسائل به شکل‌های مختلف و با شدت‌های متفاوت در نظام‌های مختلف کاربری زمین و آب کشاورزی در سراسر جهان اتفاق می‌افتند. در پایان این فصل، دربارهٔ نظام‌های عمدهٔ در معرض خطر بحث می‌کنیم.

نقشهٔ ۳-۱ در فصل یک نمای کلی نظام‌های تولید عمدهٔ کشاورزی در جهان را نشان می‌دهد. مناطق دیم و آبی به دلیل محدودیت‌های منابع زمین و آب، روش‌های کنونی مدیریت و استفاده از زمین و آب و عوامل اقتصادی‌ـاجتماعی و نهادی تخریب شده و یا با خطر نابودی مواجهند.

رقابت رو به رشد بر سر زمین و آب

با افزایش فشار بر منابع زمین و آب، مشکل این است که برخی کشورهایی که دارای سریع‌ترین رشد جمعیت هستند کمترین منابع زمین و آب را دارند. در مناطقی که با محدودیت منابع روبرویند، به‌ویژه مناطق شهری با رشد سریع، رقابت بر سر زمین و آب برای تولید محصولات افزایش خواهد یافت. توجه بیشتر به حفظ خدمات گسترده‌تر اکوسیستمی، دسترسی به زمین و آب را محدودتر خواهد کرد و رقابت درون بخش کشاورزی نیز افزایش خواهد یافت.

الگوهای افزایش تنش آبی ناشی از برداشت آب برای آبیاری

پیش‌بینی افزایش برداشت آب برای آبیاری از شش تا هفت درصد در سطح جهانی، یا از هشت تا نه درصد در کشورهای در حال توسعه ممکن است چندان هشداردهنده به نظر نرسد. اما این واقعیت است که بخش بزرگی از آبیاری در مناطقی انجام می‌شود که منابع محدود آب دارند. دسترسی به منابع آب در سطح کشوری و منطقه‌ای تغییرات وسیعی را به خود دیده و تعدادی از کشورها مدت‌هاست دچار تنش آبی شده‌اند.

انتظار می‌رود میزان برداشت آب برای آبیاری در کشورهای صنعتی و در حال گذار ثابت بماند و یا حتی کاهش یابد. به طور کلی انتظار می‌رود برداشت در کشورهای پردرآمد تا ۱۷ درصد کم شود و بالعکس برداشت در کشورهای کم‌درآمد و دارای کمبود غذا تا ۱۰ درصد افزایش یابد. بالاترین میزان مطلق برداشت‌های سالانه متعلق به آسیای جنوب شرقی است (که پیش از این نیز آبیاری در آن بسیار مهم بوده و انتظار می‌رود سالانه در حدود ۵۵ کیلومتر مکعب، یا ۱۹ درصد برداشت‌های فعلی افزایش برداشت داشته باشد) و در آمریکای جنوبی (۵۹ کیلومتر مکعب، یا ۵۳ درصد برداشت فعلی افزایش برداشت خواهد داشت). انتظار می‌رود به طور نسبی برداشت آب برای آبیاری در منطقهٔ آفریقای سیاه افزایش زیادی داشته باشد (۲۱ درصد)، اگر چه اکنون میزان زمین‌هایی که آبیاری می‌شوند نسبتاً کم است، بنابراین رشد مطلق برداشت در حد متوسط باقی می‌ماند (۲۲ کیلومتر مکعب). در مناطق یادشده سهم برداشت از منابع آبی برای آبیاری پایین خواهد ماند (کمتر از ۵ درصد) و عموماً دسترسی به آب محدودیت نخواهد بود.

بیشترین نگرانی در مورد خاور نزدیک و شمال آفریقا وجود دارد، که در این جاها برداشت آب از مدت‌ها قبل نزدیک به کل میزان منابع تجدیدپذیر یا بیشتر از آن است و بارندگی دراین مناطق کم است. در شمال آفریقا، به سبب آبیاری فشار بر منابع آب بسیار زیاد است و موجب بازچرخانی گستردهٔ آب و برداشت بی‌رویه از آب زیرزمینی شده است.

همانطور که میانگین‌های جهانی تفاوت‌های منطقه‌ای را پوشش می‌دهد، تغییرات در سطح کشوری نیز می‌تواند از نظر پنهان بماند. حداقل در سه کشور (لیبی، عربستان سعودی و یمن) در سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۷ نرخ تبخیر ناشی از آبیاری بیشتر از منابع سالانهٔ آب تجدیدپذیر آن‌ها بوده است (FAO, 2010c). مثلاً در چین تنش‌های منطقه‌ای در شمال کشور بیشتر است و این روند تشدید خواهد شد. مناطقی که وابسته به منابع آب زیرزمینی تجدیدناپذیرند (مانند بخش‌هایی از شبه‌جزیرهٔ عربستان) با چالش ویژهٔ تخلیهٔ کامل کل منابعشان روبرویند (Nachtergaele *et al*., 2010b).

توسعهٔ شهری

تولید محصول ناگزیر باید با نیازهای فزایندهٔ سایر مصرف‌کنندگان زمین و آب رقابت کند. توسعهٔ شهری ادامه خواهد یافت و انتظار می‌رود گسترش مناطق شهری و اراضی مورد نیاز برای زیرساخت‌ها و سایر اهداف غیر کشاورزی حداقل با رشد جمعیت هم‌گام باشد. شهرها، صنایع و توریسم که رو به رشدند از نظر تأمین آب در اولویت خواهند بود و احتمال دارد که آب قابل دسترسی کشاورزی را کاهش دهند و هر چه بیشتر زمین‌های کشاورزی به‌خصوص در مناطق خشک از دست خواهد رفت. مدتی است این پدیده در حوضهٔ صنعا در یمن و در رودخانهٔ ام‌الربیعه در مراکش به دلیل انتقال آب برای مصارف شهری و صنعتی در حال وقوع است و مناطق تحت آبیاری به‌تدریج رو به کاهش می‌رود.

با رشد شهرها، رقابت بر سر زمین در کشورهای در حال توسعه شدیدتر خواهد شد، مناطقی‌که در آن‌ها بیش از ۹۰ درصد زمین‌ها به شهرها و ساخت‌وسازها اختصاص خواهد داشت. هم‌زمان سرعت بالای شهرنشینی برای محصولات کشاورزی باارزش‌تر بازار ایجاد خواهد کرد و بازار محصولات باغچه‌های متمرکز حومهٔ شهری نیز رو به رشد است. یکی از راه‌های خوب برای هم‌افزایی این است که از فاضلاب‌های تصفیه‌شده دوباره در کشاورزی حومهٔ شهرها استفاده شود. فاضلاب تصفیه‌شده سالانه منبع آب کم‌هزینه‌ای سرشار از مواد معدنی و آلی را فراهم می‌کند و استفادهٔ مجدد از آن میزان آلودگی آب‌های زیرزمینی را کم می‌کند. لیکن این امر نیازمند ایجاد راهبردهایی شفاف برای استفادهٔ مجدد ایمن و ایجاد چارچوب مقرراتی مفیدی است (Mateo-Sagasta and Burke, 2010; Fischer *et al*., 2010)

توجه بیشتر به نیازهای محیط‌زیستی

تغییر کاربری زمین و آب به کشاورزی اثرات مهمی بر خدمات اکوسیستم دارد و ممکن است مدیریت ضعیف به‌تدریج توانایی اکوسیستم‌ها در پشتیبانی از کارکردها یا خدماتی را که برای تضمین پایداری منابع زمین و آب لازم است کاهش دهد (Molden, 2007). هم‌چنان‌که آگاهی پیرامون وابستگی متقابل بخش‌های اکوسیستم بیشتر می‌شود، فشار بر کشاورزی افزایش خواهد یافت تا از اثرات منفی بر اکوسیستم بکاهد (مثلاً فرسایش را کاهش دهد و ذخیرهٔ کربن را بیشینه کند). در نهایت، برنامه‌ریزی برای کاربری زمین و آب روز به روز بیشتر مانع آزادشدن منابع برای استفاده از آن‌ها در راستای اهداف کشاورزی خواهد شد. در حال حاضر کشاورزی در ۱/۵ میلیارد هکتار از اراضی جهان (۱۱ درصد از سطح زمین‌های جهان) که مناطق حفاظت‌شده اعلام شده‌اند، در بعضی جاها تا حدودی و در برخی جاها کلاً ممنوع شده است (Fischer *et al*., 2010).

تولیدات دامی

پیش‌بینی می‌شود، در نتیجهٔ تغییر الگوها در تولیدات دامی و نیاز به علوفه، رقابت بر سر آب افزایش یابد. اولویت پروتئین حیوانی در رژیم غذایی، الگوهای مصرف را در سراسر جهان تغییر داده است (FAO, 2006b,c) و انتظار می‌رود این روند نیاز علوفه را به شکلی معنی‌دار افزایش دهد. تبدیل پروتئین علوفه به پروتئین حیوانی با تلفاتی همراه است ـ برای تولید کالری معادل پروتئین حیوانی برای مصرف انسان پنج برابر علوفه لازم است ـ (Fischer *et al*., 2010). در بسیاری کشورها توسعهٔ چراگاه برای دام‌ها منجر به جنگل‌زدایی شده است. رشد شدید تولیدات دامی نیز یک منبع آلودگی عمده است. سهم دامپروری از تولید ناخالص جهان کمتر از دو درصد است، اما گزارش شده که حدود ۱۸ درصد از گازهای گلخانه‌ای از دامپروری ناشی می‌شود (FAO, 2006b).

انتظار می‌رود، رشد مصرف محصولات دامی تا سال ۲۰۳۰ و پس از آن ادامه داشته باشد، اما نرخ رشد متغیر خواهد بود. در کشورهای پردرآمد که رشد جمعیت پایین است، با توجه به اینکه مصرف محصولات دامی (گوشت و لبنیات)

از قبل بسیار بالا بوده است (در حدود ۳۰۵ کیلوگرم برای هر فرد در سال)، چشم‌انداز چندانی برای رشد وجود نخواهد داشت. مصرف محصولات دامی در کشورهایی با درآمد متوسط و کم ۶۰ کیلوگرم و متوسط جهانی آن ۱۱۵ کیلوگرم برای هر نفر در سال است. پیش‌بینی شده که در سال ۲۰۵۰ ارقام فوق به ترتیب به ۳۳۰، ۱۱۰ و ۱۵۰ کیلوگرم برای هر نفر در سال برسد. هم‌زمان، نگرانی در مورد سلامت و ایمنی مواد غذایی، که بر چربی‌های حیوانی و ظهور بیماری‌های جدید تمرکز دارد، ممکن است تقاضا برای مصرف گوشت را کاهش دهد (FAO, 2006c)

شیلات داخلی و آبزی‌پروری

اختلاف نظر پیرامون استفاده از آب برای آبیاری و شیلات، به دلیل نیازهای متفاوت زمانی و مکانی، اغلب به آسانی قابل حل و فصل نیست. گسترش و رشد شدید کشاورزی از طریق زهکشی تالاب‌ها و ترویج سامانه‌های آبیاری، حفاظت از سیل و افزایش استفاده از کودهای شیمیایی و سموم دفع آفات، بر شیلات تأثیر منفی می‌گذارد؛ بنابراین در هر برنامهٔ توسعهٔ آبی، بایستی نیازهای شیلات و ماهی‌ها از نظر کیفیت و کمیت آب در نظر گرفته شود. در بیشتر کشورهای توسعه یافته و در برخی از کشورهای در حال توسعه، مقررات سختی برای جریان‌های محیط‌زیستی و شاخص کیفیت آب در حال اجرا است که در عین رقابت با سایر مصرف‌کنندگان آب برای حفظ آبزیان مفید است. در برنامه‌ریزی دقیق و جامع توسعه، کشاورزی و ماهیگیری رویکردهایی ناسازگار با یکدیگر نیستند و برخی مشکلات می‌تواند کاهش یابد. ماهیگیری در شالیزارهای آسیا نمونه‌ای عالی از این رویکرد جامع است که نشان می‌دهد چگونه این دو فعالیت در یک مکان با یکدیگر در جریانند. به همین ترتیب بسیاری مثال‌ها وجود دارد که نشان می‌دهد ماهی تأثیری مثبت بر کشت برنج دارد و جایی که ماهی موجود است نیاز به استفاده از سموم دفع آفات کمتر است.

تولید مواد اولیهٔ سوخت‌های زیستی مایع

در حال حاضر، انرژی زیستی حدود ۱۰ درصد از کل مصارف انرژی جهان را تشکیل می‌دهد و اغلب در کشورهای در حال توسعه برای پخت‌وپز سنتی و گرمایش استفاده می‌شود. تقریباً ۲/۵ میلیارد نفر در کشورهای در حال توسعه وابسته به بیومس سنتی به عنوان سوخت اصلی برای پخت‌وپز هستند. اما انتظار می‌رود در بین محصولات انرژی زیستی سنتی، افزایش تولید سوخت‌های زیستی مایع (بیواتانول و بیودیزل) بالاترین تأثیر را بر استفاده از زمین و آب داشته باشد. رقابت بر سر منابع زمین و آب بین انرژی زیستی و تولید محصول شروع شده است و به دلیل اینکه محصولات غذایی و مواد اولیهٔ بیودیزل و بیواتانول از نظر تناسب اراضی نیازهای مشابهی دارند احتمال دارد این رقابت افزایش یابد. افزایش اخیر قیمت‌های جهانی غذا تا حدودی به گرایش به سوخت‌های زیستی مایع نسبت داده شده است.

پیش‌بینی شده که تولید سوخت‌های زیستی مایع تا سال ۲۰۳۰ به ۵ درصد کل انرژی مصرفی در حمل و نقل جاده‌ای برسد و فشار برای صرفه‌جویی در مصرف کربن ممکن است این میزان را افزایش دهد. برای تولید این حجم سوخت زیستی، لازم است طی سال‌های ۲۰۰۷ تا ۲۰۳۰ استفاده از زمین برای تولید مواد اولیهٔ سوخت زیستی مایع به بیش از دو برابر برسد و به ۳ تا ۴/۵ درصد از سطح زمین‌های زیر کشت نیاز داشته باشد. در سطح جهان، اجرای تمامی سیاست‌ها و برنامه‌های ملی کنونی سوخت زیستی مایع می‌تواند ۳۰ میلیون هکتار از زمین‌های زیر کشت (۲ درصد از زمین‌های زیر کشت فعلی) را به خود اختصاص دهد. این می‌تواند منجر به تغییر در میزان کنونی تولید محصولات غذایی و تبدیل بیشتر جنگل‌ها و مراتع فعلی به زمین‌های کشاورزی شود (Fischer *et al.*, 2010).

تولید سوخت زیستی مایع هم‌چنین بر منابع آبی فشار وارد می‌آورد. آب مورد نیاز برای تولید یک لیتر سوخت

زیستی مایع تقریباً همان مقداری است که برای تولید غذای یک نفر در روز مورد نیاز است. در حال حاضر در جهان برآورد می‌شود آب آبیاری مصرفی برای تولید سوخت زیستی مایع ۱ تا ۲ درصد کل آب مصرفی آبیاری باشد و اگر همهٔ برنامه‌های ملی فعلی مربوط به سوخت زیستی مایع اجرا شود، تولید سوخت زیستی مایع ۵ تا ۱۰ درصد از آب آبیاری در سراسر جهان را لازم خواهد داشت (Hoogeveen *et al*., 2009).

لیکن اجرای این برنامه‌های جاه‌طلبانهٔ توسعه ممکن است کاهش یابد، به دلیل نگرانی دربارهٔ رقابت بر سر منابع میان انرژی زیستی و غذا و اثرات این رقابت بر امنیت غذایی و مسائل پایداری محیط‌زیست (Tilman *et al*., 2009). به علاوه، سؤالاتی دربارهٔ مقدار صرفه‌جویی در انتشار گازهای گلخانه‌ای، به‌خصوص در جاهایی که جنگل‌ها و مراتع برای تولید سوخت زیستی مایع از بین رفته‌اند، وجود دارد.

این ملاحظات منجر به این شده که بسیاری از کشورها اهداف تولید کوتاه‌مدت را بازبینی نمایند (قاب ۱-۳) و ظرفیت‌های نسل دوم سوخت زیستی مایع را ارزیابی کنند، سوخت زیستی‌ای که عمدتاً از ضایعات بیومس حاصل می‌شود و مستقیماً با زراعت به منظور تولید غذا رقابت نمی‌کند.

قاب ۱-۳: روند تولید و تقاضای سوخت‌های زیستی مایع

در سال ۲۰۰۷ عرضهٔ سوخت زیستی مایع در جهان به ۰/۷ میلیون بشکه در روز رسید که نسبت به سال ۲۰۰۶ سی و هفت درصد افزایش داشت و معادل ۱/۵ درصد سوخت مصرفی برای حمل و نقل جاده‌ای بود. روندها نشان می‌دهد که تقاضای جهان به شکل معنی‌داری به ۱/۶ میلیون بشکه در روز تا سال ۲۰۱۵ و ۲/۷ میلیون بشکه در روز تا سال ۲۰۳۰ افزایش خواهد یافت و بنابراین ۵ درصد از کل تقاضای انرژی برای حمل و نقل جاده‌ای را جوابگوست. طبق تعهد هماهنگ‌شده در سطح جهانی، برای تثبیت غلظت گازهای گلخانه‌ای معادل ۴۵۰ پی‌پی ام معادل CO_2، به افزایش دو برابری تقاضای سوخت زیستی مایع در سال ۲۰۳۰ نیاز است، که با افزایش استفاده از سوخت‌های زیستی مایع در بخش حمل و نقل موجب ۳ درصد صرفه‌جویی در CO_2 می‌شود.

اما نگرانی پیرامون رقابت میان سوخت زیستی و غذا بر سر منابع محدود زمین و آب، اثرات آن بر امنیت غذایی، صرفه‌جویی در انتشار گازهای گلخانه‌ای و پایداری محیط‌زیستی در تولید باعث شد که بسیاری از کشورها اهداف تولید کوتاه‌مدتشان برای سوخت‌های زیستی مایع را مورد ارزیابی مجدد قرار دهند. این امر به‌ویژه در مورد «نسل اول» سوخت‌های زیستی مایع صدق می‌کند (مثلاً آن‌هایی که عمدتاً از محصولاتی مانند نیشکر و ذرت حاصل می‌شوند). اثرات منفی بالقوه بر کشتزارها و امنیت غذایی ممکن است با ظهور نسل دوم انرژی‌های زیستی مایع کاهش یابد (مثلاً سوخت‌هایی که عمدتاً از ضایعات بیومس حاصل می‌شود). تا سال ۲۰۳۰ یک‌چهارم سوخت‌های زیستی مایع تولیدشده می‌توانند از این منبع باشند.

منبع: Tubiello and van der Velde (2010); IEA (2009)

تخریب زمین و آب: اثرات و علت‌ها

دستاوردهای گذشته در رشد تولیدات کشاورزی، با عوارض جانبی منفی بر منابع زمین و آب در مزرعه و پایین‌دست همراه بوده است. بخشی از این تخریب در نتیجهٔ وجود سامانه‌های تولید نامناسب و بخشی دیگر به خاطر انتخاب‌های آگاهانه و یا بده‌بستان میان افزایش تولیدات کشاورزی و هزینهٔ خدمات اکوسیستم پدید آمده است.

تأثیر استفاده از زمین و آب بر اکوسیستم: تعریف تخریب اراضی

در مطالعات اخیر (Nachtergaele *et al.*, 2011) «تخریب اراضی» فراتر از فرسایش سادهٔ زمین یا افت حاصلخیزی خاک تعریف شده و به از بین رفتن تعادل اکوسیستم و از دست رفتن خدماتی که اکوسیستم تأمین می‌کند بسط داده شده است. بنابراین لازم است تخریب اراضی به شکلی یکپارچه در نظر گرفته شود و کلیه خدمات و کالاهای اکوسیستمی و بیوفیزیکی و هم‌چنین اقتصادی‌ـاجتماعی در آن به‌حساب آید.

اکوسیستم‌هایی که در حال حاضر فعالیت‌های غالب آن‌ها کشاورزی، مدیریت جنگل‌ها یا چرای دام‌ها می‌باشد غالباً تحت تأثیر منفی عوامل انسانی قرار گرفته‌اند که مهم‌ترین عاملْ کاربری زمین و تغییرات آن است (قاب ۲–۳). این عامل بر ویژگی‌های بیوفیزیکی زمین تأثیر می‌گذارد (مانند آلودگی، شورشدن و تخلیهٔ مواد مغذی). تخریب می‌تواند در مناطقی اتفاق بیافتد که عملیات مدیریتی با شرایط اکولوژیکی محل انطباق کمتری دارد. حتی برخی از عواملی که طبیعی به نظر می‌رسند غیرمستقیم می‌توانند به طور کامل یا تا حدی منشأ انسانی داشته باشند (تعرض به بوته‌زارها، آتش‌سوزی در جنگل‌ها، سیل، رانش زمین و خشکسالی).

لادا[1]: چارچوب سازمان کشاورزی و خواربار جهانی برای ارزیابی میزان تخریب اراضی

اخیراً سازمان کشاورزی و خواربار جهانی با همکاری نزدیک شبکه برر سی اجمالی راهبردها و فناوری‌های حفاظتی جهان[2] چارچوب یکپارچه و قابل اندازه‌گیری جدیدی برای ارزیابی تخریب اراضی تحت برنامهٔ ارزیابی تخریب زمین در مناطق خشک[3] (LADA, 2010) ارائه کرده است. در اصل این برنامه بنا به درخواست و با حمایت کنوانسیون مقابله با بیابان‌زایی سازمان ملل آغاز شد. این چارچوب بر پایهٔ مفهوم خدمات اکوسیستمی که در ارزیابی اکوسیستم هزاره[4] (MEA, ۲۰۰۵) بسط داده شده بنا گردیده و تغییر روش در ارزیابی وقوع، شدت، نیروی محرک و اثرات تخریب و نیز میزان و تأثیر عملیات مدیریتی خوب را منعکس می‌کند. رویکرد این ارزیابی، با روش‌های سابق نظیر ارزیابی جهانی تخریب خاک[5] (GLASOD; Oldeman *et al.*, 1990) که عمدتاً بر روی خاک‌ها تمرکز داشت (قاب ۳–۳) متفاوت است. به این ترتیب، «تخریب اراضی[6]» مفهومی وسیع‌تر از تخریب خاک یا آلودگی آب دارد. هم‌چنین این برنامه امکان ارزیابی روابط درونی اجزای اکوسیستم و تبادلات ممکن بین آن‌ها را فراهم می‌سازد. مثلاً از بین رفتن تنوع زیستی در برابر بهبود خدمات اقتصادی در کشاورزی متراکم قرار می‌گیرد.

1. LADA
2. World Overview of Conservation Approaches and Technologies (WOCAT)
3. Land Degradation Assessment in Drylands
4. Millennium Ecosystem Assessment
5. Global Assessment of Soil Degradation
6. Land degradation

در سطح ملی برای ارزیابی میزان تخریب اراضی در چندین کشور مشمول پروژهٔ لادا (آرژانتین، چین، کوبا، سنگال، آفریقای جنوبی، تونس) اخیراً چارچوب فائو-لادا[1] از مساحت انواع تخریب بیوفیزیکی، عملیات مدیریت اراضی و اثرات اکوسیستمی برآوردشده استفاده کرده است. نتایج ارزیابی‌های تخریب اراضی لادا در سطح محلی و ملی در پشتیبانی از سیاستگذاری‌ها و اقدامات مربوط به مدیریت منابع طبیعی و نیز کشورهایی که به کنوانسیون مقابله با بیابان‌زایی گزارش می‌دهند استفاده می‌شود (قاب ۴-۳).

قاب ۲-۳: از دست رفتن جنگل‌های طبیعی در آمریکای لاتین و کارائیب

بین سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۱۰، مساحت خالص جنگل‌ها در آمریکای لاتین و منطقهٔ کارائیب ۸۷ میلیون هکتار یا تقریباً ۹ درصد کاهش یافت (FAO,2011c). به‌خصوص حوضهٔ آمازون که دارای وسیع‌ترین جنگل بارانی استوایی جهان است و تنوع زیستی منحصر به‌فردی دارد بالاترین نرخ جنگل‌زدایی را در جهان داشته است. کشاورزان بزرگ برای صادرات سویا در برزیل، بولیوی و پاراگوئه، برای کشت قهوه در برزیل و برای کشت موز در آمریکای مرکزی، کلمبیا، اکوادور و کارائیب مناطق وسیعی را از درختان پاک نموده‌اند. کشاورزان خرده‌پا نیز با قطع و سوزاندن درختان باعث تخریب جنگل‌ها شده و فعالیت‌های کشاورزی معیشتی خود را به مجاورت جنگل‌ها کشانده‌اند.

منبع: CDE (2010) عکس: Wocat

1. FAO-LADA

متدولوژی اجرایی چارچوب فائو–لادا در تحلیل یکپارچهٔ مجموعه داده‌های جهانی (سامانه اطلاعات تخریب اراضی جهان[1]) توسط فائو در مراحل پایانی تکمیل است (FAO, 2010a). در این سامانه، وضعیت، روندها و اثرات تخریب اراضی در جوامع محلی با استفاده از شاخص‌هایی که ابعاد محیط‌زیستی، اقتصادی و اجتماعی خدمات اکوسیستمی را در نظر دارد ارزیابی می‌شود. هم‌چنین وضعیت منافع چندگانهٔ اکوسیستم، به‌صورت دیاگرام رادار ارائه می‌شود و امکان ارزیابی سریع وضعیت و روندها را در۶ بعد اصلی خدمات اکوسیستم مرتبط با زمین و آب (بیومس، خاک، آب، تنوع زیستی، اقتصادی و اجتماعی) فراهم می‌کند (نمودار ۱–۳).

قاب ۳–۳: ویژگی‌های اصلی چارچوب لادا–فائو

- نقش کلیدی **ارزیابی ذی‌نفع** از وضعیت و روندهای منافع چندگانهٔ اکوسیستم از نظر اجتماعی، اقتصادی و محیط‌زیستی که به عنوان سه محور اصلی «پایداری» شناخته شده است.
- فرض می‌شود که تخریب زمانی رخ می‌دهد که فشار وارده بر اکوسیستم‌ها باعث افت مداوم (در طول یک دورهٔ تقریباً ۱۰ ساله یا بیشتر) در ارزش یک یا چند تا از منافع شود به سطوحی **پایین‌تر از آنچه جامعهٔ ذی‌نفعان می‌پذیرند**، که این به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم مسئول «مدیریت» اکوسیستم‌ها است. توجیه این است که ذی‌نفعان همواره منافع مختلف را سبک و سنگین خواهند کرد تا اکوسیستم را در جهت دستیابی به میزان قابل قبولی از سه شاخص اصلی پایداری مدیریت کنند.
- وقتی هزینهٔ بازسازی اراضی تخریب‌شده با استفاده از فناوری‌های موجود توسط ذی‌نفعان از نقطه‌نظر اقتصادی و اجتماعی غیر قابل قبول باشد، می‌توان فرض کرد تخریب دائمی رخ داده است.
- «وضعیت تخریب زمین» (وضعیت منافع اکوسیستم در یک زمان مشخص) و نیز «روند» تخریب زمین تنها می‌تواند در مقایسه با یک سال مرجع ارزیابی شود. هم «وضعیت» و هم «روند» ملاحظات مهمی در ارزیابی فوریت برای اقدام‌های اصلاحی می‌باشد. موقعیت بحرانی به زمانی می‌گویند که هم‌زمان «وضعیت» سطح پایین با کاهش شدید «روند» در خدمات اکوسیستمی اتفاق افتد. مناطقی که دارای «وضعیت» سطح پایین تا متوسط و «روند» کاهشی هستند باید تحت اقدام‌های پیشگیرنده قرار گیرند و مقرون به صرفه شوند.
- روش‌های جمع‌آوری داده برای اندازه‌گیری جنبه‌های مختلف تخریب در طول زمان تکامل می‌یابند. چارچوب لادا–فائو می‌تواند به طور مستقل از روش‌های ویژه و در سطوح مختلف به کار برده شود. می‌توان از متغیرهای اندازه‌گیری‌شده یا شاخص‌های مرتبط استفاده کرد.
- محرک‌ها و اثرات تخریب اراضی در مقیاس‌های مختلف ارزیابی شده‌اند. این کار امکان دستیابی به شناختی جامع از رفتارها و راهبردهای کاربران مختلف زمین را فراهم می‌سازد و اجرای اقدامات منسجم در سطوح مختلف تصمیم‌گیری را تسهیل می‌کند.

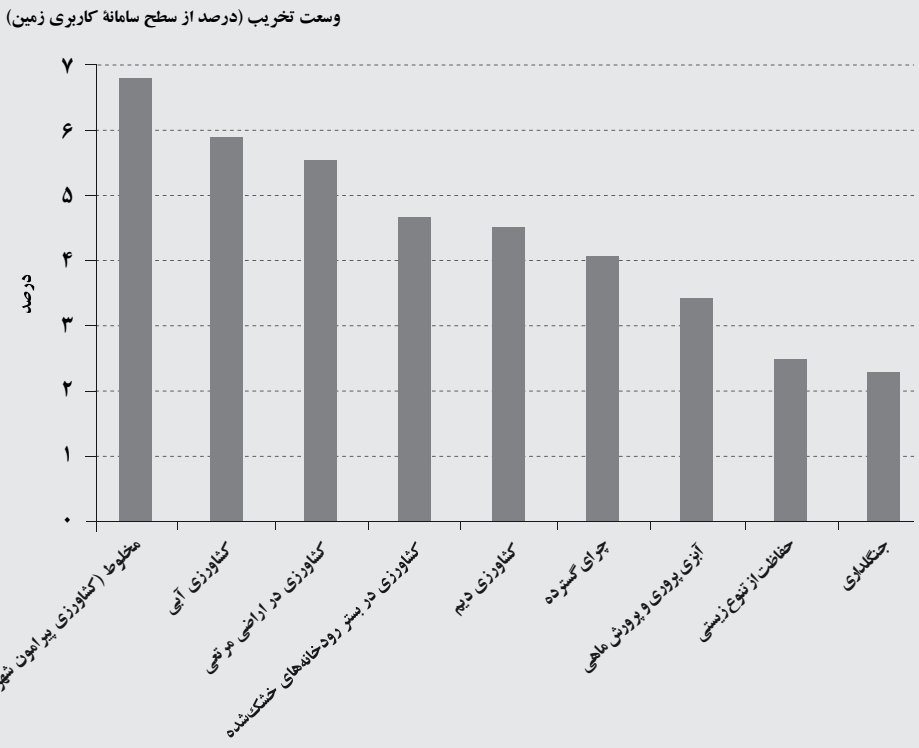
1. Global Land Degradation InformationSystem (GLADIS)

ارزیابی سامانهٔ اطلاعات تخریب اراضی جهان نشان داده که کاربری و مدیریت اراضی مهم‌ترین دلایل تخریب هستند. مثلاً تبدیل جنگل‌ها به زمین‌های زیر کشت باعث از بین رفتن طیفی از خدمات اکوسیستم می‌شود و زمین‌های زراعی حاصله اغلب درنتیجهٔ شخم‌خوردن مستعد تخریب بیشتر هستند. جنگل ظرفیت بالایی در تولید بیومس، سلامت خاک و تنوع گونه‌های زیستی دارد و وقتی جنگل‌ها به کشتزار تبدیل می‌شوند بسیاری از این خدمات از دست می‌رود و احتمال تخریب زمین‌های زیر کشت بیشتر می‌شود.

روند عنصری مهم در ارزیابی خدمات اکوسیستم است. در سامانهٔ اطلاعات تخریب اراضی با هدف پایش بهبود یا تخریب بیشترْ تغییرات خدمات اکوسیستم‌ها طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۵۰ ارزیابی می‌شود. خاک بخش‌های بزرگی از همهٔ قاره‌ها تخریب می‌شود، به‌ویژه وقوع تخریب زیاد در ساحل غربی آمریکا، در سراسر اروپای جنوبی و آفریقای شمالی و در سراسر خط ساحلی آفریقا و شاخ آفریقا و آسیا بزرگترین تهدید در کاهش و از بین رفتن رفتن کیفیت خاک و به دنبال آن از دست رفتن تنوع گونه‌های زیستی و تخلیهٔ آب است (Molden, 2007).

قاب ۴-۳: ارزیابی ملی تخریب زمین، سنگال

با استفاده از روش ارزیابی ملی لادا، برآوردهای کارشناسی از دامنهٔ مکانی نمونه‌های انتخابی، درجه و شدت تخریب بیوفیزیکی و نیز علل و اثرات آن‌ها بر خدمات اکوسیستم در همهٔ کاربری‌های مهم زمین به عمل آمد. نوع تخریب شامل فرسایش خاک (باد و آب) و تخریب خاک (شیمیایی، فیزیکی، آب و بیولوژیکی) بود. علت‌ها شامل مدیریت خاک، مدیریت محصول، جنگل‌زدایی، بهره‌برداری بیش از حد از پوشش سبز برای مصارف خانگی و چرای بیش از حد بود (LADA, 2010b).

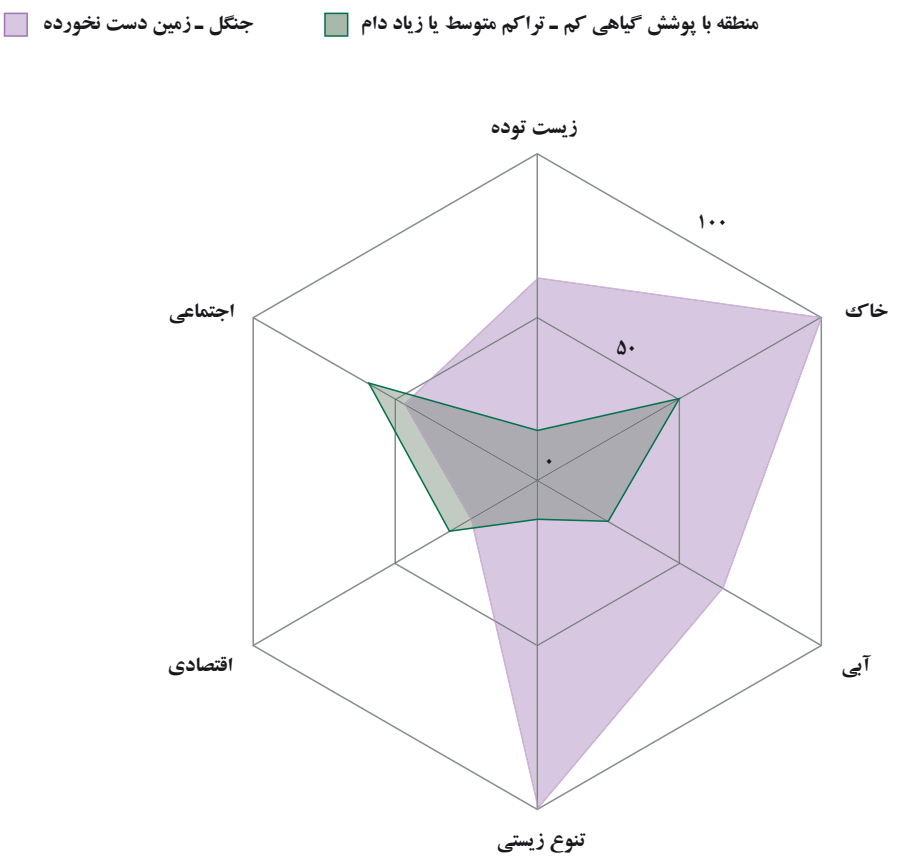


وسعت اراضی تخریب‌شدهٔ جهان (نتایج اولیهٔ سامانهٔ اطلاعات تخریب اراضی جهان)

در سامانهٔ اطلاعات تخریب اراضی (LADA, 2010a)، مجموعهٔ داده‌های جهانی در ابعاد محیط‌زیستی، اقتصادی و اجتماعی، به عنوان ورودی وارد مدل‌ها گردید تا شاخص‌هایی استخراج شود که وضع موجود (شرایط پایه) منافع اکوسیستم و نیز روندها (روند کلی درازمدت تغییرات این منافع که در حال بهبود است یا خیر) را نشان دهد. چنانکه در این سامانه تعریف شده، وضعیت و روندها در ۱۱ کلاس مهم کاربری اراضی جهان مشخص شد که بر اساس آن چهار نوع مختلف تخریب شناسایی شده است (نمودار ۲-۳). این شناسایی، مناطق جغرافیایی هدف را مشخص و اولویت‌بندی راهبردهای اصلاحی و اقدامات اجرایی را تسهیل می‌کند.

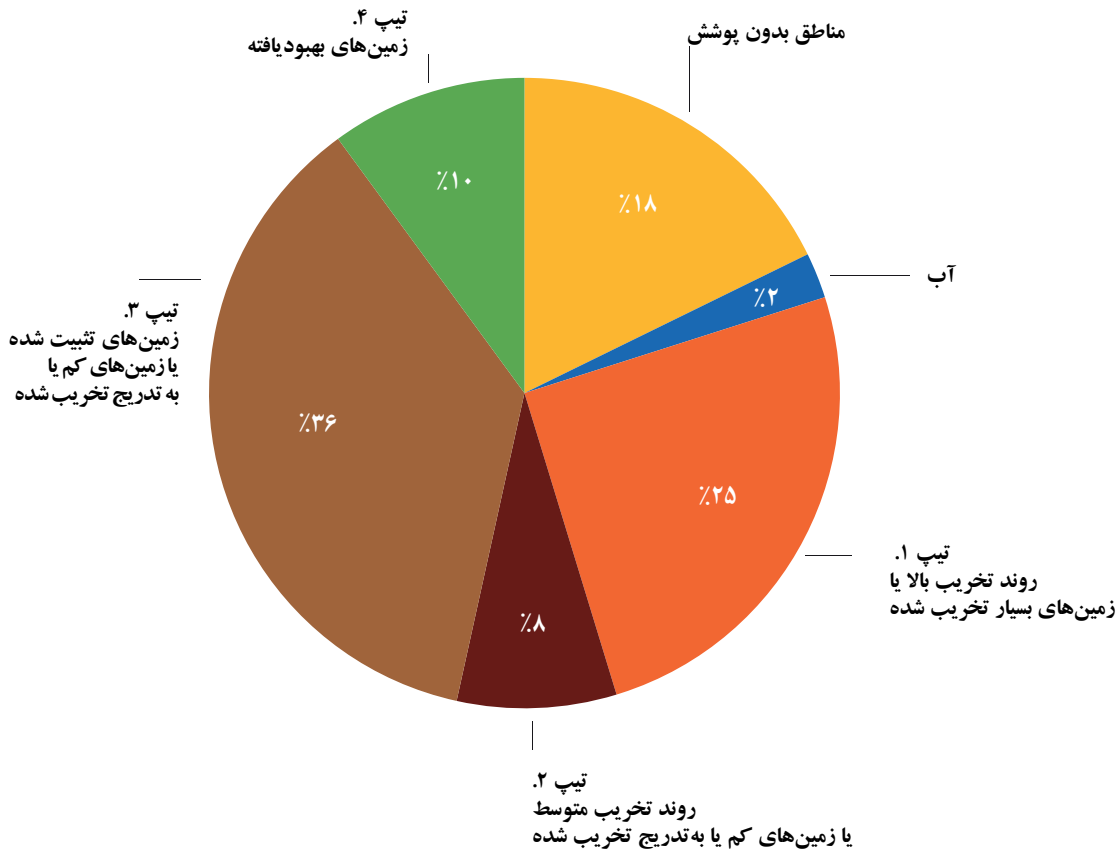
بسته به کاربری اراضی، وسعت نسبی انواع مختلف تخریب تغییر می‌کند. بالاترین مقادیر تخریب در تیپ ۱ مربوط به نواحی با پوشش گیاهی تنک با تراکم دام بالا یا متوسط بوده است (۶۸ درصد وسعت جهانی در این کلاس کاربری اراضی قرار دارد). بالاترین سهم زمین‌های رو به بهبود (تیپ ۴) اغلب مربوط به کشتزارها با میزان دام کم یا بدون دام است (۲۴ درصد). در سطح جهانی، تقریباً ۲۵٪ از همهٔ اراضی در تیپ بحرانی ۱ قرار می‌گیرند، حال آنکه حدود ۴۶٪ ثابت هستند (به شکل معنی‌دار روند افزایشی یا کاهشی ندارند) و اندکی از آن‌ها تخریب شده‌اند (تیپ ۳). تنها ۱۰ درصد درشرایط بهبود هستند (نمودار ۳-۳).

شکل ۱-۳: نمایش شماتیک تغییر احتمالی در وضعیت شش نوع خدمات منتخب اکوسیستم مرتبط با تغییر عمده در کاربری زمین (از جنگل تا تولید گستردهٔ دام)



شکل ۲-۳: وضعیت و روندها در تخریب جهانی زمین

گزینه‌های مداخله	وضع موجود (شرایط پایه) منافع اکوسیستم و روندها
اگر از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشد قابل بازیابی است و در مناطقی که در جه تخریب بالاست امکان آن کاهش می‌یابد	تیپ ۱. روند تخریب بالا یا زمین‌های بسیار تخریب‌شده
برای کاهش روند تخریب باید شاخص یا معیار معرفی گردد	تیپ ۲. روند تخریب متوسط یا زمین‌های کم یا به تدریج تخریب‌شده
مداخله پیشگیرانه	تیپ ۳. زمین‌های تثبیت شده یا زمین‌های کم یا به‌تدریج تخریب شده
تقویت شرایطی که به ارتقاء مدیریت پایدار زمین می انجامد	تیپ ۴. زمین‌های بهبودیافته



اثرات سوء کشاورزی در سطح مزرعه

۱۶۰۰ میلیون هکتار از زمین‌های زیر کشت فعلی حاصلخیزترین و بهترین منابع اراضی جهانند. لیکن بخش‌هایی از این اراضی از طریق عملیات کشاورزی دچار فرسایش بادی و آبی و تخلیهٔ مواد مغذی و تراکم سطح خاک، شورشدن و آلودگی خاک می‌شوند و رو به تخریب‌اند. در نتیجه سطح بازدهی منابع زمین کاهش یافته است. هم‌چنین تخریب زمین منجر به بروز مشکلات برونی (بیرون از محل) مانند رسوب‌گذاری در مخازن آب، کاهش کارکرد سامانه آبخیز و انتشار دی‌اکسید کربن می‌شود.

کاهش بهره‌وری اراضی می‌تواند به طرق مختلف اتفاق بیافتد. اولین راه این است که مواد آلی از دست برود و تخریب فیزیکی خاک رخ دهد مانند زمانی که جنگل‌زدایی انجام می‌شود و ساختمان خاک به‌سرعت به هم می‌ریزد. دومین راه تخلیه مواد مغذی و تخریب شیمیایی خاک است. در سطح جهانی، تنها نیمی از مواد مغذی‌ای که محصولات کشاورزی از خاک می‌گیرند جبران می‌شود. تخلیهٔ سالیانهٔ مواد مغذی در بسیاری از کشورهای آسیایی معادل ۵۰ کیلوگرم در هکتار است. در برخی از کشورهای شرق و جنوب آفریقا، تخلیهٔ سالانه حدود ۴۷ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، ۶ کیلوگرم در هکتار فسفر و ۳۷ کیلوگرم در هکتار پتاسیم برآورد شده است. در مواردی که سامانه‌های کشاورزی کودهای شیمیایی مصرف نمی‌کنند و یا نیتروژن تثبیت نمی‌شود، از دست رفتن مواد مغذی و فرسایش‌های مرتبط با آن حتی از این مقدار نیز بیشتر است (Sheldrick *et al.*, 2002).

جنبهٔ سوم تخریب، فرسایش خاک در محل است که با مدیریت ضعیف اراضی ایجاد می‌شود. مطالعات بسیاری وجود دارد که اثرات از دست رفتن مواد مغذی و مادهٔ آلی و کاهش ظرفیت نگهداری آب در خاک را بر بازده محصولات نشان داده‌اند. از دست رفتن کیفیت خاک و پوشش حفاظتی آن باعث ایجاد اختلال هیدرولوژیکی، از دست رفتن تنوع زیستی در زیر و روی زمین، کاهش ذخایر کربن خاک و افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن می‌شود و بر خدمات گسترده‌تر اکوسیستم اثر می‌گذارد.

در بسیاری از نظام‌های کشت، هم در کشورهای توسعه‌یافته و هم در کشورهای در حال توسعه، سلامت خاک رو به کاهش است. بدترین وضعیت در نظام‌های کشت دیم مرتفع هیمالیا، رشته‌کوه‌های آند، راکی و آلپ و در نظام‌های با نهادهٔ پایین و نظام‌هایی که مراقبت کمی از آن‌ها می‌شود مشاهده می‌شود، نظام‌هایی نظیر نظام‌های کشت دیم در علفزارهای آفریقای سیاه (قاب ۵–۳) و نظام‌های مرتع‌ـکشاورزی در خط ساحلی و شاخ آفریقا و غرب هند و در نظام‌های کشاورزی متراکم، که اگر درست مدیریت نشوند مواد مغذی و سموم دفع آفات آب و خاک را آلوده می‌کنند.

در سطح جهان توسعهٔ آبیاری در افزایش تولیدات کشاورزی نقش حیاتی داشته است، اما اثرات جانبی منفی کشت متراکم آبی بر خاک و آب نیز چشمگیر بوده است. درسطح مزرعه، شورشدن و ماندابی‌شدن از مشکلات اصلی است. معدود گیاهانی می‌توانند نمک زیاد را تحمل کنند زیرا از جذب آب جلوگیری می‌کند و پیامد آن کاهش سریع عملکرد است. شورشدن وقتی اتفاق می‌افتد که آبیاری، نمک موجود خاک را آزاد می‌کند و یا آب آبیاری یا کودهای شیمیایی نمک بیشتری وارد خاک می‌کنند. ماندابی‌شدن نیز مشکلی مشابه است، که با حذف هوا از خاک، رشد گیاه را محدود کرده و گیاه را خفه می‌کند. ماندابی‌شدن غالباً منجر به شورشدن خاک می‌شود. فائو برآورد کرده که در سراسر جهان ۳۴ میلیون هکتار (۱۱ درصد از اراضی فاریاب) تا حدی تحت تأثیر شوری است (نقشهٔ ۱–۳). ۶۰٪ از این اراضی در پاکستان، چین و ایالات متحدهٔ آمریکا و هند (۲۱ میلیون هکتار) قرار دارد. هم‌چنین حدود ۶۰ تا ۸۰ میلیون هکتار دیگر نیز تا حدودی تحت تأثیر ماندابی و شورشدن مرتبط با آن قرار دارند.

قاب ۵-۳: تخلیهٔ مواد مغذی در نظام‌های کشت کوچک‌مقیاس در آفریقای سیاه

مزارع کشت‌شده به روش سنتی که کود به کار نمی‌برند با تغییرات مکانی شدید در رشد گیاه در سنگال

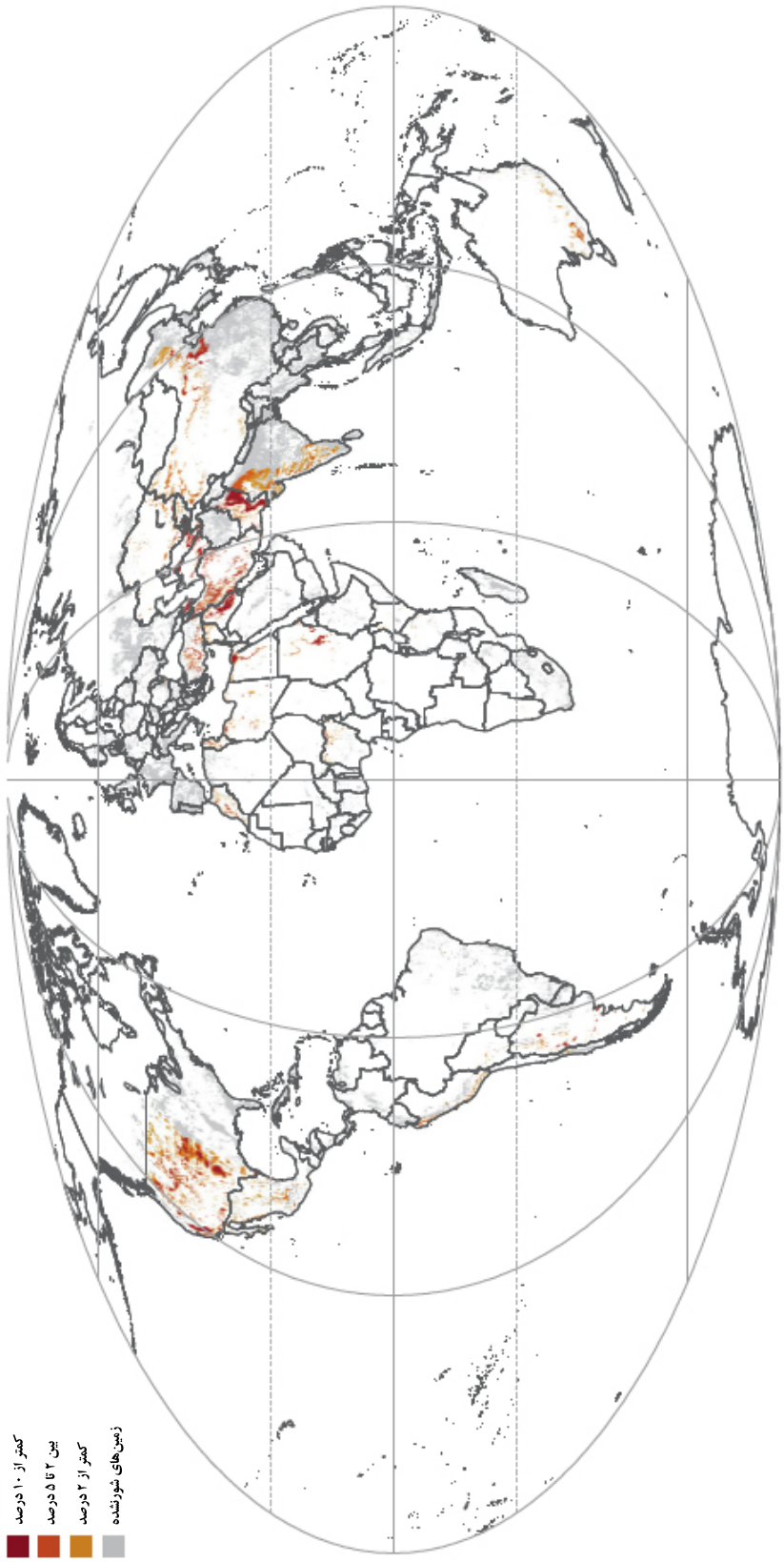
تنها ۷ درصد از زمین‌های آفریقای سیاه زیر کشت است. بهره‌وری محصولات کم است. کاهش حاصلخیزی خاک در منطقه به‌ویژه در اراضی کوچک به حد بحرانی رسیده است. کاهش حاصلخیزی از تراز منفی مواد مغذی ناشی می‌شود به طوری که در مقایسه با مواد مغذی بازگردانده شده به خاک، چه به شکل کودهای شیمیایی و چه به صورت کودهای حیوانی، حداقل ۴ برابر بیشتر مواد مغذی موجود از طریق محصول برداشت‌شده از زمین خارج می‌شود.

منبع: CDE (2010) عکس: USGS

اثرات بیرون از مزرعه و اثرات جانبی

علاوه بر اثرات مدیریت زمین و آب در محل (مزرعه)، در پایین‌دست و خارج از محل مزرعه نیز اثرات گسترده‌ای وجود دارد که شامل تغییرات در هیدرولوژی رودخانه و میزان تغذیهٔ آب زیرزمینی، آلودگی پیکره‌های آبی پایین‌دست و آب‌های زیرزمینی، گل‌آلودگی آب در پایین‌دست به دلیل وجود رواناب کشاورزی و اثرات کلی بر اکوسیستم‌های مرتبط با آب می‌شود.

نقشهٔ ۱ـ۳: نسبت زمین‌های شورشده به دلیل آبیاری



اثرات ناشی از برداشت آب آبیاری بر رژیم هیدرولوژیکی

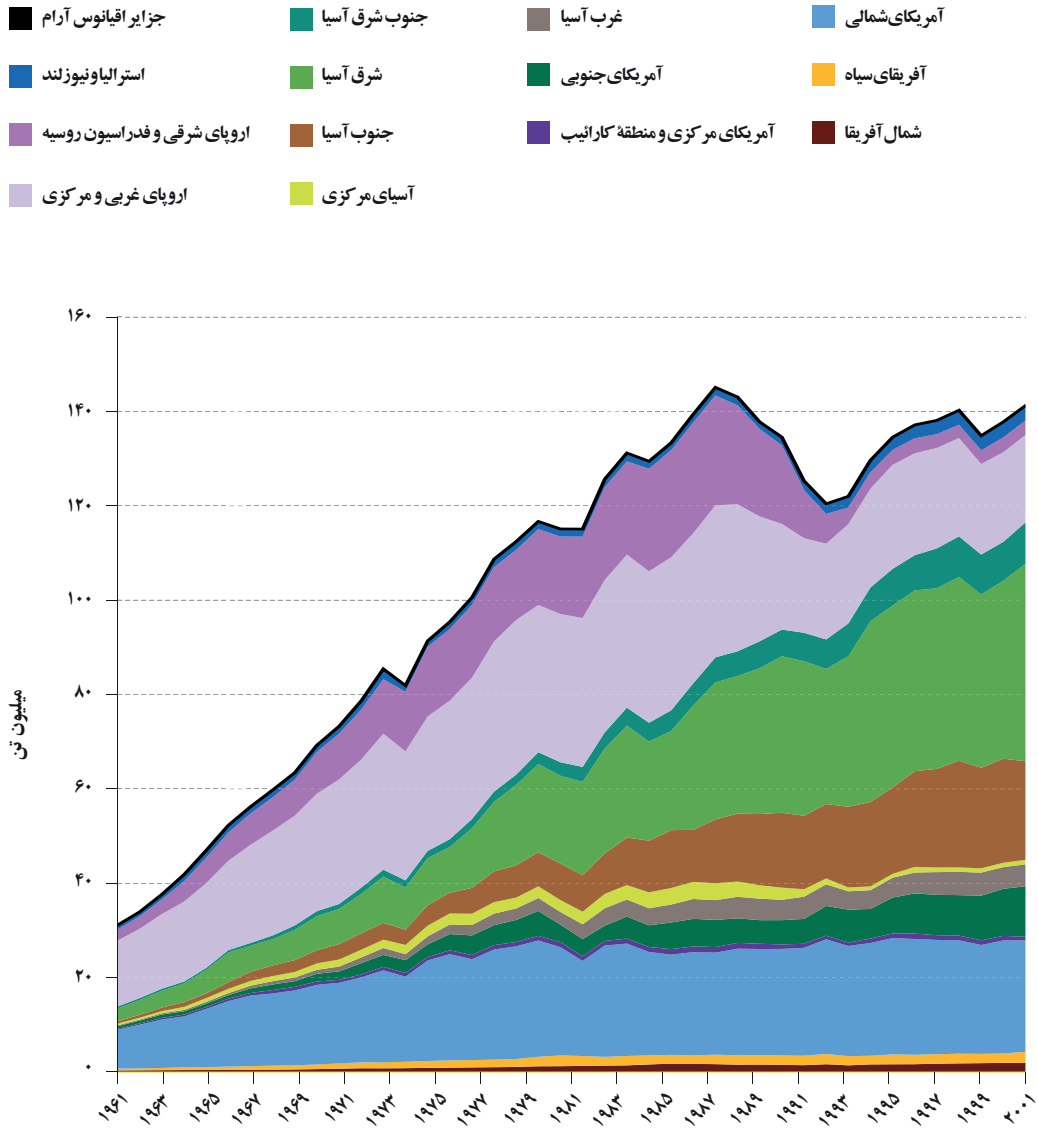
کشاورزی فاریاب اثر عمیقی بر اکوسیستم‌های مرتبط با آب دارد. رژیم جریان رودخانه‌ها تغییر کرده به طوری که بعضی مواقع اثرات منفی چشمگیر با عدم دسترسی به آب و اکوسیستم‌های آبی در پایین‌دست و با کاهش قابل توجه مقدار آب ورودی به اقیانوس همراه بوده است. بسیاری از رودخانه‌ها، که از آب آن‌ها به‌شدت برای آبیاری استفاده شده است، دیگر دارای جریان کافی آب برای «جاری[1]» نگه‌داشتن نظام رودخانه نیستند. در تعدادی از حوضه‌های بسیار پرجمعیت چین و هند، رودخانه‌ها دیگر به دریا نمی‌ریزند که این سبب ازدیاد شوری در بالادست و از بین رفتن زیستگاه ساحلی و فعالیت‌های اقتصادی شده است؛ با این حال ممکن است اثرات مثبتی نیز از طریق کنترل سیل و تغذیهٔ سفره‌ها داشته باشد (Charalambous and Garratt, 2009)، گرچه این امر ممکن است جابه‌جایی مفید رسوب را کاهش دهد (Molden, 2007). برداشت آب برای آبیاری منجر به کوچک‌شدن دریاچه‌های وسیع شده است: دریاچهٔ کاپالا در مکزیک ۸۰ درصد از حجم خود را بین سال‌های ۱۹۷۹ تا ۲۰۰۱ از دست داده و کل حجم دریاچهٔ آرال نیز به دلیل کاهش ورودی ناشی از برداشت آب برای آبیاری به منظور کشت پنبه از دست رفت و این دریاچه در انتهای قرن بیستم ناپدید شد. تالاب‌ها نیز تخلیه شده‌اند. در اروپا و آمریکای شمالی، بیش از نیمی از تالاب‌ها به دلیل فعالیت‌های کشاورزی تخلیه شده‌اند که این منجر به از دست رفتن تنوع زیستی و افزایش خطر سیل و تغذیه‌گرایی[2] در پایین‌دست می‌شود (FAO, 2008c; Molden, 2007:249).

آلودگی آب ناشی از فعالیت‌های کشاورزی

مهم‌ترین مشکلات آلودگی آب بر اثر کشاورزی تجمع مواد مغذی در آب‌های سطحی و ساحلی، تجمع نیترات در آب‌های زیرزمینی و تجمع سموم دفع آفات در پیکره‌های آبی سطحی و زیرزمینی است. در اثر کاربرد بیش از حد مواد مغذی (به‌ویژه نیترات و فسفر) در کشاورزی متراکم رشدیافته به همراه ورود فاضلاب شهری، آلودگی آب افزایش یافته است. افزایش استفاده از کودهای شیمیایی (نمودار ۳-۳) و افزایش تعداد دام دلایل اصلی آلودگی‌اند. افزایش مصرف مواد مغذی در کشتزارها موجب افزایش انتقال و تجمع نیترات در سامانه‌های آبی از طریق جاری‌شدن رواناب و زهکشی شده است. هم‌اکنون آلودگی آب به مواد شیمیایی کشاورزی مشکلی گسترده و جدی است و شرق و جنوب شرقی آسیا، اروپا، بخش‌هایی از آمریکا و کشورهای آسیای میانه و نیز برخی مزارع آمریکای مرکزی و لاتین را تحت تأثیر قرار داده است.

1. open
2. Eutrophication

شکل ۳-۳: روند مصرف کود شیمیایی



وجود مواد مغذی در آب‌های سطحی می‌تواند موجب تغذیه‌گرایی، کمبود اکسیژن (کاهش اکسیژن محلول تغذیه‌کنندهٔ حیات آبی) و رشد انفجاری جلبک و گسترش سایر آلاینده‌ها نظیر سنبل آبی شود. نواحی ساحلی استرالیا، اروپا و آمریکا و بسیاری از آب‌های درون‌مرزی تحت تأثیر این پدیده قرار گرفته‌اند (Mateo-sagasta and Burke, 2010). حیات در برخی دریاها، ازجمله بخش‌هایی از دریاهای بالتیک و آدریاتیک، از بین رفته است. تالاب‌ها و دریاچه‌هایی که در معرض هجوم مواد مغذی هستند، ممکن است از آستانهٔ تغذیه‌گرایی گذر کنند. تا به امروز نیز تغییرات در چرخهٔ نیتروژن (Rockstrom *et al.*, 2011) و تغذیه‌گرایی در آب‌های شیرین از مرزهای جهانی و حدود قابل تحمل گذر کرده است (Carpenter and Bennet, 2011). برآورد شده است که ۱۲۰۰۰ کیلومتر مکعب از آب‌های شیرین جهان آلوده‌اند، که این میزان معادل آب مصرفی برای ۶ سال آبیاری است.

مشکل دیگر مربوط به مصرف برخی سموم دفع آفات است (Turral and Burke, 2010). مدیریت آفات در کشاورزی فاریاب از زمان شروع کشت مدرن و وسیع برنج و گندم مسئله‌ای دائمی و تکراری بوده است. در کشت تک‌محصولی،

آفات و بیماری‌ها می‌توانند به‌سرعت گسترش یافته و زمانی که شرایط مطلوب باشد همه‌گیر شوند. دیده شده که برخی از ارقام پر محصول برنج نسبت به آفات خاصی حساس‌اند (نظیر برنج نوع آی آر ۶۴ [1] که به کرم ساقه‌خوار قهوه‌ای حساس است). سموم دفع آفات اولیه، نظیر ارگانوکلرین‌ها پایدارند و در زنجیرهٔ غذایی تجمع می‌یابند. اگرچه مصرف بسیاری از آن‌ها در دههٔ ۱۹۷۰ ممنوع شده است، استفاده از آن‌ها در برخی نقاط جهان هم‌چنان ادامه دارد. جایگزین این سموم با فرمول‌بندی‌های ظاهراً ملایم‌تر، ارگانوفسفات‌هایند که بعدها استفاده از آن‌ها در سطح گسترده‌ای ممنوع یا محدود شد. خطر آلودگی با قابلیت انحلال و تحرک ترکیب‌های مختلف شیمیایی همبستگی دارد. مثلاً علف‌کش آترازین که به طور گسترده‌ای در تولید ذرت در آمریکا استفاده می‌شود، باعث آلودگی چشمگیر آب‌های زیرزمینی است. روناب و زهاب کشاورزی، این آلاینده‌ها را سریعاً به پیکره‌های آبی منتقل می‌کند.

گازهای گلخانه‌ای

کشاورزی نیز در انتشار گازهای گلخانه‌ای سهم چشمگیری دارد. مقدار گازهای منتشرشده از فعالیت‌های کشاورزی به ۵ تا ۶ میلیارد تن معادل دی‌اکسیدکربن در سال می‌رسد. کشاورزی همراه با فعالیت‌های جنگل‌زدایی باعث انتشار یک‌سوم گازهای گلخانه‌ای مربوط به انسان شده است، که مقدار آن حدود ۱۳ تا ۱۵ میلیارد تن دی‌اکسیدکربن در سال می‌باشد (جدول ۱-۳). هر سال ۲۵٪ از کل دی‌اکسیدکربن (به طور عمده به دلیل جنگل‌زدایی)، ۵۰٪ از متان (برنج، فضولات حیوانی، فرآیند هضم روده‌ای) و ۷۵٪ از اکسید نیتروژن [2] (مصرف کودهای شیمیایی، فضولات حیوانات) منتشرشده توسط انسان به علت فعالیت‌های کشاورزی و جنگل‌داری انتشار می‌یابد. گرچه در کشاورزی متراکم از بیشتر این انتشار بالقوه کشاورزی متراکم نمی‌توان اجتناب کرد، ولی راهبردهایی کاهشی وجود دارد که به ما کمک می‌کند تا در بخش‌های کشاورزی و جنگل‌داری به هدف تثبیت غلظت این گازها در جو دست یابیم. در فصل پنجم این گزینه‌ها را آورده‌ایم.

جدول ۱-۳: انتشار سالانهٔ گازهای گلخانه‌ای در اثر فعالیت‌های انسانی (۲۰۰۵)

	بیلیون تن معادل دی‌اکسیدکربن	سهم (٪)
جهان	۵۰	۱۰۰
کشاورزی	۵-۶	۱۰-۱۲
متان	۳/۳	
اکسید نیتروژن	۲/۸	
جنگل	۵-۸	۱۵-۲۰
جنگل‌زدایی	۵-۶	
تجزیهٔ کود گیاهی	۳-۴	
کل کشاورزی و جنگل	۱۳-۱۵	۲۵-۳۲

منبع: FAO (2008a)

دستیابی به هدف تثبیت غلظت جو. این گزینه ها هستند در فصل ۵ بحث شده است.

1. IR64
2. N2O

تخلیهٔ آب زیرزمینی

احتمال دارد در بسیاری مناطق، مقدار آب قابل دسترس کشاورزی تحت تأثیر تحلیل‌رفتن منابع آب زیرزمینی قرار گیرد. همان‌طور که قبلاً بحث شد، توسعهٔ سریع مصرف آب زیرزمینی با فناوری چاه، انرژی ارزان و بازارهای پردرآمد منجر به تخلیهٔ گستردهٔ مخازن آب زیرزمینی و تخلیهٔ برگشت‌ناپذیر برخی آبخوان‌ها شده است (Shah, 2009; Llamas and Custodio, 2003; Morris *et al*., 2003). تخلیهٔ آبخوان‌ها تأثیر غالب ان امر بوده است، اما پمپاژ در بعضی شرایط نیز می‌تواند تغذیه را افزایش‌دهد (Shamsudduha *et al*., 2011).

برداشت گسترده و تا حد زیادی بدون نظارت آب برای کشاورزی منجر به تخلیه و تخریب تعدادی از دردسترس‌ترین و باکیفیت‌ترین آبخوان‌های جهان شده است. تخلیهٔ آب زیرزمینی در درهٔ مرکزی کالیفرنیا یا آبخوان اوگالا[1] در فلات بزرگ آمریکا نمونه‌ای از آن است. مثال‌های دیگر شامل مناطق کلیدی کشاورزی نظیر پنجاب، فلات شمالی چین و حوضهٔ سئوس[2] در مراکش می‌شود، که از سال ۱۹۸۰ کاهش سطح آب این سفره‌ها تا حدود ۲ متر در سال ثبت شده است (Garduno & Foster, 2011). هزینه‌های پمپاژ از منابع زیرزمینی برای هر یک از کشاورزان و برای اجرای طرح‌های تأمین آب برای عموم با پایین رفتن سطح آبخوان‌ها افزایش می‌یابد؛ اما در برخی موارد به نظر می‌رسد حتی اگر آب زیرزمینی بخواهد به مصرف تولید محصولات گران‌قیمت برسد، باز هم میزان آب موجود کفاف نمی‌دهد (Hellegers *et al*., 2011)، مثلاً در یمن در بعضی جاها پمپاژ از عمق بیش از یک کیلومتر انجام می‌گیرد.

تخلیهٔ آب زیرزمینی به دلیل فروپاشی ساختمان آبخوان منجر به نشست زمین می‌شود. بارزترین مثال این مورد نشست زمین در درهٔ مرکزی کالیفرنیا، به دلیل استمرار در برداشت بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی از اعماق زیاد برای مصارف آبیاری است. در ایران برداشت شدید آب زیرزمینی منجر به خشک‌شدن قنات‌های سنتی قدیمی (چشمه‌ها و چاه‌های کم‌عمق) و نیز منجر به فرونشستن زمین‌های حاصلخیز کشاورزی به دلیل فشرده‌شدن سفره‌های زیرین شده است.

خطر دیگرْ شورشدن منابع آب زیرزمینی است. این امر زمانی اتفاق می‌افتد که زهاب‌های شور آبیاری به آبخوان نفوذ کند؛ اما در بسیاری از مناطق ساحلی و جزیره‌های کوچک، پمپاژ شدید آب زیرزمینی برای مصرف کشاورزی سبب نفوذ آب شور شده و از نظر اقتصادی، بسیاری از آبخوان‌های مهم برای تأمین آب نامناسب می‌گردد. برخی آبخوان‌ها مدت‌هاست که برای همیشه شور شده‌اند (مثلاً، آبخوان‌های ساحلی غزه، گجرات هند، جاوهٔ شرقی و مکزیک).

آمار جهانی مصرف آب زیرزمینی در کشاورزی که فائو (Siebert *et al*., 2010) تهیه کرده نشان می‌دهد که اکنون حدود ۴۰ درصد از اراضی آبیاری جهان متکی به آب زیرزمینی است (جدول ۲-۳). مناطق کلیدی تولید غذا به آب زیرزمینی وابسته‌اند. مناطق تحت تأثیر شامل برخی نواحی اصلی تولید غلهٔ جهان مانند پنجاب و فلات شمال چین می‌شوند. بیش از یک‌سوم مناطق تحت آبیاریِ چهار تولیدکنندهٔ بزرگ غذای جهان به آب زیرزمینی وابسته است. در هند (۶۴٪) و آمریکا (۵۹٪) دوسوم اراضی فاریابَ متکی به آب زیرزمینی است. در نتیجه، تأمین غذای جهانی با تخلیه و تخریب آبخوان‌ها بیشتر در معرض خطر قرار می‌گیرد.

1. Ogallala
2. SOUSS

جدول ۲-۳: کشورهای اصلی‌ای که در آن‌ها تولید غذا وابسته به آب زیرزمینی است

کشور	سطح مجهز به نظام آبیاری (هکتار)	آب زیرزمینی (هکتار)	آب سطحی (هکتار)	وابسته به آب زیرزمینی (٪ سطح مجهز به نظام آبیاری)
برزیل	۳۱۴۹۲۱۷	۵۹۱۴۳۹	۲۵۵۷۷۷۸	۱۹
چین	۶۲۳۹۲۳۹۲	۱۸۷۹۴۹۵۱	۴۳۵۹۷۴۴۰	۳۰
مصر	۳۴۲۲۱۷۸	۳۳۱۹۲۷	۳۰۹۰۲۵۱	۱۰
هند	۶۱۹۰۷۸۴۶	۳۹۴۲۵۸۶۹	۲۲۴۸۱۹۷۷	۶۴
پاکستان	۱۶۷۲۵۸۴۳	۵۱۷۲۵۵۲	۱۱۵۵۳۲۹۱	۳۱
تایلند	۵۲۷۹۸۶۰	۴۸۱۰۶۳	۴۷۹۸۷۹۷	۹۰
آمریکا	۲۷۹۱۳۸۷۲	۱۶۵۷۶۲۴۳	۱۱۳۳۷۶۲۹	۵۹

منبع: Siebert *et al*. (2010)

اثرات پیش‌بینی‌شده ناشی از تغییر آب و هوا

در سطح جهان، نظام‌های کشاورزی نیز در معرض خطر تغییر آب و هوا قرار خواهند داشت (FAO, 2011d). تغییر آب و هوا و تغییرات منتج از آن بر رژیم‌های هیدرولوژیکی و دمایی اثر می‌گذارد و این امر به نوبهٔ خود بر ساختار و وظایف اکوسیستم‌ها و معیشت انسان‌ها تأثیر می‌گذارد. تغییرات مورد انتظار در متوسط دما و بارش و تغییر الگوهای آن‌ها، افزایش دی‌اکسیدکربن و اثرات متقابل پیچیدهٔ بین این عوامل و منابع آب و زمین اثر خواهد گذاشت و در نتیجه تولید محصول و بخش کشاورزی در دهه های آتی تحت تأثیر قرار خواهد گرفت (Tobiello and van der Velde, 2010).

این اثرات برحسب منطقه و در طول زمان متفاوت خواهد بود. انتظار می‌رود تا سال ۲۰۵۰ گرم‌شدن زمین در مناطق معتدل به نفع عملکرد محصول و مرتع باشد، حال آنکه در مناطق نیمه‌خشک و گرم عملکرد را کاهش خواهد داد. به‌این‌ترتیب، گرمایش جهانی ظرفیت تولید غذا در برخی مناطق جهان (نظیر کانادا و روسیه) را افزایش می‌دهد و در سایر مناطق (نظیر جنوب آفریقا) کاهش تولید را در پی دارد. تغییر در رژیم‌های بارشی نیز قابل انتظار است و تغییر در نسبت تبخیر و تعرق به بارندگی بازدهی و کارکرد اکوسیستم را خصوصاً در مناطق حاشیه‌ای تغییر خواهد داد. احتمال دارد فراوانی وقایع حدی نظیر موج‌های گرما، توفان تگرگ، سرمای شدید، بارندگی‌های شدید و طولانی و خشکسالی افزایش یابد، که این امر اثرات منفی بر عملکرد محصولات خواهد داشت. تغییرات آب و هوا باید در همهٔ ملاحظات آتی راهبردهای مدیریت زمین و آب در نظر گرفته شود (FAO, 2010c).

اثرات احتمالی تغییر آب و هوا در سطح جهان

انتظار می‌رود در بسیاری مناطق مجموع اثرات تغییرات آب و هوایی شامل افزایش خشکی، تکثر الگوهای آب و هوایی غیر قابل پیش‌بینی و وقوع بارندگی‌های شدیدتر با کاهش عملکرد و افزایش خطرات تولید همراه باشد. افزایش بارندگی و دما ممکن است منجر به افزایش هجوم آفات و بیماری‌ها بر محصول و دام شود. انتظار می‌رود با گذشت زمان اثرات

منفی‌تر و شدیدتری خصوصاً در مناطق درحال توسعه به وقوع بپیوندد. ممکن است در قسمت‌های مشخصی از جهان دمای بیشتر آب و فصل رشد طولانی‌تر منافعی داشته باشد. حتی افزایش دی‌اکسیدکربن جو نیز ممکن است اثرات مفیدی بر بازده داشته باشد هرچند که این اثرات نامعلوم است.

اثرات تغییرات آب و هوایی بسته به سناریوی مورد نظر ممکن است کل میزان تولید غلهٔ جهان را بین ۵- تا ۳+ درصد تغییر دهد (قاب ۶-۳). در صورت تحقق خطرات، تغییر آب و هوا ممکن است در کشورهای در حال توسعه به دلیل آسیب‌پذیری و عدم امنیت غذایی بخش‌های فقیرتر جامعه، کمبود سرمایه برای اقدامات سازگارکننده، و افزایش وقایع حدی عواقب جدی در پی داشته باشد. برآورد شده است که تغییر آب و هوا می‌تواند تعداد افراد مبتلا به سوءتغذیه را به ۱۰ تا ۱۵۰ میلیون نفر افزایش دهد.

اثرات پیش‌بینی‌شدهٔ تغییر آب و هوا برای هر منطقه

اگرچه وقوع همهٔ اثرات پیش‌بینی‌شدهٔ ناشی از تغییر آب و هوا قطعی نیست، ولی پیش‌بینی‌ها نشان‌دهندهٔ این است که درصد زمین‌های زیر کشت فعلی در مناطق آب و هوایی خشک و نیمه‌خشک در آفریقا، به‌خصوص آفریقای شمالی و جنوب آفریقا افزایش می‌یابد. تا سال ۲۰۸۰ سطح کشت در مناطق خشک و نیمه‌خشک آفریقا ممکن است ۸-۵ درصد (۶۰ تا ۹۰ میلیون هکتار) افزایش یابد. ممکن است مناطق خشک‌تر کم بازده‌تر شوند، یا تولید کلاً از بین برود. بالعکس، در آسیا در همه مناطق خشکی کاهش خواهد یافت. در نواحی معتدل، اثرات ممکن است مطلوب‌تر باشد، هرچند که این مطلوبیت با احتمال افزایش وقایع حدی آب و هوایی خنثی شود. تغییرات مورد انتظار در رژیم‌های دما و بارش و شرایط رطوبتی خاک، تناسب گونه‌ها و ارقام گیاهی را تغییر می‌دهد. این تغییرات منجر به تغییر نیازهای مدیریتی نظیر افزایش نیاز به آبیاری در بسیاری مناطق، ایجاد تقویم جدید زراعی و تغییرعملیات کاشت و برداشت می‌شود (Fischer *et al*., 2010).

اثرات تغییر آب و هوا بر آبیاری

گرچه دربارهٔ تغییر آب و هوا عدم قطعیت‌های بسیاری وجود دارد، ولی انتظار می‌رود اثرات آن بر منابع آب چشمگیر باشد، هم‌چنانکه پیش‌بینی شده است که تنش آبی تا سال ۲۰۵۰ افزایش چشمگیری داشته باشد (FAO, 2011a). دسترسی منطقه‌ای به آب ممکن است با تغییرات در ذوب برف و جریان رودخانه‌ها تغییر کند. تغییرات عمده در بارش ممکن است بر جریان آب رودخانه‌ها در مناطق کلیدی تحت آبیاری خصوصاً در شبه قارهٔ هند تأثیر بگذارد (FAO, 2011a; De Fraiture *et al*. 2008). اگرچه کمّی‌کردن این اثرات مشکل است، ولی انتظار می‌رود، ترکیبی از کاهش جریانات پایهٔ رودخانه‌ها، افزایش سیلاب‌ها و بالا آمدن سطح آب دریاها بر اراضی فاریاب پرمحصول، که به حفظ ثبات در تولید غلات کمک می‌کند، اثر بگذارد. خطرات تولید، در دشت‌های آبرفتی وابسته به ذوب برف‌ها (نظیر کلرادو و پنجاب) و در دلتاهای پست شدیدتر خواهد بود (نظیر گنگ و نیل) (Frenken, 2010).

از دیدگاه تقاضامحور، اثرات تغییرات آب و هوا بر نیاز آبی برای آبیاری از طریق تغییرات خالص در بارش و تبخیر و تعرق احساس خواهد شد (Bates *et al*. 2008). تا سال ۲۰۸۰ در سطح جهانی نیازهای خالص آبیاری محصولات ممکن است بین ۵ تا ۲۰ درصد (که در برخی مناطق با تغییرات وسیع همراه است) افزایش یابد. مثلاً بیشترین تغییرات در آسیای جنوب شرقی ممکن است نیازها را تا ۱۵ درصد افزایش دهد. در مناطق معتدل، پیش‌بینی می‌شود به دلیل افزایش نیاز تبخیری جو و طولانی‌تر شدن فصل رشد اثرات تغییر آب و هوا بیشتر شود (Fischer *et al*.2007).

قاب ۶-۳: مواردی که انتظار می‌رود بر تولید بالقوهٔ غلات اثر بگذارد

نتایج سناریوها نشان می‌دهد اگر از اثرات کاسته نشود، تولید بالقوهٔ غلات دیم حدود ۵ درصد کاهش می‌یابد (جدول زیر را نگاه کنید). اگر از انواع محصولات سازگار استفاده شود یا اگر افزایش دی‌اکسیدکربن در نتیجهٔ تغییر آب و هوا نوعی اثر کوددهی داشته باشد، آنگاه کاهش تولید بالقوه کمتر خواهد بود. اگر فرض شود هر دو اثر محصولات سازگار و کوددهی دی‌اکسیدکربن با هم حادث شوند، آنگاه تغییر آب و هوا می‌تواند منجر به افزایش کلی ۳ درصدی‌ای در تولید بالقوه شود. این افزایش در آسیای شرقی و آسیای میانه در بیشترین حد خواهد بود. با وجود این در بعضی مناطق به‌ویژه در غرب آفریقا تولید کاهش خواهد یافت. با این پیش‌بینی‌ها، احتمال دارد که مناطق دیم کم‌بازده و کشاورزان فقیر حداقل امکان سازگاری را با شرایط داشته باشند و بنابراین بیشترین لطمه را خواهند دید.

اثرات تغییر آب و هوا بر تولید بالقوهٔ غلات دیم در زمین‌های زیر کشت کنونی

منطقه	زمین زیر کشت	درصد تغییرات با توجه به تولید بالقوه در شرایط آب و هوایی کنونی: بدون کوددهی با دی‌اکسیدکربن؛ نوع کنونی محصولات	بدون کوددهی با دی‌اکسیدکربن؛ محصولات سازگارشده	با کوددهی با دی‌اکسیدکربن؛ نوع کنونی محصولات	با کوددهی با دی‌اکسیدکربن؛ محصولات سازگارشده
آفریقای شمالی	۱۹	-۱۵	-۱۳	-۱۰	-۸
جنوب صحرای آفریقا	۲۲۵	-۷	-۳	-۳	۱
آمریکای شمالی	۲۵۸	-۷	-۶	-۱	۰
آمریکای مرکزی و کارائیب	۱۶	-۱۵	-۱۱	-۱۱	-۷
آمریکای جنوبی	۱۲۹	-۸	-۳	-۴	۱
آسیای غربی	۶۱	-۶	-۶	-۱	-۱
آسیای مرکزی	۴۶	۱۹	۱۹	۲۴	۲۴
آسیای جنوبی	۲۰۱	-۶	-۲	-۲	۲
آسیای شرقی	۱۵۱	۲	۶	۷	۱۰
آسیای جنوب شرقی	۹۹	-۵	-۲	-۱	۴
اروپای غربی و مرکزی	۱۳۲	-۴	-۴	۲	۳
اروپای شرقی و جمهوری روسیه	۱۷۳	۱	۱	۷	۷
استرالیا و زلاند نو	۵۱	۲	۴	۷	۹
جزایر اقیانوس آرام	۰	-۷	-۳	-۲	۲

با استفاده از سناریوی Hadley A2 برای سال ۲۰۵۰ در برابر آب و هوای مرجع

منبع: بر گرفته از Fischer *et al.* (2010)

ممکن است نسبت برداشت آب برای آبیاری به کل منابع آب تجدیدپذیر دردسترس به‌ویژه در خاورمیانه و آسیای جنوب شرقی افزایش یابد. نیاز به آب آبیاری ممکن است در شمال آفریقا نیز افزایش، اما در چین کاهش یابد (Bates *et al*.2008). انتظار می‌رود افزایش دفعات خشکسالی مخازن آب را تحت تنش قرار دهد، زیرا آب بیشتری لازم خواهد بود تا پاسخگوی نیاز محصولات به آب بیشتر باشد.

نظام‌های در معرض خطر

در گزارش وضعیت جهانی منابع زمین و آب نظام‌های در معرض خطر به ۹ کلاس اصلی تقسیم شده که باید به آن‌ها توجه ویژه‌ای کرد. (تقسیم‌بندی جزئی‌تر منجر به ایجاد ۱۴ زیرمجموعه شده است که الگوهای خاصی از خطرات و گزینه‌های توسعه را ارائه می‌دهند). همهٔ این نظام‌ها انتظار می‌رود تا اندازه‌ای اثرات منفی ایجاد کنند و بر سایر نظام‌ها نیز اثرات جانبی منفی بگذارند، مگر اینکه اقدامات اصلاحی در آن‌ها انجام شود. ویژگی‌های کلیدی (وضعیت و روندها) و گزینه‌هایی برای پرداختن به مسائل زمین و آب در این نظام‌ها در جدول ۳-۳ نشان داده شده است. در این جدول وقوع و شدت اثرات منفی مورد انتظار، همراه با گزینه‌های اصلی مورد نیاز برای پرداختن به خطر و حفظ پایداری و افزایش مشارکت در رفع نیازهای غذایی محلی و جهانی شرح داده شده است.

جدول ۳-۳: نظام‌های اصلی زمین و آب در معرض خطر

نظام‌های تولید جهانی	موارد و مکان‌هایی که در آن‌ها نظام‌ها در معرض خطرند	خطرات
زراعت دیم در مناطق مرتفع	مناطق مرتفع با تراکم جمعیت در نواحی فقیر: هیمالیا، آند، مناطق مرتفع امریکای مرکزی، دره ریفت، فلات اتیوپی، جنوب آفریقا	فرسایش، تخریب زمین، کاهش بهره‌وری آب و خاک، افزایش فراوانی وقوع سیل، افزایش مهاجرت، رواج شدید فقر و عدم امنیت غذایی
زراعت دیم در مناطق گرمسیری نیمه‌خشک	کشاورزی خرده‌پا در آفریقای شرقی، غربی و جنوبی در منطقهٔ ساوانا و در جنوب هند؛ نظام‌های دامداری-کشاورزی در خط ساحلی و شاخ آفریقا و هند شرقی	بیابان‌زایی-کاهش ظرفیت تولید، افزایش نابودی محصولات به دلیل تغییرات آب و هوایی و دمایی، افزایش منازعات، رواج شدید فقر، عدم امنیت غذایی، مهاجرت
زراعت دیم در مناطق نیمه‌گرمسیری	جمعیت متراکم و مناطقی با کشت متراکم، اغلب اطراف حوضه مدیترانه تمرکز یافته است.	بیابان‌زایی، کاهش ظرفیت تولید، افزایش نابودی محصولات، رواج گستردهٔ فقر و عدم امنیت غذایی، تکه‌تکه شدن زمین‌ها، مهاجرت به خارج. انتظار می‌رود تغییر آب و هوا این نواحی را از طریق بارش و رواناب کمتر تحت تأثیر قرار دهد و افزایش وقوع خشکسالی و سیل.
زراعت دیم در مناطق معتدل	کشاورزی بسیار متراکم در اروپای غربی	آلودگی خاک و آبخوان‌ها منجر به هزینه‌های آلودگی‌زدایی، از دست رفتن تنوع زیستی و تخریب اکوسیستم‌های آب شیرین
	کشت متراکم در آمریکا، چین غربی، ترکیه، زلاند نو، بخش‌هایی از هند، جنوب آفریقا و برزیل	آلودگی خاک و آبخوان‌ها، از دست رفتن تنوع زیستی، تخریب اکوسیستم‌های آب شیرین افزایش نابودی محصولات به دلیل افزایش تغییرات آب و هوایی در مکان‌های مختلف
نظام‌های مبتنی بر برنج آبی	جنوب شرقی و شرق آسیا	رهاسازی اراضی، از دست رفتن نقش بافری شالیزارها، افزایش هزینهٔ حفظ و نگهداری زمین‌ها، آسیب‌های بهداشتی به دلیل آلودگی، تصرف زمین‌های بزرگ، تخریب زمین
	آفریقای سیاه، ماداگاسکار، آفریقای شرقی و آفریقای غربی	ضرورت نوسازی‌های مکرر، بازگشت ضعیف سرمایه، بهره‌وری راکد، مالکیت زمین‌های بزرگ‌مقیاس، تخریب اراضی

منبع: مطالعه حاضر

ادامه جدول ۳-۳: نظام‌های اصلی زمین و آب در معرض خطر

نظام‌های تولید جهانی	موارد و مکان‌هایی که در آن‌ها نظام‌ها در معرض خطرند	خطرات
محصولات آبی دیگر	حوضه‌های آبریز سامانه‌های آبیاری بزرگ همجوار از رودخانه‌ها در مناطق خشک، شامل رودخانهٔ کلرادو، موری دارلینگ، کریشنا، جلگهٔ سند و گنگ، چین شمالی، آسیای مرکزی، آفریقای شمالی و خاورمیانه	کمیابی آب، از دست رفتن تنوع زیستی و خدمات محیط‌زیست، بیابان‌زایی، کاهش پیش‌بینی‌شدهٔ دسترسی به آب و تغییر جریانات فصلی به دلیل تغییرات آب و هوایی در مکان‌های مختلف
	آبخوان‌ها سامانه‌های آبیاری وابسته به آب‌های زیرزمینی در دشت‌های خشک داخلی در هند، چین، آمریکای مرکزی، استرالیا، آفریقای شمالی، خاورمیانه و سایر مناطق	از دست رفتن نقش متعادل‌کنندهٔ سفره‌ها، از دست رفتن اراضی کشاورزی، بیابان‌زایی، کاهش تغذیهٔ سفره‌ها به دلیل تغییرات آب و هوایی در مکان‌های مختلف
مراتع	زمین‌های مرتعی و چراگاه‌ها شامل خاک‌های شکنندهٔ آفریقای غربی (ساحل)، آفریقای شمالی و بخش‌هایی از آسیا	بیابان‌زایی، مهاجرت به خارج، رها کردن اراضی، عدم امنیت غذایی، فقر شدید، تشدید درگیری‌ها
جنگل‌ها	کشتزار جنگل‌های استوایی آسیای جنوب شرقی، حوضهٔ آمازون، آفریقای مرکزی، جنگل‌های هیمالیا	تکه‌تکه شدن، بریده و سوزانده شدن اراضی جنگلی که منجر به از دست رفتن اکوسیستم جنگل می‌شود، تخریب اراضی.
سایر زیرمجموعه‌های محلی مهم	دلتاها و نواحی ساحلی دلتای نیل، دلتای رود سرخ، براهماپوترا گنگ، مکانگ و سایر دشت‌های آبرفتی ساحلی: شبه‌جزیرهٔ عربستان، چین غربی، خور ساحلی بنین، خلیج مکزیک	از دست رفتن زمین‌های کشاورزی و آب‌های زیرزمینی، مشکلات بهداشتی، بالا آمدن سطح آب دریاها، افزایش فراوانی وقوع گردبادها (آسیای شرقی و جنوب شرقی)، افزایش وقوع سیل و جریان‌های اندک
	جزایر کوچک کارائیب و جزایر اقیانوس، آرام	از دست رفتن کلی سفره‌های آب شیرین، افزایش هزینهٔ تولید آب شیرین، افزایش خسارات مرتبط با تغییرات آب و هوایی، طوفان‌های بالابرندهٔ سطح آب دریا، سیل‌ها
	کشاورزی حومهٔ شهری	آلودگی، مشکلات بهداشتی برای مشتریان و تولیدکننده‌ها، رقابت بر سر اراضی

نقشهٔ ۲-۳ مناطقی را مشخص می‌سازد که در درون نظام‌های کشاورزی آن‌ها جمعیت روستایی بیش از ظرفیت منابع زمین و آب برای تأمین غذا است. این نقشه جاهایی را که تراکم جمعیت روستایی چالشی برای نظام‌های کشاورزی ایجاد می‌کند و جاهایی را نشان می‌دهد که باید در آن‌ها راهکارها با در نظر گرفتن روش‌های کشاورزی متراکم پایدار و کاهش فشارهای جمعیت بر محیط‌زیست طراحی شوند.

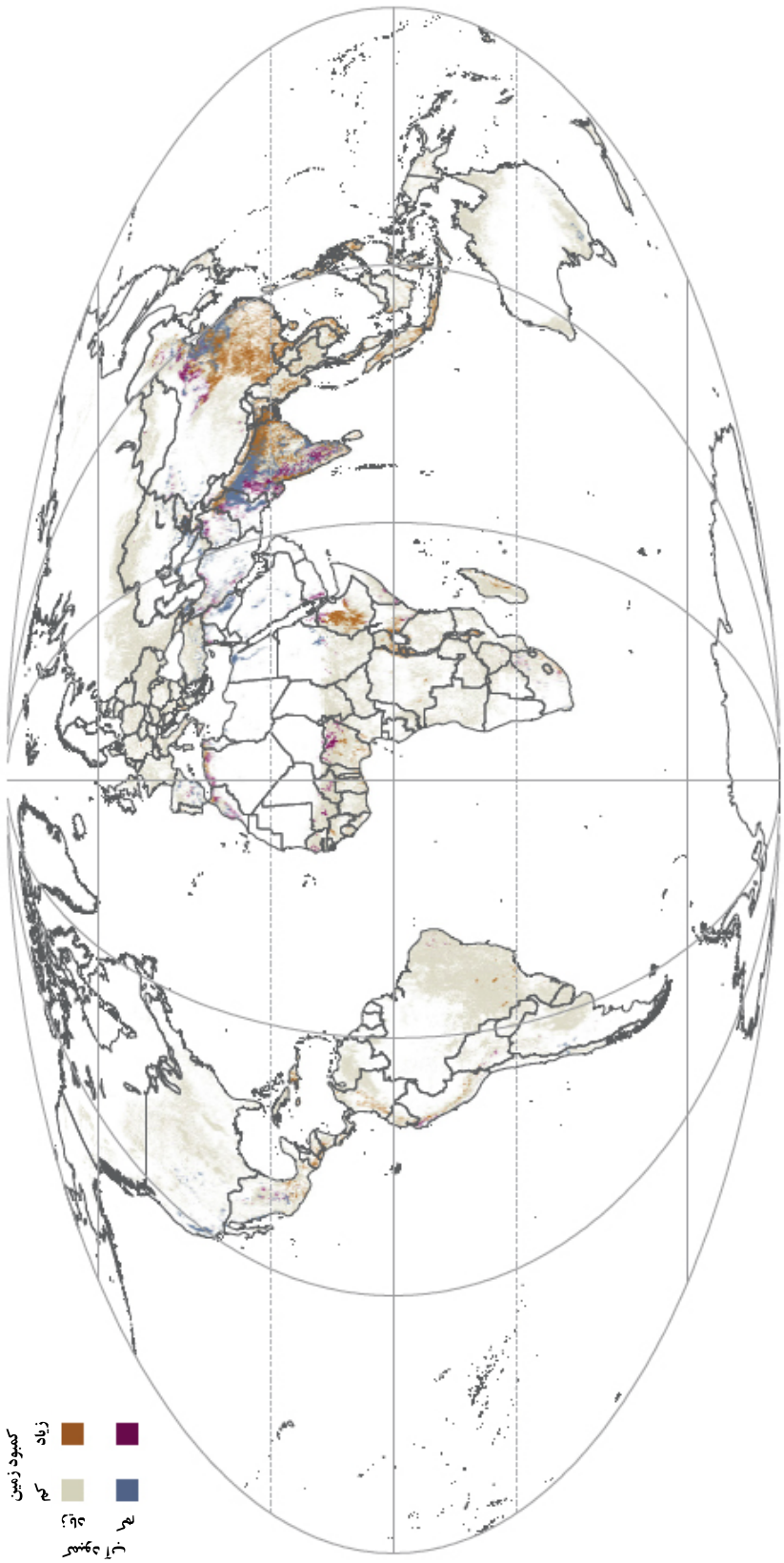
نظام‌های واقع در ارتفاعات پرجمعیت در مناطق فقیر

مشخصه‌های این نظام‌ها در مناطقی نظیر هیمالیا، آند و مناطق مرتفع آفریقای سیاه (ازجمله درهٔ ریفت، فلات اتیوپی و نواحی دریاچه‌های بزرگ[1])، فشار جمعیتی شدیدی است که بر اکوسیستم‌های آسیب‌پذیر وارد می‌آورند. گرایش به استفاده از اراضی حاشیه‌ای منجر به افزایش فرسایش و خطر رانش زمین و تغییر الگوی رواناب‌ها می‌گردد که با تخریب منابع آب در پایین‌دست همراه است. اثرات منفی فرسایش و بیابان‌زایی منجر به کاهش حاصلخیزی می‌شود و انتظار می‌رود این اثرات با تغییر آب و هوا تشدید شوند.

در این نظام‌ها، تقریباً هیچ امکانی برای توسعهٔ زمین‌های زیر کشت وجود ندارد. چشم‌انداز رشد کشاورزی متراکم محدود به زمین‌های غیرحاشیه‌ای است و این نیازمند سرمایه‌گذاری زیادی برای توسعهٔ روش‌های حفاظت از آب و خاک است. باید مدیریت حاصلخیزی زمین بهبود یابد و تلاش شود تا فشار بر روی اراضی شکننده کاهش پیدا کند، در غیر این صورت احتمال دارد فقر و مهاجرت افزایش یابد. راهکارهای موجود برای چنین اکوسیستم‌های شکننده‌ای شامل حفاظت از خاک و آب، عملیات آبخیزداری، حفاظت از سیل، تراس‌بندی و جنگل‌کاری در شکننده‌ترین نواحی است. پرداخت هزینهٔ خدمات محیط‌زیستی در حوضه‌های آبریز، رواج گردشگری کشاورزی، مهاجرت برنامه‌ریزی‌شده و ارائهٔ خدمات اولیه و زیرساختی، از جملهٔ گزینه‌های غیرکشاورزی‌اند که باید توسعه یابند.

1. Great Lakes

نقشهٔ ۲-۳۲: نظام‌های کشاورزی در معرض خطر: فشار فعالیت‌های انسانی بر منابع زمین و آب



نظام‌های دیم در مناطق گرمسیری نیمه‌خشک

این نظام‌ها شامل کشاورزی خرده‌پا در ساواناهای آفریقای سیاه و برخی نظام‌های کشاورزی‌ـمرتعی در آسیا (هند غربی) و آفریقا است. در حال حاضر، ویژگی این نظام‌ها در بسیاری از نقاط جهان برداشت بی‌رویه از منابع طبیعی و چوب برای سوخت و توسعهٔ بیشتر زمین‌های حاشیه‌ای است. در این نظام‌ها ظرفیت زمین‌های زیر کشت کم و روش‌های کشاورزی بهبودنیافته است، بازدهی به دلیل تخلیهٔ مواد آلی و حاصلخیزی، اسیدی‌شدن خاک‌ها، ظرفیت خاک برای حفظ رطوبت و فرسایش آبی و بادی کم است (و بعضی مواقع رو به کاهش است). اکوسیستم‌ها رو به تخریب گذاشته‌اند و با کاهش بیومس و تنوع زیستی، وقوع آتش‌سوزی مکرر و کمبود آب روبه‌رویند. نقایص نهادی نیز از علل بروز مشکلات در مالکیت و دسترسی به زمین و مناقشات کشاورزی و دامداری است. ویژگی بیشتر این مناطق فقر گسترده و آسیب‌پذیری در مقابل تکانه‌های آب و هوایی و میزان تولید بسیار متغیر به علت تغییرات آب و هوایی است. مسئلهٔ دسترسی به زمین و اختلافات بین کشاورزان و دامداران بسیار گسترده است.

ظرفیت توسعه کم تا متوسط است، به استثنای برخی جاها که در آن‌ها زمین‌ها زیاد آسیب‌پذیر نیستند و آب آبیاری در دسترس است، ظرفیت کشاورزی متراکم متفاوت است و بستگی به منابع آبی محدود و وجود زمین‌های شکننده و تراکم جمعیت دارد. گزینه‌های بهبود شامل افزایش امنیت مالکیت اراضی، اصلاحات ارضی و یکپارچه‌کردن زمین‌ها هرجا که ممکن باشد، تلفیق بهتر کشاورزی و دامداری، سرمایه‌گذاری در آبیاری و جمع‌آوری آب هر جا که ممکن باشد، بیمهٔ محصولات، تغذیهٔ تلفیقی گیاهان، اصلاح گیاهان سازگار با شرایط نیمه‌خشک، بهبود حکمرانی و سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها (بازارها، جاده‌ها) می‌باشد. این مناطق ظرفیت برای بهره‌برداری منظم‌تر از انرژی خورشیدی برای کشاورزی و مصارف خانگی دارند. در نظام‌های تحت فشار شدید ممکن است نیاز به مهاجرت برنامه‌ریزی شده باشد.

نظام‌های نیمه‌گرمسیری

نظام‌هایی‌اند که در مناطق پرجمعیت و دارای سطح زیر کشت بسیار زیاد، در اطراف حوضهٔ مدیترانه و در آسیا دیده می‌شوند. در این مناطق از آب و زمین بهره‌برداری بی‌رویه می‌شود که منجر به فرسایش، کاهش حاصلخیزی خاک، کاهش رستنی‌ها و تنوع زیستی، کمبود آب و آتش‌سوزی‌ها می‌شود. مشکلات اقتصادی‌ـاجتماعی در این مناطق شامل خردشدن زمین‌ها و نرخ زیاد مهاجرت به‌ویژه مهاجرت مردان خانواده است.

این نظام‌ها ظرفیت کمی برای توسعه دارند، زیرا اغلب زمین‌های مناسب برای کشاورزی از قبل در حال استفاده است. در عوض احتمال دارد بدلیل فشارهای وارده بر منابع زمین و آب از سوی سایر بخش‌ها، سطح زیر کشت کاهش یابد. ظرفیت رشد کشاورزی متراکم نسبتاً کم است و احتمال دارد با افزایش تقسیم اراضی به قطعه‌های کوچکتر با محدودیت روبرو شود. مهاجرت به خارج و به حاشیه رانده‌شدن کشاورزی ممکن است ادامه یابد. شدت تخریب و اثرات آن بر معیشت جمعیت روستایی بستگی به سیاست‌های کشاورزی و اجرای مؤثرتر برنامه‌های حفاظتی دارد.

راهکارهای ضروری شامل اصلاح گیاهان سازگار با شرایط نیمه‌گرمسیری، بهبود برنامه‌های حفاظت از منابع آب و خاک و تغذیهٔ تلفیقی گیاهان است. از لحاظ نهادی، اعمال ترکیبی از اصلاحات ارضی و یکپارچه‌کردن زمین‌ها و برنامه‌ریزی برای سازگاری با تغییر آب و هوا، راه‌اندازی سیستم قابل‌اعتماد بیمهٔ محصولات، سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها و خدمات روستایی و مهاجرت‌های برنامه‌ریزی‌شده ضروری خواهد بود. در این نظام‌ها برای آنکه تعادل خوب و یکپارچه بین محیط‌زیست شهری و روستایی تضمین شود، بایستی در برنامهٔ کلی توسعهٔ اجتماعی گذار به سوی جامعه‌ای عمدتاً شهرنشین پیش‌بینی شود و همراهی لازم با آن صورت پذیرد.

نظام‌های کشاورزی متراکم در مناطق معتدل

این نظام‌ها بیشتر در کشورهای پردرآمد قراردارند، ویژگی نظام‌های کشاورزی اروپای غربی، داشتن بالاترین میزان بهره‌وری و تراکم زیاد است. کشاورزی متمرکز در ایالات متحدهٔ آمریکا، شرق چین، ترکیه، زلاندنو، بخش‌هایی از هند، آفریقای جنوبی و برزیل کشاورزی متراکم نیز اجرا می‌شود. این نظام‌ها به‌خوبی در بازارهای جهانی ادغام شده‌اند و از فعال‌ترین مناطق صادرات غذا در جهان هستند و بیشترین یارانه‌های کشاورزی جهان را دریافت می‌کنند.

برخی از این نظام‌ها ظرفیت گسترش بیشتر را دارند: در اروپا زمین‌های رهاشده می‌تواند مجدداً مورد استفادهٔ کشاورزی قرار گیرد و هم‌چنین توسعه در آمریکای شمالی و در آمریکای جنوبی نیز امکان‌پذیر است. در اروپا ظرفیت کشاورزی متراکم‌تر بسیار محدود است اما در جاهای دیگر هنوز ظرفیت وجود دارد. لیکن شکاف عملکرد در چندین منطقه ازجمله شرق چین به‌سرعت رو به کاهش است. ممکن است تغییر آب و هوا اروپا را گرم‌تر کند و در نتیجه مناطق اگرواکولوژیکی بیشتر به سمت شمال اروپا گسترش یابد، که موجب گسترش اراضی مناسب برای کشاورزی خواهد شد. لیکن ممکن است الگوهای بارش با قابلیت اتکای کمتر و وقایع حدی اقلیمی بیشتر مزیت‌ها را از بین ببرد.

این نظام‌ها پربازده هستند، اما اغلب با مشکلات محیط‌زیستی همراهند. کاهش سلامت خاک (تراکم بیشتر، کاهش مواد آلی، سله‌بندی)، آلودگی خاک‌ها و آبخوان‌ها (که منجر به آسیب‌های بهداشتی و هزینه‌های آلودگی‌زدایی می‌شود) و از دست رفتن تنوع زیستی و تخریب اکوسیستم‌های آب شیرین ازجمله چالش‌های اصلی در این نظام‌ها است. ممکن است اثرات منفی محیط‌زیستی مرتبط با چنین تراکم زیادی از کشت افزایش یابد، مگر اینکه این نظام‌ها را با دقت بیشتری مدیریت کنند.

راهکارها شامل کنترل آلودگی و کاهش آن، کشاورزی حفاظتی، تغذیهٔ تلفیقی گیاهان و مدیریت تلفیقی آفات می‌شود. احتمال دارد در واکنش به کشش بازار، توسعه و تراکم کشت بیشتر شود، اما برای جلوگیری از اثرات منفی بیشتر بر محیط‌زیست، نیاز به برنامه‌ریزی دقیق و پایش است.

نظام‌های مبتنی بر برنج

نظام‌های مبتنی بر برنج عمدتاً در آسیای جنوب شرقی و جنوبی و تا حد کمی در منطقهٔ آفریقای سیاه (ماداگاسکار، آفریقای غربی، آفریقای شرقی) متمرکز شده است. این مناطق ویژگی‌های متمایزی دارند و با انواع کاملاً متفاوتی از چالش‌ها روبرو هستند. در آسیا، بهره‌وری نظام‌های مبتنی بر برنج زیاد اما ثابت است و این نظام‌ها دچار مسائلی نظیر داشتن اکوسیستم‌های آسیب‌پذیر، وقوع سیل بیشتر و خشکسالی و آلودگی آب و خاک هستند. در بیشتر کشورها، رقابت برسر زمین، آب و نیروی کار و گذار اقتصادی پویا تنش‌های جدیدی را بر این نظام‌ها وارد می‌کند.

محرک‌های زیادی وجود دارند که نظام‌های آبی در آسیا را دچار خطرات بزرگی می‌کنند. در نظام‌های رشدیافتهٔ مبتنی بر برنج اساساً امکان کمتری برای تراکم یا توسعه بیشتر وجود دارد و به دلیل آنکه سکونت‌گاه‌های شهری و صنعتی رقابت شدیدی بر سر زمین، آب و نیروی کار دارند، تنش‌ها بیشتر خواهد شد. افزایش تقاضا برای تولیدات متنوع در پاسخ به جمعیت‌های شهری، افزایش تغییرات بارش و وقوع خشکسالی و سیل به همراه واگذاری اراضی، از دست رفتن نقش بافری شالیزارها، افزایش هزینهٔ حفاظت از اراضی، آسیب‌های بهداشتی به دلیل آلودگی و از دست رفتن ارزش‌های معنوی زمین از جمله چالش‌های دیگری‌اند که این نظام‌ها با آن روبرویند. بهبود در امر ذخیره‌سازی آب، مکانیزاسیون، تنوع‌بخشی به محصولات (راه‌اندازی تولید ماهی و سبزیجات)، کنترل آلودگی و اجرای طرح پرداخت هزینهٔ خدمات محیط‌زیستی ازجمله گزینه‌هایی است که ممکن است به کمک آن‌ها این نظام‌ها بتوانند پاسخگوی تغییرات سریع شرایط اقتصادی و تغییر آب و هوا باشند.

برعکس، در منطقهٔ آفریقای سیاه نظام‌های مبتنی بر برنج کم‌بازده‌اند، و علت این امر عمدتاً وجود مشکلات نهادی در مدیریت و حکمرانی است (به‌ویژه در ارتباط با تشکل‌های آب‌بران و آبیاری، تخریب سریع زیرساخت‌های آبیاری و توسعهٔ ضعیف بازارها). این نظام‌ها ظرفیت بالایی برای رشد و توسعه از خود نشان می‌دهند اما این امر نیازمند وجود راه‌حل‌هایی برای مشکلات نهادی و اقتصادی‌ای است که تاکنون مانع تحقق این توسعه شده است. این راه‌حل‌ها نیازمند توجه به بازار و فناوری‌ها، ایجاد انگیزه‌های بهتر برای کشاورزان، دسترسی به نهاده‌ها و ارقام اصلاح‌شده و بهبود حکمرانی، مدیریت و زیرساخت‌ها است. هرجا سیستم‌های محلی کنترل آب و توپوگرافی مناسب باشد، اجرای بسته‌های زراعی سازگارشده‌ای مانند کشت متراکم برنج سودمند خواهد بود.

سامانه‌های وسیع آبیاری سطحی زمین‌های هم‌جوار در مناطق خشک

مشکلات سامانه‌های وسیع آبیاری زمین‌های هم‌جوار، که در حوضه‌هایی از آسیا، آمریکای شمالی، شمال چین، آسیای مرکزی، آفریقای شمالی و خاورمیانه رواج دارد، شامل کمبود منابع آب، برداشت بی‌رویه و رقابت می‌شود. این سامانه‌ها اثرات جانبی منفی مهمی دارند، نظیر انتقال شوری و رسوب، و اثرگذاری بر اکوسیستم‌های مرتبط با آب. در سامانه‌های وسیع آبیاری زمین‌های هم‌جوار در مناطق خشک و بیشتر در آسیا، فشارهای جمعیتی و شهرنشینی، فشار را بر زمین و آب افزایش خواهد داد. انتظار می‌رود توسعهٔ بسیار کمی در آن‌ها اتفاق بیافتد. در آن‌ها کشاورزی متراکم‌تر و تنوع‌بخشی به محصولات از طریق به روز کردن خدمات آبیاری و مدیریت بهتر خاک و آب امکان‌پذیر است، اما اثرات منفی کشاورزی متراکم ممکن است موجب تخریب بیشتر اکوسیستم‌ها گردد، مگر آنکه اقدامات اصلاحی انجام شود. احتمال دارد تغییرات آب و هوایی، حجم و الگوی جریانات رودخانه را تغییر دهد و نیاز آبی محصولات را افزایش دهد، که این با عدم تعادل احتمالی بین عرضه و تقاضای آب همراه خواهد بود.

در بسیاری از مناطقی که از ابتدا با محدودیت دسترسی به آب و زمین روبرو بوده‌اند، چشم‌انداز توسعهٔ کشت بسیار محدود است. درجایی که هنوز امکان توسعه دارد، بایستی طرح‌های آبیاری به‌دقت برنامه‌ریزی و ملاحظات اجتماعی و محیط‌زیستی در نظرگرفته شود. برای بهبود خدمات آب و افزایش انعطاف‌پذیری و اعتمادپذیری در عرضهٔ آب و پشتیبانی از تنوع‌بخشی لازم است طرح‌های آبیاری (هم در زمینهٔ زیرساخت‌ها و هم در باب حکمرانی) مدرن شوند. هم‌چنین ضروری است برای مصرف کارامد آب ایجاد انگیزه شود و برنامه‌هایی نیز برای سازگاری با تغییر آب و هوا تهیه و اجرا گردد.

نظام‌های آبیاری وابسته به آب زیرزمینی

نظام‌های آبیاری وابسته به آب زیرزمینی، در دشت‌های خشک داخلی در هند، چین، آمریکای مرکزی، استرالیا، آفریقای شمالی، خاورمیانه و جاهای دیگر وجود دارند. ویژگی این سامانه‌ها، تخلیه مداوم آب زیرزمینی با کیفیت بالا، آلودگی و شورشدن برخی مناطق و از دست رفتن نقش بافری آبخوان‌ها، از دست رفتن زمین‌های کشاورزی و بیابان‌زایی است. این نظام‌ها در استفاده از منبع آب باکیفیت با شهرها و صنایع در رقابت‌اند. انتظار می‌رود تغییرات آب و هوایی، الگو و روش تغذیهٔ آبخوان‌ها را تحت تأثیر قرار دهد.

درجاهایی که تخلیهٔ آبخوان پیش از این آغاز شده است، چشم‌انداز محدودی برای توسعه وجود دارد و احتمال دارد که وسعت زمین‌های کشاورزی‌ای که از آبخوان‌های در حال تخلیه تغذیه می‌شوند، با پایین رفتن سطح آب هر چه بیشتر محدود شود، حال آنکه ممکن است آب زیرزمینی برای آبیاری تکمیلی در مناطق دیگر بیشتر مصرف شود. ایجاد راهکارهای نظارتی در برداشت از آب زیرزمینی، تخصیص و مصرف کاراتر آب و افزایش بهره‌وری آب در آبیاری تنها گزینه‌هایی برای جلوگیری از کاهش بیشتر ظرفیت تولیدند.

مراتع

چراگاه‌ها در همهٔ قاره‌ها یافت می‌شوند. ویژگی این نظام‌ها در مناطق در معرض خطر از جمله آفریقای غربی (ساحل)، آفریقای شمالی و بخش‌هایی از آسیا کاهش چرای سنتی، اعمال فشار بر زمین به دلیل فعالیت‌های دامداری، توسعهٔ گونه‌های گیاهی مهاجم، آتش‌سوزی، تقسیم اراضی به قطعات کوچکتر، اسکان عشایر، درگیری، فقر شدید، عدم امنیت غذایی و مهاجرت است. چنین نظام‌هایی در مقابل تغییرات آب و هوایی که بازدهی اراضی را تحت تأثیر قرار می‌دهند، به‌شدت آسیب‌پذیرند. ممکن است تغییرات آب و هوایی از طریق افزایش دما و تغییرات بارندگی روند آسیب‌پذیری را تسریع کند.

زمین‌ها خصوصاً در اراضی آسیب‌پذیر و در کشورهای فقیر پیش از این به مرز مصرف مجاز رسیده‌اند یا از آن گذشته‌اند و احتمال توسعه در آن‌ها بسیار محدود است. چشم‌انداز حفاظت بهتر از اراضی گرچه کم است ولی امکان‌پذیر است و به شرایط اقتصادی و آب و هوایی و استفاده از روش‌های بهتر در کاهش یا کنترل دام، ارتقای مدیریت مراتع، روش‌های کنترل‌شدهٔ چرای دام و تلفیق بهتر دامداری با کشاورزی بستگی دارد.

مابین جنگل-کشتزار

نظام‌های مابین جنگل‌ـکشتزار بیشتر در نواحی گرمسیری (جنوب شرقی آسیا، حوضهٔ آمازون، آفریقای مرکزی) و در هیمالیا یافت می‌شوند. خطرات اصلی این نظام‌ها شامل تجاوز کشاورزی به جنگل‌های استوایی، از دست رفتن تنوع زیستی و خدمات اکوسیستم جنگلی، ورود گونه‌های گیاهی مهاجم، شیوع آفات و بیماری‌ها، آتش‌سوزی، فرسایش، رسوب‌گذاری و تخریب اراضی می‌شود. هم‌چنین به‌خوبی ثابت شده است که تبدیل جنگل به کشتزار در انتشار جهانی گازهای گلخانه‌ای سهم خالص مثبتی دارد.

تبدیل تدریجی کشتزارها به جنگل‌ها در بسیاری موارد مطلوب نیست. امکان کشاورزی متراکم تنها از طریق ارتقای مدیریت منابع جنگلی، استقرار نظام بیشه‌ـزراعی و تصویب انگیزه‌هایی مانند پرداخت هزینه‌های خدمات محیط‌زیستی امکان‌پذیر است.

دلتاها، دشت‌های آبرفتی ساحلی و جزیره‌های کوچک

دلتاها، مناطق ساحلی و جزیره‌های کوچک دارای مشخصه‌های مشترک جمعیت متراکم و اکوسیستم‌های ساحلی آسیب‌پذیر می‌باشند، و برای تولید غذا در منطقه حیاتی هستند. دلتاهای پرجمعیت شامل نیل، رودخانهٔ سرخ، گنگ/براهماپوترا و مکانگ می‌شوند. اراضی جلگه‌های آبرفتی ساحلی در شبه‌جزیرهٔ عربستان و شرق چین و خلیج کوچک بنین و خلیج مکزیک واقع‌اند. این نظام‌ها زیر فشار شدید جمعیتی قرار دارند و شاهد از دست رفتن گونه‌های مهم زیستی خصوصاً جنگل‌های مانگرو بوده‌اند. رقابت بر سر آب و زمین میان سکونتگاه‌های شهری و صنایع در حال افزایش است. این نظام‌ها به طور فزاینده‌ای آلوده‌اند (خصوصاً آلوده به آرسنیک) و از قلیایی‌شدن و فشرده‌شدن خاک و آلوده‌شدن آبخوان‌های آبرفتی کم‌عمق به دلایل صنعتی رنج می‌برند. نفوذ شوری به آب‌های زیرزمینی و رودخانه‌ها به دلیل کاهش جریان آب شیرین رودخانه‌ها و بالاآمدن سطح آب دریاها رو به افزایش است. تخلیهٔ آب زیرزمینی در بسیاری از جزایر و نواحی ساحلی مشکلی عمومی است.

انتظار می‌رود تغییر آب و هوا، افزایش سطح آب دریاها، فراوانی وقوع گردبادها (در آسیای شرقی و جنوب شرقی)، افزایش وقوع سیل و کاهش جریان‌های سطحی بر این نظام‌ها تأثیر بگذارد. خطرات این نظام‌ها شامل از دست رفتن زمین‌های کشاورزی و آب‌های زیرزمینی (با امکان از دست رفتن کل آبخوان‌های آب شیرین در جزایر کوچک) و مشکلات مرتبط با بهداشت است. به طور کلی هیچ چشم‌اندازی برای توسعه در این نظام‌ها وجود ندارد زیرا رقابت بر سر اراضی از ابتدا شدید بوده و ملاحظات فیزیوگرافی زمین و بالاآمدن سطح آب دریاها تعیین‌کنندهٔ میزان گسترش اراضی هستند.

چشم‌انداز کشاورزی متراکم، به میزان بهره‌وری فعلی بستگی دارد، که در حال حاضر در بسیاری از مناطق بسیار زیاد است. گزینه‌های پاسخ شامل آمایش زمین، کنترل تخلیهٔ آب زیرزمینی، برقراری برنامه‌های سازگاری با تغییرات آب و هوایی، کنترل سیلاب و آلودگی، کاهش آلودگی به آرسنیک از طریق ارتقای روش‌های آبیاری و به‌کارگیری راهبردهای مدیریت یکپارچهٔ آب در سطح حوضهٔ آبریز است.

کشاورزی حومهٔ شهری

در سراسر دنیا کشاورزی در حومهٔ شهر در پاسخ به افزایش تقاضا از سوی بخش‌های شهری برای فرآورده‌های کشاورزی انجام می‌شود. مشکلات کشاورزی حومهٔ شهری شامل کمبود اراضی مناسب، کمبود امنیت در مالکیت اراضی، دسترسی محدود به آب تمیز و مشکلات آلودگی می‌شود. کشاورزی حومهٔ شهری هر جا که آب و زمین در دسترس باشد هم‌چنان گسترش خواهد یافت. بنابراین از مزایای بازارهای سریع‌الرشد و پویای مرتبط با شهرنشینی استفاده می‌کند. لازم است خطرات بهداشتی این نظام‌ها هم برای تولیدکنندگان و هم برای مصرف‌کنندگان منظم‌تر مدیریت شود، خصوصاً در جایی که از فاضلاب‌های تصفیه‌نشده استفاده می‌شود. در برنامه‌ریزی شهری، تلفیق بهتر کشاورزی شهری و حومهٔ شهری باعث می‌شود روش‌های مزبور بتوانند به طور کارامد و سالم به شهرهای رو به رشد خدمات ارائه دهند.

نتیجه‌گیری

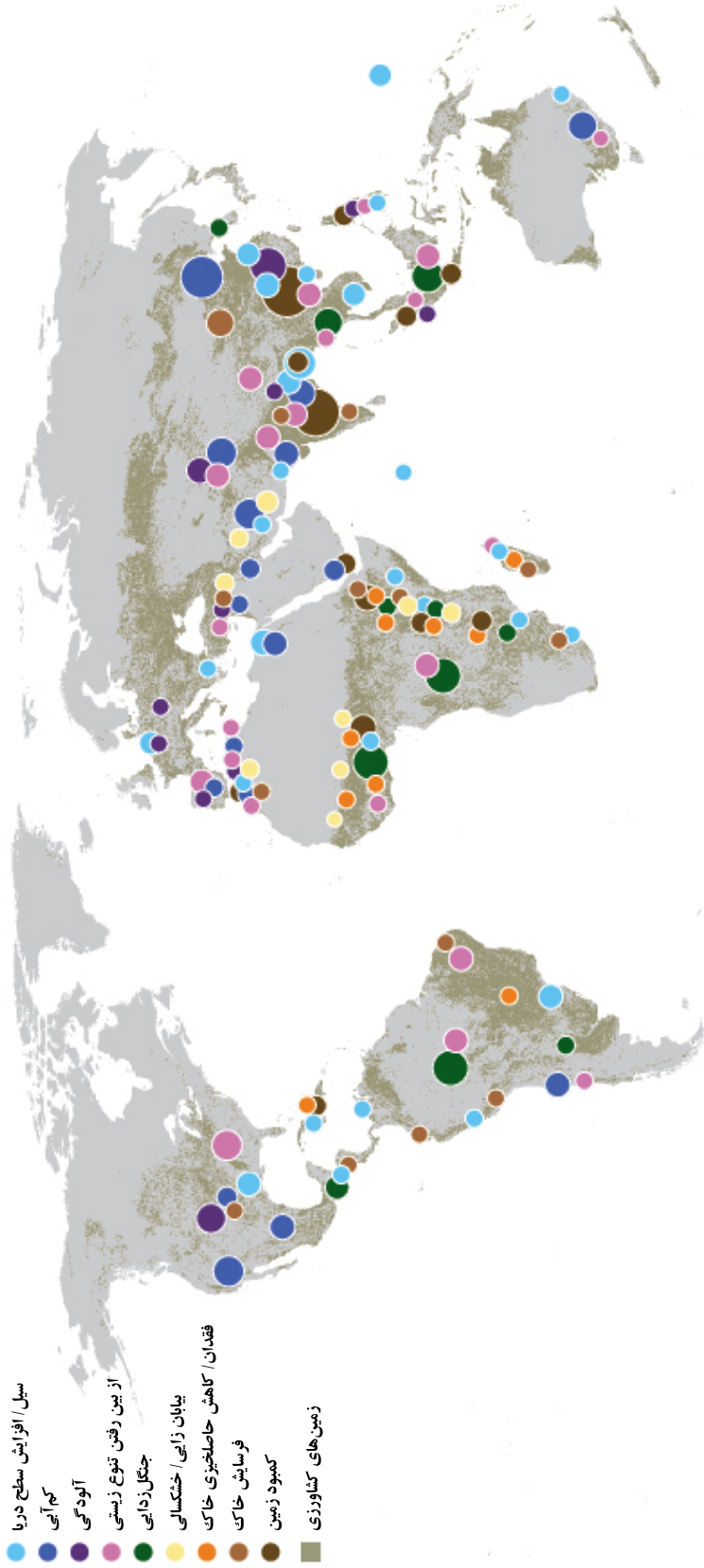
نظام‌های کشاورزی جهان و منابع زمین و آب که نظام‌های کشاورزی بر پایهٔ آن‌ها بنا شده‌اند ناگزیرند در برابر تقاضای فزایندهٔ غذا و سایر فرآورده‌های کشاورزی از سوی جمعیت فزاینده و ثروتمند پاسخگو باشد. احتمال دارد افزایش تولید عمدتاً از طریق کشاورزی متراکم پایدار در مناطق معتدل، ایجاد سامانه‌های آبیاری در حوضه‌های آبریز بزرگ، گسترش سطح زیر کشت در بخش‌هایی از آمریکای لاتین و آفریقا، کشاورزی متراکم پایدار در نواحی دیم، و تبدیل فزایندهٔ کشت دیم به آبی البته در جایی که از نظر اقتصادی و فنی عملی است حاصل شود. از آب زیرزمینی نیز هم‌چنان به عنوان منبع مکمل برای آبیاری استفاده خواهد شد تا بهره‌وری کشاورزی (در جایی که عملی است) بیشتر شود.

به طورکلی، تصویر جهانی بیانگر آن است که بین عرضه و تقاضای منابع آب و زمین در سطح محلی عدم تعادل فزاینده‌ای وجود دارد، چون تعداد مناطقی که تولیدشان به حد ظرفیت نهایی رسیده به‌سرعت در حال افزایش است. تجارت غذا برخی از کمبودها را جبران می‌کند اما این امر در خودکفایی در تولید غذای محلی و ملی و معیشت جوامع روستایی پیامدهای مهمی خواهد داشت. از طرف دیگر روش‌های کشاورزی متراکم که در گذشته عملکرد تولید را افزایش داده، با تخریب شدید خدمات اکوسیستمی نیز همراه بوده است. در مزرعه و پایین‌دست آن همراه با فشارهای جمعیتی و افزایش کشت، خطرات هم‌چنان و جود خواهند داشت و وضعیت چندین نظام کشاورزی تا زمانی که اصلاحات برای وارونه‌کردن این روند آغاز نشود بدتر خواهد شد. این امر چالش اصلی بر سر راه مدیریت پایدار منابع زمین و آب است.

تغییر آب و هوا خصوصاً در نواحی نیمه‌استوایی و نیمه‌خشک به طرق گوناگون بر نظام‌های کشاورزی و منابع آبی و نظام‌های آبیاری اثر منفی خواهد داشت و در بسیاری موارد نیاز به تلاش‌های عمده‌ای در راستای سازگاری بیشتر احساس می‌شود. دلتاها و نواحی ساحلی به شکل مضاعف در معرض خطر سیل ناشی از افزایش سطح آب دریاها و بارندگی‌های متغیر در فصل باران قرار خواهند داشت. نمودار ۴-۳ بطور شماتیک توزیع جهانی خطرات مرتبط با نظام‌های اصلی تولید کشاورزی را نشان می‌دهد.

در پایان، بخش چشمگیری از منابع زمین و آب جهان و یکپارچگی اکولوژیکی آن‌ها زیر فشار ناشی از افزایش تقاضاها و روش‌های ناپایدار کشاورزی قرار دارد. تقاضای بیشتر از بخش کشاورزی و سایر بخش‌ها با در نظر گرفتن جنبه‌های قابل انتظار تغییر آب و هوا فشار را افزایش می‌دهد و ظرفیت تولید این منابع را تهدید می‌کند.

شکل ۴-۳: توزیع جهانی خطرات مرتبط با نظام‌های اصلی تولید کشاورزی-نمای کلی



فصل چهارم:
گزینه‌های فنی برای مدیریت پایدار زمین و آب

همان‌طورکه در فصل اول بحث شد، انتظار می‌رود که تا سال ۲۰۵۰ بیش از چهارپنجم افزایش تولیدات کشاورزی از اراضی کنونی و از طریق افزایش بازدهی حاصل شود. لیکن بسیاری از نظام‌ها یا به دلیل سطوح بالای بازدهی فعلی و یا به دلیل وجود موانع ساختاری، اقتصادی ـ اجتماعی یا فنی با محدودیت روبرو هستند. به‌علاوه هرقدر کشت متراکم‌تر می‌شود، خطرات و بده‌بستان‌های بحث شده در فصل پیش نیز شدیدتر می‌گردد. در این فصل گزینه‌های فنی برای حرکت به سمت «مدیریت پایدار زمین و آب» را مرور می‌کنیم، که عبارت است از مدیریت

یکپارچهٔ متراکم‌تر خاک، آب، مواد مغذی و سایر نهاده‌ها برای تولید محصول با ارزش‌تر و هم‌زمان حفظ و یا افزایش کیفیت محیط‌زیست و حفظ منابع طبیعی هم در محل و هم در خارج از محل.

اگرچه کشاورزی دیم رشد ثابتی داشته است، پیش‌بینی می‌شود در دهه‌های آتی بیش از یک‌سوم از افزایش تولید غذای جهان مرهون آن باشد. اکنون نظام‌های دیم در نواحی معتدل پرمحصول‌اند؛ اما با مشکلات آلودگی کود و آفت‌کش‌ها روبرویند. در کشورهای در حال توسعه خرده‌نظام‌های دیم با مشکلات خیلی بیشتری از لحاظ کیفیت خاک، کمبود رطوبت خاک و خطرات زیاد کشاورزی‌ـهواشناسی، که با تغییر آب و هوا وخیم‌تر می‌شود، روبرویند. هم‌چنین این نظام‌ها به دلیل دسترسی‌نداشتن به بازارهای سودآور و منابع لازم برای سرمایه‌گذاری عقب مانده‌اند و نتوانسته‌اند بهره‌وریشان را افزایش دهند.

بهبود بازدهی کشت دیم

افزایش عملکرد نقش مهمی در کاهش فقر بازی می‌کند. برآورد شده است که هر یک درصد افزایش در عملکرد محصولات کشاورزی منجر به کاهش ۰/۶ تا ۱/۲ درصدی در تعداد مطلق فقرا در خانواده‌هایی که قادر به تأمین نیازهای اولیه برای بقای خود نیستند می‌گردد (Tirtle *et al*., 2001). هم‌چنین داده‌ها بر این خطر تأکید می‌کنند که اگر نظام سیستم‌های زراعی در کشورهای درحال توسعه تغییر ننماید، عملکرد غلات با مدیریت سنتی کمتر از دو تن در هکتار باقی می‌ماند. مثلاً چندین کشور آفریقایی عملکردهایی درحدود ۲۰ درصد ظرفیت بالقوهٔ تولید دارند. بالعکس، کشورهایی هستند که در سال‌های اخیر به دستاوردهای چند درصدی دست یافته‌اند (مثلاً در جنوب آفریقا). هم‌چنین روندها در طول دورهٔ ۵ سالهٔ ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۵ مؤید آن است که امکان رشد ظرفیت‌های عملکرد در کشورهای بیشتر توسعه یافته (۴ درصد) و در کشورهای کمتر توسعه یافته (۳ درصد) وجود دارد و این شکاف عملکردها را کمتر می‌کند. شکاف بین مقادیر عملکرد واقعی و بالقوه در بخش‌هایی از آفریقای سیاه، که حتی در شرایط کشاورزی کم‌نهاده ظرفیت تولید تقریباً دو برابر غلات را دارد، در بیشترین حد خود است؛ بنابراین با وجود ظرفیت کشورهای درحال توسعه برای دو برابر کردن متوسط عملکرد غلات از ۲/۹ تن در هکتار به ۵/۷ تن در هکتار، چشم‌انداز از میان برداشتن شکاف عملکرد در برخی از فقیرترین بخش‌های جهان نیز خوب به نظر می‌رسد (Fischer *et al*., 2010).

طی سال‌های اخیر در برخی مناطق افزایش سریع عملکرد تولید در کشت دیم نشان می‌دهد که اگر شرایط در محل مطلوب باشد، پیشرفت ممکن است (Molden, 2007). این شرایط شامل اصلاحات ساختاری برای ارائهٔ تحقیقات و خدمات مشاوره‌ای، وجود بازارهای کارآمد برای ورودی‌ها و خروجی‌ها، زیرساخت‌های جاده‌ای، مکانیزاسیون، بهبود مصرف کودهای شیمیایی و ارقام پرمحصول و مدیریت بهتر رطوبت خاک است. این‌ها شرایطی هستند که امکان رشد سریع عملکرد را در نظام‌های دیم آسیا و کشورهای توسعه‌یافته فراهم کرده‌اند. اگرچه همهٔ این شرایط شناخته‌شده‌اند و ارزش خود را نشان داده‌اند، ولی عملکرد دیم در بسیاری از نظام‌های تولیدی خرده‌پا در کشورهای درحال توسعه به‌ویژه در آفریقای سیاه، علی‌رغم تلاش‌هایی که طی سال‌های متمادی برای بهبود عملکرد شده، ثابت باقی مانده است. در آفریقای شرقی سال‌هاست عملکرد دیم در حد ۱۶ درصد ظرفیت بالقوه ثابت مانده است.

یکی از چالش‌های اصلی در کشاورزی دیم چگونگی اعمال راه‌حل‌های فنی دردسترس برای بهبود مدیریت است بدون آنکه خطرات افزایش یابد. در کشورهای در حال توسعه ویژگی نظام‌های دیم اغلب بهره‌وری پایین در اثر دسترسی کم و متغیر به آب، مشکلات شوری خاک و مسائل محیط‌زیستی آن، گرما و کمبود مواد مغذی است. راه‌حل‌های فناورانهٔ موجود مشخصاً کم‌بازده است: نوآوری‌های نهضت سبزشدن تا حد زیادی به قابلیت دسترسی به آب بستگی دارد. به‌علاوه پیشرفت در افزایش بهره‌وری در نظام‌های دیم معمولاً خطرپذیری را افزایش می‌دهد. ناامنی در تولید دیم با خطرات مرتبط با تغییرات آب و هوایی تشدید می‌شود.

در برخی نواحی بر این محدودیت‌ها غلبه کرده‌اند. در چین سرمایه‌گذاری در مدیریت خاک و آب موجب شده بهره‌وری تولید خوب و میزان خطر نیز قابل مدیریت باشد. پروژهٔ احیای حوضهٔ فلات لوئس[1] در سطح ۱/۵ میلیون هکتار نشان داد که بهبود مدیریت خاک و آب می‌تواند سودمند باشد (قاب ۷-۲). در مناطق دیگر جهان (آرژانتین، استرالیا، کانادا، قزاقستان

1. Loess Plateau

و منطقهٔ آفریقای سیاه) طیفی از فناوری‌های مدیریت آب باران و روش‌های کشاورزی حفاظتی با موفقیت‌هایی همراه بوده و روز به روز شواهد بیشتری پدیدار می‌شوند که نشان می‌دهند کشاورزان از این فناوری‌ها بهره می‌گیرند (Pretty *et al*., 2011). یکی از بزرگترین مشکلات این است که بازگشت سرمایه‌ای که صرف برخی نوآوری‌ها شده زمان‌بر می‌باشد.

مدیریت سلامت و حاصلخیزی خاک

چالش کمبود مواد مغذی و روند تخلیهٔ آن از خاک و ساختمان ضعیف خاک در کشتزارهای دیم رایج است. کمترین میانگین بهره‌وری کشاورزی دیم در آفریقای سیاه به‌ویژه در نظام‌های خرد مشاهده می‌شود زیرا در این اراضی حاصلخیزی ذاتی خاک‌ها کم و تخلیهٔ مواد مغذی شدید است: عملکرد غلات اغلب زیر یک تن در هکتار است. راه‌حل‌های مبتنی بر کاربرد وسیع کودهای شیمیایی اغلب عملی نیست و اجرای بسیاری از نظام‌های کشت دیم با ظرفیت تولید کم با خطرات زیاد همراهند. در این موارد روش‌های مدیریت پایدار زمین و آب، ازجمله کشاورزی حفاظتی، ممکن است به بازگرداندن و ارتقای حاصلخیزی خاک از طریق مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک کمک کند (Pretty *et al*., 2011).

منافع حفظ سلامت خاک

منافع مستقیم و غیرمستقیم بهبود مدیریت خاک در نظام‌های کشاورزی می‌تواند از نظر اقتصادی، محیط‌زیستی و امنیت غذایی ارزیابی شود:

منافع اقتصادی: ارتقای مدیریت خاک، هزینهٔ نهاده‌ها را از طریق افزایش کارایی مصرف منابع کاهش می‌دهد (به‌ویژه تجزیه و چرخهٔ مواد مغذی، تثبیت نیتروژن و ذخیره‌سازی و حرکت آب). چنانچه چرخهٔ مواد مغذی کارامدتر شود و مواد غذایی کمتری از ناحیهٔ ریشه شسته شود، کود شیمیایی کمتری مورد نیاز است. در جایی که موجودات زندهٔ کنترل‌کنندهٔ آفات فعال‌اند، به سموم دفع آفات کمتری نیاز است. زمانی که ساختمان خاک بهبود یابد، دسترسی گیاه به آب و مواد مغذی نیز افزایش می‌یابد. تخمین زده‌اند که چرخهٔ مواد مغذی بیشترین سهم (۵۱ درصد) را در کل ارزش سالانهٔ «خدمات اکوسیستم[1]» (۳۳ تریلیون دلار) (ازجمله خدمات فرهنگی، تصفیهٔ پساب، عرضهٔ آب، تولید غذا، تنظیم گاز و تنظیم آب) دارد. (Costanza *et al*., 1997).

حفاظت از محیط‌زیست: موجودات زندهٔ خاک، مواد شیمیایی را فیلتر و سم‌زدایی می‌کنند و مواد مغذی اضافی را، که در صورت وارد شدن به آب‌های زیرزمینی و سطحی آلاینده هستند، جذب می‌کند. مدیریت موجودات زندهٔ خاک به جلوگیری از آلودگی و تخریب اراضی کمک می‌کند، به‌ویژه از طریق به حداقل رساندن مصرف مواد شیمیایی کشاورزی و حفظ و اصلاح ساختمان خاک و ظرفیت تبادل کاتیونی[2]. کاهش مفرط تنوع زیستی خاک، خصوصاً از دست رفتن گونه‌های کلیدی یا گونه‌هایی با عملکرد منحصربه‌فرد (که مثلاً درنتیجهٔ زیادشدن مواد شیمیایی، متراکم‌شدن یا متلاشی‌شدن خاک رخ می‌دهد)، ممکن است اثرات اکولوژیکی فاجعه‌آمیزی داشته باشد و منجر به از دست رفتن ظرفیت تولید کشاورزی در خاک شود. ترکیب موجودات زندهٔ خاک تا حدی انعطاف‌پذیری خاک را نیز تعیین می‌کند.

امنیت غذایی: ارتقای مدیریت خاک می‌تواند عملکرد و کیفیت محصول را به‌ویژه از طریق کنترل آفات و بیماری‌ها بهبود بخشد و رشد گیاه را افزایش دهد. هم‌چنین تنوع گونه‌های زیستی خاک، راندمان مصرف منابع و نیز پایداری و انعطاف‌پذیری نظام‌های اگرواکولوژیکی را تعیین می‌کند.

1. Ecosystem services
2. Cation Exchange Capacity

روش‌های مدیریت حاصلخیزی خاک

کشاورزی کم نهاده، خاک را تهی می‌سازد، مواد مغذی خاک را تخلیه و سبب کاهش تولید کشاورزی می‌شود و در نهایت به ناپایداری نظام‌های کشاورزی منجر می‌گردد. ثابت شده مصرف کودهای شیمیایی اگر به‌درستی صورت گیرد، در ترکیب با سایر روش‌های بهبود سلامت خاک، در بازگرداندن و اصلاح حاصلخیزی خاک و افزایش عملکرد مؤثر است. لیکن بسیاری از کشاورزان نمی‌توانند کود شیمیایی تأمین کنند، حال آنکه این یکی از راه‌حل‌های چالش حاصلخیزی خاک است.

منابع آلی گیاهی به حاصلخیزی خاک کمک کرده و ساختمان، ظرفیت نگهداری آب و فعالیت بیولوژیکی خاک را بهبود می‌بخشد. این منابع از طریق واردکردن بقایای گیاهی در خاک، مصرف کودهای حیوانی، کمپوست‌کردن ضایعات آلی و یا تثبیت بیولوژیکی نیتروژن از طریق کشت بقولات، کودهای سبز یا درختان تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن[1] تأمین می‌شود. لیکن این منابع به‌تنهایی برای پایداری حاصلخیزی خاک کافی نیستند. بازگرداندن بقایای گیاهی تلفات را کاهش می‌دهد، اما مواد مغذی تخلیه‌شده بر اثر برداشت محصول را جبران نمی‌کند و به مقدار مواد مغذی‌ای که از ابتدا در خاک در دسترس بوده چیزی اضافه نمی‌شود. لازم است از کودهای آلی همراه با سایر مواد مغذی استفاده شود.

استفاده از سنگ فسفات موجود در محل می‌تواند یکی از عوامل مهم در سیستم‌های تغذیهٔ تلفیقی گیاه باشد، چه به عنوان منبع ضروری فسفر و چه به‌عنوان راهبردی برای ذخیرهٔ آن در خاک. در درجهٔ اول استفاده از سنگ فسفات در خاک‌های تثبیت‌کنندهٔ فسفر و اسیدی مفید است که عمدتاً در نواحی مرطوب گرمسیری پوشیده از جنگل واقع‌اند و یا برای تولید محصولات چندساله‌ای مانند نخل روغنی، نارگیل و قهوه استفاده می‌شود. برای اینکه فسفر مؤثر واقع شود بایستی همراه با تأمین متعادل سایر مواد مغذی اصلی مصرف شود.

در خاک‌های خیلی اسیدی، استفاده از اصلاح‌کننده‌ها، مانند آهک یا دولومیت، کمبود کلسیم و منیزیم را جبران می‌کند و آلودگی به آلومینیوم را خنثی می‌سازد. بر اثر این کمبودها نفوذ ریشه محدود می‌شود و در نتیجه دستیابی گیاه به مواد غذایی و آب موجود در لایه‌های زیرین خاک کاهش می‌یابد. بدون اصلاح‌کننده‌ها، تأثیر سایر روش‌های بهبود حاصلخیزی خاک بسیار کم است. مقدار مصرف آن‌ها بستگی به کاربری اراضی (برخی محصولات تحمل اسیدی‌بودن خاک را دارند) و خصوصیات خاک دارد. دادن آهک بیش از حد به خاک می‌تواند دسترسی به عناصر ریزمغذی ضروری را در آن کاهش دهد.

کشت محصولات متنوع اثرات منفی کشت تک‌محصولی بر خاک‌ها را کاهش می‌دهد و بر سلامت خاک، بهبود کیفیت خاک، بهبود چرخهٔ مواد مغذی و پایداری تنوع زیستی اثر مثبت دارد. تنوع زیستی می‌تواند از طریق کشت توأم (کاشت دو یا چندگونهٔ زراعی به طور هم‌زمان در یک زمین)، تناوب زراعی (کاشت پی‌درپی محصولات مختلف در یک زمین) و کشت رله (کاشت گیاهان مختلفی که دورهٔ رشد آن‌ها تا حدی هم‌پوشانی دارد) حاصل گردد. هم‌چنین شواهدی وجود دارد که استفاده از کشت محصولات متنوع، تأثیر تجمع میکوریزیا[2] (گونه‌های قارچی که با ریشه هم‌زیستی دارند) را در نظام‌های زراعی بهبود می‌بخشد، مشروط بر این که خاک از نظر مکانیکی تخریب نشود (نظیر خاک‌ورزی که اثرات منفی بر زندگی قارچ‌ها و نیز مزوفون‌ها و ماکروفون‌ها دارد).

کشت بقولات، تثبیت بیولوژیکی نیتروژن را تسهیل می‌کند. لیکن با این‌که مقادیر نیتروژن تثبیت‌شده توسط بقولات در شرایط آزمایشی به‌خوبی بررسی شده، داده‌های کمتری از اثر مثبت آن در شرایط کشت کشاورزان موجود است. غالباً تلقیح لازم است و زیرساخت‌ها و ترویج این امر اغلب موجود نیست. از طرفی اثربخشی تثبیت نیتروژن با کمبود فسفر در خاک

1. Nitrogen fixing trees
2. Mycorrhiza

کم می‌شود. با توجه به اینکه کشاورزان بسیاری از بقولات را به خاطر غذا تولید می‌کنند (مثلاً لوبیا، لوبیای چشم‌بلبلی، لوبیای سودانی، بادام زمینی)، کشت رله یا کشت توأم بقولات ممکن است بازده اقتصادی داشته باشد.

نظام‌های بیشه‌زراعی[1] به حاصلخیزی خاک کمک کرده است. مثال خوب آن در استفاده از گیاه فایدهربیا[2] است که عملکرد غلات کاشته‌شده در زیر آن‌ها به طور چشمگیری بیش از زمین‌های روباز است (قاب ۱-۴). این اثر مثبت به درصد بالاتر مواد آلی خاک و اثر حاصلخیزکنندهٔ مدفوع حیواناتی که در زیر سایهٔ درختان چرا می‌کنند نسبت داده می‌شود. حفظ پوشش حفاظتی خاک، همانند آنچه در روش‌های بدون خاک‌ورزی یا حداقل خاک‌ورزی اعمال می‌شود، استفاده از بقایای گیاهی و مالچ برای کاهش تبخیر از سطح خاک‌های لخت و بهینه‌سازی نفوذ آب باران و تغذیهٔ سفره‌های آب زیرزمینی حائز اهمیت است. این روش‌ها بر حاصلخیزی خاک و به همین ترتیب بر عملکرد محصول و کارایی مصرف آب اثر مثبت دارد. هم‌چنین این روش‌ها خطر خشکسالی را کاهش می‌دهد.

نیاز به بهبود وضع موجود

برای بازگرداندن و افزایش حاصلخیزی خاک باید اقدامات فنی متناسب با ظرفیت‌ها و محدودیت‌های خاص محیط‌های مختلف انتخاب و طراحی شود. تبلیغ تثبیت بیولوژیکی نیتروژن در جایی که بقولات بخشی از الگوی کشت نیست ممکن است با استقبال کمی روبرو شود. استفاده از سنگ فسفات در خاک‌هایی غیر از خاک‌های اسیدی نواحی مرطوب و نیمه‌مرطوب، اثرات محدودی دارد. دادن آهک می‌تواند در خنثی‌کردن آلودگی به آلومینیوم در خاک‌های اسیدی اثر مثبت بگذارد، اما در خاک‌هایی که به نوعی از کلسیم اشباع شده باشند زائد است. در نواحی نیمه‌خشک لازم است برای استفادهٔ مؤثر از کودها، کاربرد آن‌ها با جمع‌آوری و حفاظت از آب یا با آبیاری در سطح کوچک همراه باشد. برای خاک‌هایی که ظرفیت نگهداری مواد غذایی گیاه در آن‌ها کم است لازم است کوددهی با برنامهٔ زمان‌بندی انجام شود. تکیه بر منابع آلی در تغذیهٔ گیاه در نواحی نیمه‌خشک، که در آن‌ها تولید بیومس به دلیل کمبود آب بسیار کم است، واقع‌بینانه نیست؛ و همین امر در مورد تکیه بر کودهای حیوانی در مناطق به‌شدت آلوده به پشهٔ تسه‌تسه صادق است.

در نظام‌های معیشتی تأمین سرمایهٔ نقدی به‌ندرت اتفاق می‌افتد. علی‌رغم رشد قابل ملاحظهٔ مصرف کود، در تعداد کمی از کشورهای منطقهٔ آفریقای سیاه ، استفاده از کودها عموماً به دلیل عدم تناسب هزینه با سود، خطرپذیری زیاد و بازارهای ضعیف کم است. لیکن برخلاف گذشته، در حال حاضر محصولات غذایی اصلی (مانند ذرت، جو، گندم و تف[3]) در میان محصولاتی قرار دارند که به شکل فزاینده کوددهی می‌شوند (Morris *et al*., 2007).

بسته‌ها بایستی متناسب با وضعیت کشاورزی هر منطقه طراحی شوند. تلاش‌های بی‌شماری برای بهبود حاصلخیزی خاک با شکست روبرو شده است زیرا فناوری پیشنهادی مناسب نبوده و اطلاعات اولیه دربارهٔ ویژگی‌های منابع طبیعی پایه نادیده گرفته شده است. ارائهٔ توصیه‌هایی برای همهٔ کشورها یا مناطق بدون در نظر گرفتن تنوع فاحشی که بین کشاورزان وجود دارد اغلب نتیجهٔ عکس دارد و برای هر منطقه به بسته‌هایی تطبیقی نیاز است که واجد مجموعه‌ای از گزینه‌های فنی طراحی‌شده برای شرایط اکولوژیکی و اجتماعی اقتصادی خاص آن منطقه باشد.

1. Agroforestry
2. Faidherbia albida) acacia albida(
3. Teff

قاب ۴-۱: درختان بارورکننده (Fertilizer trees) ـ نمونه‌ای موفق

کاشت ذرت در زیر درختان فایدهربیا در جنوب تانزانیا

استفاده از درختان در نظام‌های کشاورزی (بیشه‌زراعی) همراه با کشاورزی حفاظتی راه‌حل علمی مقرون به‌صرفه و قابل حصولی برای مراقبت بهتر از اراضی و افزایش تولید غذا توسط کشاورزان خرده‌پا است. میلیون‌ها کشاورز در زامبیا، مالاوی، نیجر و بورکینافاسو در حال احیای خاک‌های خسته‌اند و با این کار هم بازده محصول و هم درآمدها را افزایش می‌دهند. از تلفیق درختان بارورکننده با نظام‌های کشت امیدبخش‌ترین نتایج حاصل شده است. درختان با گرفتن نیتروژن از هوا و انتقال آن به خاک از طریق ریشه و ریزش برگ حاصلخیزی خاک را بهبود می‌بخشند. دانشمندان از مرکز جهانی بیشه‌زراعی و مؤسسات ملیْ گونه‌های مختلف درختان بارورکننده ازجمله Sesbania، Gliricidia، Tephrosia را سال‌ها ارزیابی کرده‌اند. در حال حاضر استفاده از فایدهربیا نویدبخش نشان داده شده است. این اقاقیای بومی آفریقا، پیش از این در بیشتر قاره‌ها جزئی طبیعی از نظام‌ها بوده است. برخلاف بسیاری از درختان دیگر، فایدهربیا در اوایل فصل بارش شروع به برگریزی کرده و در طول فصل رشد محصولات زراعی در حالت خواب باقی می‌ماند: برگ‌ها با شروع فصل خشک دوباره شروع به رشد می‌کنند. این فنولوژی وارونه این درخت را با کشت محصولات غذایی بسیار سازگار می‌سازد، زیرا در طول فصل رشد لازم نیست برای نور، مواد غذایی و آب با سایر محصولات به رقابت بپردازد. در زامبیا، ۱۶۰۰۰۰ کشاورز هم‌اکنون در سطح ۳۰۰۰۰۰ هکتار از مناطق بیشه‌زراعی با درختان فایدهربیا محصولات غذایی تولید می‌کنند. مرکز کشاورزی حفاظتی زامبیا مشاهده کرده که ذرت کشت‌شده در مجاورت درختان فایدهربیا بدون استفاده از کود به طور متوسط عملکردحدود ۴/۱ تن در هکتار در مقایسه با ۱/۳ تن در هکتار در اراضی نزدیک به آن (خارج از سایه‌انداز درختان) دارد. نتایج امیدبخش مشابهی از مالاوی ارائه شده که در آن عملکرد ذرت در سایه‌انداز درختان فایدهربیا نسبت به نواحی خارج از سایه‌انداز ۲۸۰ درصد افزایش یافته است. در نیجر هم‌اکنون بیش از ۴/۸ میلیون هکتار زمین‌های بیشه‌زراعی که اکثر درختانشان فایدهربیا است به افزایش تولید ذرت خوشه‌ای و ارزن کمک می‌کند. نتایج امید بخشی نیز در تحقیقات هند و بنگلادش مشاهده شده است

منبع: Garrity *et al*. (2010) عکس: © World Agroforestry Centre

برای پذیرش فناوری‌ها، محدودیت‌های اقتصادی‌ـاجتماعی بسیاری وجود دارد. مصارف دیگری برای بقایای گیاهی، مانند علوفه، سوخت و مواد ساختمانی وجود دارد که اغلب جایگزین دیگری ندارند. در مواردی برای کنترل آفات و علف‌های هرز بقایای گیاهی سوزانده می‌شوند. استفاده از کود دامی در باغچه‌ها مفید است، البته در جائیکه که حیوانات در طویله نگهداری می‌شوند. اما حیوانات ممکن است در مراتع وسیع تغذیه کنند که در این صورت نمی‌توان فضولات را جمع‌آوری کرد. تولید کمپوست به کارگر فراوان نیاز دارد و میزان بقایای مواد آلی در زمین‌های کشاورزی کوچک کم است. زراعت‌های پوششی علفی و لگوم‌ها با محصولات غذایی بر سر زمین، آب و مواد غذایی موجود در رقابت هستند. موانع مشابهی در مورد استفاده از کود سبز، که نیازمند تعداد کارگر زیاد برای مخلوط‌کردن بیومس تولیدی با خاک است، وجود دارد. موانع عمده در برگرداندن مواد آلی اضافی به خاک، فقدان نیروی کار و عدم بازده اقتصادی در کوتاه‌مدت وجود دارد.

بنابراین برای اینکه بسته‌ها بتوانند انگیزه ایجاد کنند لازم است «قابلیت کاربری و خطرپذیری» آن‌ها ارزیابی گردد. در این خصوص در منطقهٔ آفریقای سیاه و آسیا، بسته‌هایی ارائه شده که برای مدیریت خطرپذیری و ایجاد انگیزه در کشاورزان طراحی شده‌اند (قاب ۲-۴). در حقیقت به نظر می‌رسد برخی روش‌ها چند هدف را دنبال می‌کنند. تنوع محصول مزیت‌های دیگری دارد از جمله پخش‌کردن خطرات موجود در بازار، ایجاد فرصت برای افزایش درآمد، بهبود تعادل رژیم غذایی، توزیع نیازهای کارگری به طور یکنواخت در طول سال و کاهش خطرات آفات و عوامل محیط‌زیستی نامطلوب نظیر خشکسالی. این مزایا باعث می‌شود استفاده از فناوری‌ها برای کشاورزان جذاب شود.

مدیریت رطوبت خاک در مناطق دیم

بهبود در کشاورزی دیم وابسته به تأمین آب کافی برای ریشهٔ گیاهان است. اولین اقدامات برای حفظ رطوبت خاک، استفادهٔ بهینه از بارندگی‌های قابل دسترس است. این امر شامل به حداقل رساندن تبخیر غیرمفید آب، افزایش درصد مادهٔ آلی خاک و به حداقل رسانیدن به‌هم‌خوردگی خاک از طریق روش‌های مناسب از جمله کشاورزی حفاظتی است.

در گذشته در نواحی پرباران، مدیریت رطوبت خاک از طریق سامانه‌های مختلف جمع‌آوری آب از جمله تراس‌بندی و انحراف رواناب انجام می‌شده است. چشم‌اندازهای فنی قابل ملاحظه‌ای برای ارتقای مدیریت آب در کشت دیم از طریق استحصال آب بیشتر و روش‌های بهتر حفظ رطوبت خاک وجود دارد، اما محدودیت‌های فنی و اقتصادی‌ـاجتماعی زیادی نیز گریبانگیر آن است.

قاب ۲-۴: مدیریت تلفیقی حاصل‌خیزی خاک

کود سبز، نپال

مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک راهبردی است که در آن مواد مغذی آلی و معدنی برای بازدهی بالاتر محصول، جلوگیری از تخریب خاک و کاهش از دست رفتن مواد غذایی خاک با آن مخلوط می‌شود. این فناوری بر کاربرد مواد مغذی از طریق نهاده‌های آلی مانند کمپوست، کود حیوانی، کودهای شیمیایی و یا از طریق تلفیق محصولات تثبیت‌کنندهٔ مواد مغذی تکیه دارد. استفادهٔ تلفیقی نهاده‌های معدنی و آلی در تولید محصول اثرات متقابل مثبتی دارد. لیکن برای تداوم اثرات مثبت آن بر سلامت خاک از شخم‌زدن خاک بایستی خودداری شود.

منبع: CDE (2010) عکس: K. M. Sthapit

هدف از جمع‌آوری آب باران، بهبود کنترل آب و تضمین وجود رطوبت کافی خاک برای ریشهٔ گیاهان در طول دورهٔ رویش است (قاب ۳-۴). در این روش رواناب از مناطق مدیریت‌شده حوضهٔ آبخیز جمع‌آوری و در محل‌های ذخیرهٔ آب و یا در پروفیل خاک ذخیره می‌شود. فناوری‌ها شامل سازه‌های سادهٔ مزرعه‌ای برای انحراف آب به گودال کشت، سازه‌هایی در محل آبخیز برای انحراف رواناب به مخازن یا عرصه‌های پخش سیلاب و تراس‌های دائمی یا سدها می‌باشند (CDE, 2010). جمع‌آوری مؤثر آب باران می‌تواند عملکرد را در مقایسه با کشت‌های دیم سنتی دو تا سه برابر افزایش دهد خصوصاً وقتی با کشت ارقام اصلاح‌شده و اجرای حداقل شخم که آب را حفظ می‌کند همراه باشد. چندین مرکز وابسته به گروه مشورتی تحقیقات بین‌المللی کشاورزی[1] در زمینهٔ جمع‌آوری آب باران، موضوعات مرتبط با ژرم‌پلاسم‌های[2] تحمل‌کنندهٔ خشکی، مصرف بهینه آب و مدیریت زراعی در شرایط دیم تحقیق می‌کنند (World Bank, 2006:170).

1. Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR)
2. Germplasm

کشاورزی بر روی شیب‌ها با مشکلات از دست رفتن سریع رطوبت پروفیل خاک و فرسایش ناشی از رواناب همراه است. روش‌های سازه‌ای و بیولوژیکی بسیاری برای حفظ آب و خاک بر روی شیب‌ها از جمله نوارهای گیاهی بر روی خطوط تراز برای حفظ رطوبت و جلوگیری از فرسایش (قاب ۴-۴) و تراس‌بندی و خاک‌ریزهایی که مانند مانع (حصار) سازه‌ای عمل می‌کند (قاب ۵-۴) وجود دارد. معمولاً روش‌های بیولوژیکی به سرمایه‌گذاری کم‌تری نیاز دارد و به‌سادگی ایجاد می‌شود و کشاورزان اولویت بیشتری نسبت به روش‌های سازه‌ای پرزحمت‌تر می‌دهند. روش‌های سازه‌ای باید در جایی ترویج شوند که روش‌های بیولوژیکی به‌تنهایی کافی نباشد نظیر شیب‌های بسیار تند و فرسایش‌پذیر، در حالت ایده‌آل، روش‌های سازه‌ای با روش‌های بیولوژیکی و زراعی در جهت حفاظت و بهبود حاصلخیزی خاک و مدیریت آب ترکیب می‌شوند و معمولاً این روش‌ها با استفاده از نیروی کارگر زیاد و ارزان یا با یارانهٔ نقدی و استفاده از نیروی حیوانات اجرا می‌شده است. در اراضی حاشیه‌ای واقع در مناطق کم‌باران، فرصت‌ها برای کنترل و حفاظت خاک در مزرعه محدود و هنوز با ریسک همراه است. تجربهٔ اخیر در بسیاری از کشورها این است که فناوری‌ها اغلب برای کشاورزان سودآور نیست و با افزایش خطرات همراه است. بنابراین، کشاورزان به‌ندرت بدون پشتیبانی پروژه فناوری‌ها را به کار می‌گیرند.

بهترین گزینه عملیات مدیریتی سازگاری است که پوشش گیاهی را افزایش می‌دهد و باعث می‌شود نگهداری مواد آلی و رطوبت خاک را همراه با پذیرش ارقام زراعی سازگار تقویت می‌کند. راهبردهای دستیابی به ثبات عملکرد در شرایط تغییرات آب و هوایی و افزایش عملکرد تولید از طریق بهبود مدیریت خاک، آب و منابع بیولوژیکی همراه یکدیگر پیش می‌روند. باید سرمایه‌گذاری در بهبود مدیریت آب کشاورزی، بخشی از بسته‌ای باشد که خاک، آب و زراعت را با رویکردهای وسیع‌تر توسعه و معیشت روستایی به‌خصوص دسترسی آسان‌تر به بازارهای واردات و صادرات تلفیق نماید.

رویکردهای تلفیقی برای افزایش بازدهی در نظام‌های دیم

چندین رویکرد تلفیقی تولید ایجاد شده که تلفیقی‌اند از بهترین روش‌های مدیریت پایدار زمین و آب که با اکوسیستم محلی و محیط‌های اجتماعی و نیز با تقاضای بازار سازگارند (Neely and Fynn, 2010; CDE, 2010). این رویکردها به گونه‌ای روش‌های ارتقای مدیریت خاک و آب را با یکدیگر ترکیب می‌کنند که از طریق مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک، بهبود کارایی مصرف آب و تنوع محصولات تولید افزایش یابد. این

قاب ۳-۴: استحصال آب باران

جمع‌آوری مؤثر آب باران (رواناب) با شیار، سوریه

استحصال آب باران طیفی از فناوری‌ها را برای جمع‌آوری رواناب برای تولیدات کشاورزی یا مصارف خانگی به کار می‌گیرد. هدف از جمع‌آوری آب باران به حداقل رساندن تغییرات در دسترسی به آب و افزایش اعتمادپذیری تولیدات کشاورزی است. اجزای اصلی سامانهٔ استحصال آب باران عبارت‌اند از: (۱) منطقهٔ حوضهٔ آبخیز (۲) سطح تمرکز یا ذخیره و (۳) سطح زیر کشت. وقتی‌که رواناب در پروفیل خاک ذخیره می‌شود، (۱) و (۳) مترادف هستند. جمع‌آوری آب باران، طیف وسیعی از فناوری‌های مختلف را از روش‌های ساده‌ای مانند سازه‌های به شکل V با چالهٔ کاشت تا سازه‌های پیچیده و بزرگتر مانند سدها در بر می‌گیرد. هزینهٔ سرمایه‌گذاری‌ها به طور چشمگیری با یکدیگر متفاوت است.

منبع: CDE (2010) عکس: F. Turkelboom

رویکردها فرصت‌هایی را برای کشاورزان خصوصاً کشاورزان خرده‌پای دیم فراهم می‌آورند تا عملکرد پایدارتری داشته باشند. برخی از این رویکردها در واحدهای کشاورزی بزرگ‌مقیاس نیز کاربرد دارند.

رویکردهای اگرواکولوژی (بوم شناسی کشاورزی)

رویکردهای اگرواکولوژیکی، ترکیبی از دانش بوم شناسی و کشاورزی است که با نگرش جامع و یکپارچه به نظام‌های غذا و کشاورزی و با استفاده از طیفی از روش‌های مدرن و سنتی این رویکرد را ترویج می‌کند و از روش‌های ترکیبی برگرفته از دانش سنتی، کشاورزی پایدار، فناوری و علوم پیشرفته و نظام‌های غذایی محلی بهره می‌گیرد. این رویکردها نوعاً

روش‌های خاک‌ورزی کم یاحداقلی، چرای چرخشی، کشت مخلوط، کشت متناوب، تلفیق دام-زراعت، تنوع درون‌گونه‌ای و صرفه‌جویی در بذر، مدیریت بومی و مدیریت آفات به جای «مبارزه» را به کار می‌گیرد. این رویکردها هم‌چنین بهره‌گیری از حشرات شکارچی و انگل‌ها را ترویج می‌کند و بر مزایای استفاده از موجودات مفید خاکزی نظیر میکوریزها[1] و تثبیت‌کننده‌های نیتروژن و نیز بر حفظ منابعی مانند انرژی، آب (از طریق دیم‌کاری و آبیاری بهینه) و ذخیرهٔ مواد مغذی و مواد آلی خاک تأکید می‌کند (Neely and Fynn, 2010; Pretty et al., 2011).

قاب ۴-۴: نوارهای سبز

نوارهای سبز طبیعی، فیلیپین

نوارهای سبز ممکن است از علف‌ها، درختچه‌ها و درختان تشکیل شده باشند. این نوارها اغلب در طول خطوط تراز به کار برده می‌شوند تا از رواناب شدید جلوگیری کند. برای کنترل فرسایش بادی، این نوارها به‌صورت عمود برجهت باد نیز ایجاد می‌شوند. نوارهای سبز در طول خطوط تراز اغلب منجر به تشکیل پشته و تراس‌هایی بر اثر فرسایش شخم از طریق حرکت خاک در جهت شیب در حین عملیات زراعی می‌گردد. در مقایسه با تراس‌بندی و خاکریز ایجاد آن‌ها آسان‌تر و ارزان‌تر است. از نوارهای سبز بر روی اراضی مسطح نیز می‌توان به عنوان بادشکن یا به عنوان حصار اطراف زمین استفاده کرد.

منبع: CDE (2010) عکس: A. Mercado, jr

1. Micorrhizae

قاب ۵-۴: موانع سازه‌ای

ایجاد تراس‌های کوچک سکّویی، تایلند

موانع سازه‌ای روش‌هایی است که در زمین‌های شیب‌دار به شکل پشته‌های خاکی و ردیف‌های سنگی به کار می‌روند تا با کاهش شیب و/یا کاهش طول شیب سرعت رواناب و فرسایش خاک را کاهش دهند. موانع سازه‌ای به‌خوبی شناخته‌شده‌اند و معمولاً به روش‌های سنتی حفاظت از آب و خاک معروفند. موانع سازه‌ای اغلب با اقداماتی برای بهبود حاصلخیزی خاک ترکیب می‌شوند (نظیر پوشش خاک، مصرف کود شیمیایی یا حیوانی).

منبع: CDE (2010) عکس: S. Sombatpanit

کشاورزی حفاظتی

رویکردهای کشاورزی حفاظتی در راستای حفظ منابع طبیعی و با هدف افزایش عملکرد و انعطاف‌پذیری به وجود آمده‌اند. نظام‌های کشاورزی حفاظتی بر اساس سه تکنولوژی محوری تقسیم‌بندی شده‌اند: به هم زدن حداقلی خاک، پوشش دائمی خاک و تنوع گیاهی که اگر هر سه هم‌زمان به‌کار روند با هم‌افزایی زمینهٔ بهبود بهره‌وری پایدار را فراهم می‌آورند.

کشاورزی حفاظتی به موارد زیر توجه دارد: (۱) نفوذ بهتر آب باران (با کاهش رواناب، تبخیر و فرسایش)، (۲) افزایش تنوع زیستی و مواد آلی خاک، (۳) اصلاح ساختمان خاک. در این روش، نیازهای کارگری کاهش یافته و مصرف کودهای شیمیایی، آفت‌کش‌ها و سوخت‌های فسیلی به حداقل می‌رسد. هریک از این فناوری‌ها می‌تواند به‌عنوان یک نقطهٔ شروع به کار گرفته شود. لیکن کاربرد هم‌زمان هر سه به منافع جامعی منجر می‌گردد. کشاورزی حفاظتی برای کشاورزی در مقیاس کوچک و بزرگ مناسب است، به‌ویژه در مواقع کمبود شدید نیروی کار. هم‌اکنون به دلیل مزایای اثبات‌شدهٔ آن، کشاورزی حفاظتی در سطح جهان توسط سازمان کشاورزی و خواربار جهانی ترویج می‌شود و در حال حاضر در سراسر جهان حدود ۱۱۷ میلیون هکتار زمین زیر کشت کشاورزی حفاظتی قرار دارد.

کشاورزی ارگانیک

کشاورزی ارگانیک از مصرف نهاده‌های صنعتی خودداری می‌کند، خاک و آب را حفاظت می‌کند و با روش‌های ارگانیک، بازدهی را بهینه می‌سازد. نظام مدیریتی جامع‌نگر نظامی است که استفاده از کودهای شیمیایی، آفت‌کش‌ها و موجودات زنده‌ای که از نظر ژنتیکی تغییریافته‌اند را به حداقل می‌رساند و یا حذف می‌کند، از آب و خاک محافظت کرده و سلامت و بهره‌وری جوامع به‌هم‌پیوستهٔ گیاهان، جانوران و انسان را بهینه می‌سازد.

کشاورزی ارگانیک شامل یک سری اقدامات است: تناوب کشت و افزایش تنوع محصولات زراعی؛ ترکیب‌های متفاوت دام‌ها و گیاهان؛ تثبیت نیتروژن در هم‌زیستی با لگوم‌ها، استفاده از کودهای آلی؛ کنترل بیولوژیکی آفات مانند روش «کششی‌ـفشاری»[1]. همهٔ این راهبردها در جستجوی یافتن بهترین راه‌های استفاده از منابع محلی‌اند. لیکن برای تولید ارگانیک در واحدهای کشاورزی متوسط و بزرگ، اغلب نیاز به واردکردن مواد ارگانیک (به شکل کمپوست، مالچ و غیره) برای حفظ حاصلخیزی خاک وجود دارد. تولید ارگانیک در مزارع بزرگ و متوسط اغلب خاک‌ورزی ماشینی را نیز می‌طلبد.

کشاورزی ارگانیک یک نظام پایدار است که درگیری با سایر خدمات اکوسیستمی را به حداقل می‌رساند و ارزش اقتصادی بالایی به دلیل تمایل روبه رشد مشتریان محصولات ارگانیک دارد. در سراسر جهان هم‌اکنون ۱/۲ میلیون کشاورز بیش از ۳۲ میلیون هکتار زمین را به صورت ارگانیک کشت می‌کنند، به طوری که برداشت محصولات ارگانیک در سطحی حدود ۳۰ میلیون هکتار انجام می‌شود (Neely and Fynn, 2010; CDE, 2010).

بیشه‌زراعی

بیشه‌زراعی نوعی نظام کاربری زمین است که جنگل‌های دائمی با محصولات زراعی و دامداری تلفیق می‌شود تا از اثرات سودمند متقابل آن‌ها استفاده شده و با برداشت پایدار چوب درختان و منابع جنگلی نیازهای اکولوژیکی متوازن گردد. بیشه‌زراعی مزایا و خدمات بسیاری دارد، ازجمله استفادهٔ بهینه و پایدار از منابع آب و خاک، سوخت چندمنظوره، محصولات غذایی و علوفه‌ای و ایجاد زیستگاه برای گونه‌های مرتبط. معمولاً بین اجزای این نظام اثر متقابل اقتصادی و اکولوژیکی وجود دارد.

پنج شکل اصلی در بیشه‌زراعی وجود دارد: کشت خیابانی، کشت جنگلی، درخت‌کاری در چراگاه‌ها (سیلوپستورالیزم[2]) (قاب ۶-۴)، سپرهای جنگل‌ـساحلی و بادشکن. بیشه‌زراعی تلفیقی است از طیفی از فناوری‌ها: کشاورزی روی خطوط تراز، کشت پلکانی، کشت مخلوط، کشت چندگانه، آیش درختان و بوته‌زارها، و پارک یا باغچه‌های خانگی که بسیاری از این رویکردها، بخشی از نظام کاربری اراضی سنتی‌اند و می‌توانند با معرفی فناوری‌های بهبودیافته یا جدید روزآمد شوند.

1. push-pull
2. silvopastoralism

قاب ۶-۴: سیلوپستورالیزم، شینیانگا، تانزانیا

نظام سیلووپستورالیزم شامل کاشت درختان در مناطق چرا است که سایه و سرپناه فراهم می‌کند، انعطاف‌پذیری را افزایش می‌دهد و در برخی موارد کیفیت علوفه را افزایش می‌دهد. سیلووپستورالیزم می‌تواند نتایج چشمگیری داشته باشد: ۲۰ سال قبل در ناحیهٔ شینیانگای تانزانیا فرسایش خاک چنان بود که طوفان گرد و غبار عادی بود؛ اما امروزه بر اثر اجرای برنامهٔ احیای اراضی شینیانگا[1] هیزم برای سوخت و تیر چوبی ساختمانی از درختان تأمین می‌شود و در همان حال باغ‌های میوه غذای انسان و درختان علوفه‌ای غذای سرشار از پروتئین برای دام‌ها فراهم می‌سازند.

منبع: Neely and Fynn (2010)

نظام‌های تلفیقی محصول-دام

نظام‌های تلفیقی و مخلوط، استفاده از بیومس و چرخه‌های مواد مغذی را در یک نظام تولیدی زراعت و دام بهینه می‌سازد. نظام‌های تلفیقی زراعت‌ـدامداری می‌تواند به طور مؤثر بر تنوع زیستی، سلامت خاک، خدمات اکوسیستم و حفاظت از جنگل‌ها اثر بگذارد و به دلیل تلفیق اجزا، قادر به رقابت اقتصادی با فعالیت‌های تخصصی متمرکز در واحدهای بزرگ‌مقیاس نیز هست. انواع دیگر آن شامل نظام‌های درخت‌دار یا بی‌درخت یا آبزی‌پروری، نظام‌های کشاورزی‌ـدامداری درخت‌دار یا بی‌درخت است.

هدف این است که اجزا بر یکدیگر اثر مشترک داشته باشند. مثلاً از مواد پسماندی نظیر کودهای دامی برای بهبود حاصلخیزی خاک و تولید محصول استفاده شود حال آنکه بقایای گیاهی نقش غذای تکمیلی را برای حیوانات خواهد داشت. نظام‌های تلفیقی موجب تنوع در تولید و مصرف کاراتر منابع می‌شود. هم‌چنین انعطاف‌پذیری در برابر خطرات تغییر آب و هوا، تغییرات بازار یا عدم موفقیت باعث افزایش تولید می‌شود.

نظام‌های کشاورزی سنتی

نظام‌های کشاورزی سنتی اشکال بومی اگرواکولوژی هستند که از تکامل نظام‌های محیط‌زیستی و اجتماعی به وجود آمده‌اند. مشخصهٔ این نظام‌ها معمولاً پیچیدگی زیاد و تنوع زیستی گونه‌های گیاهی است. در این نظام به دلیل استفادهٔ بسیار اختصاصی از دانش محیط‌زیستی و منابع طبیعی و تلفیق تکامل‌یافتهٔ نظام‌های تولیدی و طبیعی، بسیار می‌توان آموخت و هم‌اکنون برخی از نظام‌های کشاورزی سنتی به جایگاه مکان‌های مهم میراث کشاورزی جهان[2] دست یافته‌اند. اعمال محتاطانهٔ اصلاحات مدیریتی مبتنی بر فناوری‌های مدیریت پایدار زمین و آب به این نظام‌ها به‌خصوص در کشاورزی‌ـجنگلداری و روش‌های تلفیق دامداری‌ـزراعت می‌تواند به عملکرد بالاتری منجر شود. لیکن به برخی از شکل‌های کشاورزی سنتی فشارهایی وارد آمده است که ممکن است آن‌ها را ناپایدار کند و لازم باشد تغییراتی در آن‌ها داده شود (CDE, 2010; Neely and Fynn, 2010).

1. Shinyanga Land Rehabilitation Program
2. Globally Important Agricultural Heritage Sites

روش‌های دامداری و دامداری-کشاورزی پایدار

در مناطق خشک، علفزارهای حاصلخیز و سالم از راه نگه‌داری دام در گله‌های بزرگ و حرکت مکرر آن‌ها حاصل می‌شود. چرای کنترل‌شده، توزیع همگون مدفوع و ادرار دام‌ها را امکان‌پذیر می‌سازد و می‌تواند برای بازدهی محصول، مواد آلی و مواد مغذی خاک را افزایش دهد. در حقیقت چرای مفرط بیشتر تابعی از زمان چرا است تا تعداد مطلق دام‌ها و زمانی اتفاق می‌افتد که پیش از این‌که قسمت‌های هوایی و نظام ریشهٔ گیاه فرصت ترمیم خود را داشته باشد دام گیاه را بچرد. در چرای برنامه‌ریزی‌شده (Savory and Butterfield, 1999)، بایستی پوشش خاک، تنوع گیاهی و بیومس بهبود و نفوذ آب افزایش یابد. هم‌چنین می‌بایست تراکم حیوانات برای توزیع بهتر مدفوع و ادرار بالا رود و هم‌زمان میزان چرا محدود شود. این عملیات منجر به افزایش تولید بیومس و هم‌چنین افزایش کیفیت و بازدهی دام‌ها می‌شود.

بسیاری از محققان نظام‌های دامداری به این نتیجه رسیده‌اند که تولید وسیع دام در زمین‌های دارای مالکیت مشاعْ مناسب‌ترین استفاده از اراضی نیمه‌خشک در آفریقا است (Scoones, 1995)؛ بنابراین تغییر منابع دارایی مشترک به حقوق استفادهٔ خصوصی، به‌جای حفاظت درازمدت از آن‌ها که بیشتر هم لازم است، موجب بهره‌برداری بی‌رویهٔ کوتاه‌مدت از منابع می‌گردد. انجمن‌های حفاظتی مردم‌نهاد در کنیا برای افزایش بازدهی دام‌ها و هم‌چنین افزایش تعداد حیوانات وحشی از برنامهٔ جامع چرای دام‌ها استفاده می‌کند (قاب ۷-۴).

موانع کلیدی این امر وجود خلأ در حقوق مالکیت زمین، رواج خصوصی‌سازی و خدمات حداقلی آموزش و بهداشت است، که باید مورد توجه قرار گیرد تا هم‌افزایی میان معیشت مبتنی بر دامداری و بهداشت محیط‌زیست بتواند با موفقیت و به طور پایدار صورت گیرد (UNCCD, 2007). بهبود توانمندی چوبانان برای حرکت در مسیر مدیریت پایدار مراتع، نیازمند مجموعه‌ای از اقدامات شامل رویکردهای مدیریتی سازگار، سازمان‌دهی اجتماعی و وجود زیرساخت‌های حقوق مالکیتی است، تا مالکیت دارایی منابع مشترک که معیشت مردم به آن وابسته است حفظ گردد.

موانع و چالش‌ها

رویکردهای توصیف‌شده همگی شرایط خاص خود را دارد و بهتر است با شرایط اقتصادی-اجتماعی و اگرواکولوژیکی محلی تطبیق داده شود. چالش‌های اصلی در زمینهٔ وجود دانش، انگیزه و منابع است. لازمهٔ همهٔ رویکردها دانش و تبادل اطلاعات است و بایستی زیربنای نهادی برای این امر در دسترس باشد. همهٔ رویکردها توجیه اقتصادی خود را دارند، اما هزینه‌های مالی در نظام‌های سنتی اغلب بیشتر است و سودآوری نهایی ممکن است قطعی نباشد. در کشاورزی «سازگار با اکولوژی» بخشی از منافع نصیب ذی‌نفعان پایین‌دست یا ذی‌نفعان خارج از مزرعه می‌شود، حال آنکه همهٔ هزینه‌ها را کشاورز متحمل می‌شود. چنانچه انگیزهٔ سودآوری نیز مطرح باشد، هزینه‌های سرمایه‌گذاری و زمان انتظاری که برای «بازگشت سرمایه» لازم است برای کشاورزان خصوصاً کشاورزان خرده‌پای فقیر نوعی محدودیت است.

یافتن منابع آب برای کشاورزی فاریاب

پروژه‌های انحراف آب جدید و پروژه‌های چندمنظوره

در طی چهار دههٔ منتهی به سال ۲۰۵۰، برداشت خالص آب برای کشاورزی در حدود ۱۵۰ کیلومتر مکعب افزایش یافته است و پیش‌بینی می‌شود بیشترین افزایش در میزان ناخالص آب کشاورزی در مناطق جنوب شرقی آسیا، آمریکای جنوبی و آفریقای سیاه دیده شود. از آنجا که در بیشتر مناطق برداشت آب زیرزمینی به طور کامل توسعه یافته است، لذا بیشتر این

افزایش در برداشت می‌بایست از آب سطحی تأمین گردد.

فرصت‌ها برای احداث سدهای مخزنی بزرگ کمتر از گذشته است. بازده اقتصادی پایین و ملاحظات محیط‌زیستی و ایمنی تمایل به ساخت سدهای بزرگ را کاهش داده است. هزینهٔ بالا به این معنی است که معمولاً ساخت سدهای بزرگ تنها می‌تواند با احتساب منافع تولید برق توجیه‌پذیر باشد. با این حال پروژه‌های سدسازی در تعدادی از کشورها ازجمله چین، ایران و چندین کشور آفریقایی در دست بررسی یا در حال اجرا است. ممکن است با بهینه‌کردن مقررات آزادسازی آب از سدهای موجود مقداری آب آبیاری نیز وجود داشته باشد. همکاری فرامرزی در مورد توسعه و مدیریت منابع آب نیز می‌تواند میزان آب موجود برای آبیاری را افزایش دهد. مثلاً در اتیوپی سدهای برقابی در نیل آبی[1] می‌تواند آب اضافی برای آبیاری پایین‌دست را فراهم نماید.

اما احتمالاً بیشتر حجم آبی که اخیراً ذخیره‌شده برای آبیاری در مقیاس کوچک خواهد بود. در بسیاری کشورها گزینه‌هایی برای سازه‌های کوچک آبی وجود دارد. چنین ذخیره‌سازی‌هایی نیازمند ارزیابی اجتماعی، اقتصادی و محیط‌زیستی و خطرپذیری و قبول بده‌بستان‌های مرتبط با آن می‌باشد و لازم است که پروژه‌ها در چارچوب برنامه‌ریزی حوضهٔ آبریز مطالعه شود. در سطح سیاستگذاری، تخصیص آب اضافه برای کشاورزی نیازمند تصمیم‌گیری‌هایی پیرامون تخصیص آب به کشاورزی نسبت به سایر بخش‌ها و مصارف پرارزش‌تر و خطراتی که در پایین‌دست متوجه محیط‌های آبی و تالاب‌ها می‌شود، خواهد بود. درجایی که به منابع فرامرزی مربوط می‌شود، دولت‌ها باید منافع بهینه‌سازی سرمایه‌گذاری در سطح حوضه را در مقابل حق حاکمیت و موضوع امنیت آب سبک‌سنگین کنند (مثلاً ممکن است پیشنهاد کنند در بالادست سرمایه‌گذاری برقابی و در پایین‌دست تقسیم آب برای آبیاری اجرا شود). با بررسی اثرات سرمایه‌گذاری‌های جایگزین احتمالی، در مورد سرمایه‌گذاری در توسعهٔ کشاورزی فاریاب به جای دیم یا ارائهٔ سایر خدماتی که به نفع فقرا است تصمیم‌گیری می‌شود.

1. Blue nile

قاب ۷-۴: معکوس‌کردن روند بیابان‌زایی در علفزارهای بارینگو، کنیا

در اراضی اطراف دریاچهٔ بارینگو در درهٔ مرکزی ریفت کنیا، انقلابی کاملاً طبیعی در حال معکوس‌کردن سیر تخریب ویرانگر اراضی و بازگرداندن علفزارها به این منطقه است. طبق تشخیص مؤسسهٔ احیای محیط‌های خشک علف در چراگاه‌ها مهم‌ترین محصول است. حدود ۲۲۰۰ هکتار زمین با استفاده از کاشت درخت و علف با موفقیت احیا شده و دامداری بهتر مدیریت می‌شود. بازگرداندن علف به چراگاه زندگی ۱۵۰۰۰ تا ۳۰۰۰۰ نفر از مردم شامل خانوارها، چوپانانی که زمین‌های مشاع را مدیریت می‌کنند و دامداری‌های گروهی و نیز زنان را تحت تأثیر قرار داده است. بذر علف برداشت می‌شود و در سراسر کنیا به فروش می‌رسد.

بازگرداندن علف‌های دائمی تنها فرایندهای اکوسیستم (زمین، مواد غذایی، آب و تنوع زیستی) را بازسازی نکرده است، بلکه منجر به ایجاد اعتماد به نفس و توانایی در جوامع برای حفاظت از خود نیز می‌شود. تمرکز بر اراضی دیم و چراگاه در آفریقا برای وارونه‌کردن روند تخریب اراضی و کاهش فقر ضروری است.

منبع: Elizabeth Myerhoff and Murray Roberts, RAE Trust. عکس: W. Lynam

آب زیرزمینی

علیرغم مشکلات تخلیه و آلودگی، آب زیرزمینی هم‌چنان در حفظ رطوبت بهینهٔ خاک برای رشد محصولات آبی نقش کلیدی دارد و با افزایش تغییرات آب و هوایی این نقش بیشتر نیز خواهد شد (FAO, 2011d). اگرچه در بسیاری از کشورها فرصت‌های کمی برای توسعهٔ آب‌های زیرزمینی جدید وجود دارد، استفادهٔ بهتر از منابع موجود آب زیرزمینی اولویتی حیاتی است.

اما از تخلیهٔ آب زیرزمینی، که ناشی از کشاورزی متراکم است، گریزی نیست (Siebert *et al*., 2010). اگرچه یافتن رویکردهای مدیریتی جدیدی که بتواند بسیاری از آبخوان‌ها را به پایداری کامل بازگرداند بعید است، ولی می‌توان رویکردهایی یافت که عمر آبخوان و بازدهی آن را بهبود بخشند. تجربهٔ اخیر که در آن جوامع محلی در جاهایی که تغذیهٔ آبخوان‌های کم‌عمق عملی است و بهره‌برداران برای دوام کاشت میزان قابل‌اتکایی از تولیدات کشاورزی تمایل بالایی دارند آب زیرزمینی را مدیریت کرده‌اند دلگرم‌کننده است (World Bank, 2010a).

شورشدن آبخوان‌ها بر اثر نفوذ آب‌های شور یا آلودهٔ ناشی از کشاورزی فاریاب و نیز زمانی که ذخایر آبخوان‌ها تخلیه شود و غلظت نمک در آن‌ها بیشتر گردد پدید می‌آید. به علاوه، تخلیهٔ آبخوان‌های ساحلی می‌تواند منجر به نفوذ توده‌های نمک شود. راه‌حل کلیدی در مدیریت فعال آبخوان‌ها کاهش برداشت تا سطح آبدهی پایدار است. سلامت آبخوان می‌تواند با تزریق مصنوعی آب شیرین برای رقیق‌کردن آب شور یا ایجاد مانعی در برابر نفوذ آب شور حفظ گردد، اما این کار ممکن است پرهزینه و نیازمند کنترل خیلی دقیقی باشد (Mateo-Sagasta and Burke, 2010).

چشم‌انداز سرمایه‌گذاری روی منابع آب نامتعارف

در سطح جهان عملاً تنها حدود ۶۰ درصد از آب برداشت‌شده، یعنی حدود ۲۹۰۰ کیلومتر مکعب از ۵۲۰۰ کیلومتر مکعب، مستقیماً تبخیر می‌شود و مابقی به سامانهٔ هیدرولوژیکی باز می‌گردد و به طور بالقوه برای مصارف ثانویه نظیر کشاورزی قابل بازیابی می‌باشد. اگر همهٔ این آب برگشتی بازیافت می‌شد، بیش از سه چهارم آب کشاورزی مصرفی در حال حاضر را تأمین می‌کرد. بنابراین، سرمایه‌گذاری در استفادهٔ مجدد از زهاب‌ها و فاضلاب‌های شهری و صنعتی به‌ویژه در کشورهایی که با کمبود آب روبرویند می‌تواند کمبود آب را جبران کند.

آب زهکشی می‌تواند هم از طریق بازچرخانی در سامانه و هم با پمپاژ مستقیم از زهکش‌ها توسط کشاورزان دوباره استفاده شود. مصرف این آب‌های نسبتاً شور، به دلیل آنکه خاک را شور می‌کند و از کیفیت آب در پایین‌دست می‌کاهد، خطرات محیط‌زیستی و کشاورزی به همراه دارد. بنابراین ارزیابی و ردیابی خطر شوری لازم و ضروری است. برای جلوگیری از شورشدن بیشتر آب و زمین یا اصلاح خاک‌های شور نیز بایستی اقداماتی انجام شود. مصر موفقیت‌هایی در این زمینه داشته است، به طوری‌که سالانه بیش از ده درصد آب شیرین برداشتی را بدون بر هم‌زدن تعادل نمک بازچرخانی می‌کند. شیرین‌سازی منابع آب زیرزمینی شور و آب‌های زهکشی لب‌شور برای کشاورزی به دلیل هزینه‌های بالای انرژی تا به حال غیراقتصادی بوده است، به استثنای تولید محصولات تجاری با ارزش مانند سبزیجات و گل (خصوصاً در گلخانه‌ها) در مناطق ساحلی، که در آن‌ها تخلیه مطمئن زهاب شور راحت‌تر از مناطق داخلی است (Mateo-Sagasta and Burke, 2010). لیکن شوری‌زدایی آب از جمله زهاب به دلیل کاهش هزینه‌ها می‌تواند به گزینه‌ای رقابتی تبدیل شود، در حالی‌که برای آب‌های سطحی و زیرزمینی رقابت رو به افزایش است.

با گسترش شهرها، پساب شهری و صنعتی بیشتری در دسترس خواهد بود. مزیت پساب این است که غنی از مواد غذایی است و در نزدیکی مراکز پرجمعیت و تجاری قرار دارد. بنابراین برای باغبانی و آبزی‌پروری حومهٔ شهرها ایده‌آل است. با این حال، آلاینده‌های موجود در پساب خطراتی برای سلامت انسان و محیط‌زیست ایجاد می‌کند. برای بیشینه‌کردن مزایا و کمینه‌کردن ریسک‌های مرتبط با مصرف پساب، بایستی چارچوب سیاستی و نهادی جامعی تدوین شود (WHO-FAO-UNIP, 2006). لازم است در مورد جنبه‌های فنی از قبل تصمیم‌گیری شود زیرا این تصمیمات است که روش تصفیه برای استفاده مجدد از فاضلاب را تعیین می‌کند. تخصیص منابع آب نیازمند برنامه‌ریزی است: اینکه چه کسی آب را دریافت می‌کند بایستی ارزیابی شود و برای آن قرارداد تنظیم گردد. از نظر محیط‌زیستی، قوانین و مقرراتی

لازم است تا میزان وجود آلاینده‌ها در منبع آلودگی کنترل شود و سلامت و بهداشت انسان‌ها حفظ شود. درنهایت ممکن است از نظر کشاورزی محدودیت‌هایی بر عملیات کشت و آبیاری اعمال شود.

نوسازی سامانه‌های آبیاری

بهبود خدمات ارائهٔ آب در طرح‌های بزرگ آبیاری

در آبیاری، چشم‌انداز قابل ملاحظه‌ای برای افزایش راندمان و بهبود بهره‌وری از زمین و آب وجود دارد. در سراسر جهان این راندمان کمتر از حداکثر میزانی است که از لحاظ فنی ممکن است؛ سامانه‌های آبیاری تحت فشار و کشت‌های گلخانه‌ای هنوز سطح اندکی را پوشش می‌دهند؛ کاشت محصولات اساسی کم‌ارزش در الگوهای کشت غالب است و عملکرد محصولات و درآمد کشاورزان کمتر از مقدار بالقوهٔ آن است (Molden *et al*., 2010). سه چیز می‌تواند کمک کند تا شعار «ارزشمندتر شدنِ هر قطرهٔ آب» محقق شود: بهبود در ارائهٔ خدمات آب؛ بهبود کارائی مصرف آب در مزرعه؛ و بهبود بعملکرد زراعی.

راه‌های افزایش بهره‌وری و کاهش شکاف عملکرد در آبیاری شامل افزایش انعطاف‌پذیری، اطمینان‌پذیری و انجام به‌موقع خدمات آبی از طریق عملیات اجرا و نگهداری شبکهٔ انتقال یا توزیع بهتر آب در درون سامانه است (مثلاً، افزایش عرضهٔ آب به مناطق پایین‌دست سامانه). در اصل، بهبود خدمات آب تقریباً در تمام طرح‌های آبیاری قابل اجراست.

لازم است رویکردی تلفیقی برای سرمایه‌گذاری در نهاده‌های تولید (خاک، آب، زراعت) همراه با اصلاحات اقتصادی و نهادی اتخاذ شود. در طرح‌های بزرگ آبیاری، مفهوم مدرن‌سازی به معنی ایجاد تغییرات در سامانهٔ تحویل آب، عملیات زراعی و ساختارهای نهادی و انگیزشی است، به نحوی که این تغییرات خدمات پایدار و کارآمد را بر حسب تقاضای تحویل آب و بر اساس نظام کشاورزی پایدار با بهره‌وری بالا در اختیار کشاورزان قرار دهد. (FAO, 2007c).

رویکرد بعدی بهبود کارایی مصرف آب (نسبت آب مصرفی به آب برداشته شده برای آبیاری) است به طوری که بخش بیشتری از آب تحویلی مورد استفاده مفید واقع شود (با کاهش تلفات آب در سیستم آبیاری، بهبود مدیریت آب در مزرعه یا بازیابی آب زهکشی). امکان افزایش مصرف مفید آب با توجه به این‌که در بسیاری مناطق مقدار آب آبیاری سه برابر بیشتر از آب مورد نیاز برای رشد گیاه است مشخص می‌شود. لیکن امکان صرفه‌جویی در مصرف آب نیز بایستی با احتیاط در نظر گرفته شود زیرا بخش بزرگی از آب مصرف‌نشده از طریق نفوذ و زهکشی به رودخانه‌ها و آبخوان‌ها باز می‌گردد.

نوسازی تلفیقی نیازمند سرمایه‌گذاری هم در «سخت‌افزار» و هم در «نرم‌افزار» است. سرمایه‌گذاری سخت‌افزاری فراتر از نوسازی سادهٔ سامانه‌های موجود است و شامل بهبود فیزیکی سامانه، نظیر انتخاب صحیح دریچه‌ها و سازه‌های کنترل، پوشاندن کف کانال‌ها با کف‌پوش‌های مصنوعی، ساخت کانال‌های جمع‌آوری آب و مخازن و نصب سامانه‌های مدرن اطلاع‌رسانی است و نیز بهبود فناوری‌های آبیاری در مزرعه مانند آبیاری قطره‌ای و ایجاد شبکهٔ زهکشی که امکان مدیریت تعادل شوری بدون آلودگی را نیز ایجاد می‌کند. سرمایه‌گذاری در نوسازی هم‌چنین شامل طیفی از اصلاحات «نرم‌افزاری» مانند ساختارهای نهادی و مدیریتی، عملیات مدیریت آب در مزرعه، مدیریت توأمان حاصلخیزی خاک و آب، مدیریت آب زهکشی و رویکردهای تلفیقی هماهنگ با خشکسالی، شوری و سیل است. سرمایه‌گذاری در نوسازی آبیاری برای دستیابی به کشاورزی پایدار با بهره‌وری بالا نیازمند وجود شرایطی اقتصادی است که باعث ایجاد مشوق‌های غیر انحرافی، مدیریت خطرات و دسترسی به بازار می‌شود.

چشم‌انداز بهبود بهره‌وری در آبیاری کوچک‌مقیاس و غیررسمی

امکان بهبود بهره‌وری آبیاری منحصر به طرح‌های بزرگ نیست. معیشت بسیاری از کشاورزان خرده‌پا در آسیا، آفریقا و خاورمیانه از کشاورزی در سامانه‌های آبیاری سنتی و کوچک‌مقیاس تأمین می‌شود. در آبیاری‌های کوچک‌مقیاس، سازهٔ انحراف آب و شبکهٔ انتقال اغلب توسط مردم ساخته شده و توسط تشکل بهره‌برداران مدیریت می‌شود. دیگر اقدامات شامل استفاده از سامانه‌های پخش سیلاب، سامانه‌های چشمه و چاه‌های کم‌عمق، پمپاژ آب از رودخانه در مقیاس کوچک، سامانه‌های استحصال آب و استفاده از چاه، رواناب محل یا حتی آب لوله‌کشی برای تولید محصولات در باغچه‌ها جهت عرضه در بازار محلی نیز می‌شود.

تقریباً در تمامی مناطق کشاورزی جهان، سامانه‌های آبیاری کوچک‌مقیاس وجود دارد و در جایی که آب محدودیت مهم تولید است و در مناطقی با منابع آب محدود و یا بیش از حد استفاده‌شده، خصوصاً در مناطق نیمه‌خشک تا نیمه‌مرطوب، اهمیت دارد. اغلب این واحدها تا حدی (حتی عمدتاً) دیم هستند و تنها از آبیاری تکمیلی استفاده می‌کنند. معمولاً به عملکرد آن‌ها به دلیل آنکه اقتصادی نیستند، ارقام زراعی مناسب و کنترل آب را ندارند و مشکلات دسترسی به بازار دارند بسیار کمتر از عملکرد نظام‌های آبیاری رسمی و بزرگ‌مقیاس است. نقاط قوت آن‌ها دانش سنتی، مدیریت پایدار منابع آب و زمین و داشتن میزانی از سرمایهٔ اجتماعی محلی می‌باشد.

چالش این روش‌ها چگونگی بهبود عملکرد بدون به خطر انداختن پایداری کنونی آن‌هاست. در این راستا استفاده از برخی فناوری‌ها مؤثر است. مثلاً پوشش کف نهرها در طرح‌هایی که با چشمه‌ها تغذیه می‌شوند، یا استفاده از پمپ‌های پدالی برای باغچه‌ها. به مکانیسم‌هایی برای انتقال دانش، فناوری و حمایت مالی و اطمینان از این‌که تغییرات در راستای روش‌های سنتی مدیریت پایدار آب و زمین انجام شود نیاز است. (قاب ۸-۴)

افزایش بهره‌وری آب در مزرعه

راندمان مصرف آب

بهبود راندمان مصرف آب در مزرعه (نسبت آب مفید مصرفی در تبخیر و تعرق به آب تحویلی) به میزان مهارت کشاورز در مدیریت آب در مزرعه بستگی دارد. برای بهبود راندمان مصرف آب در مزرعه بایستی مهارت کشاورزان در مدیریت بهتر زمان و میزان آبیاری افزایش یابد و در فناوری‌هایی که کنترل بهتری بر تحویل آب و کاهش تلفات دارد سرمایه‌گذاری شود. کنترل بهتر آب می‌تواند با سامانه‌های توزیع آب با لوله و تحویل دقیق آب برای مرطوب کردن ناحیهٔ ریشهٔ گیاه (مثلاً با آبیاری قطره‌ای و یا آبیاری حبابی[1]) انجام شود. این فناوری‌ها از طریق کاهش نشت و نفوذ آب در مسیر انتقال و تبخیر غیرمفید موجب کاهش در میزان مصرف غیرمفید آب می‌گردد. راندمان می‌تواند با کنترل میکروـاقلیم محیط گیاه، مانند آنچه درون گلخانه‌ها انجام می‌شود، هر چه بیشتر افزایش یابد.

میزان راندمان زراعی به مهارت کشاورزان بستگی دارد، هرچند که برخی محدودیت‌ها، مانند عوامل آب و هوایی و اقتصادیـاجتماعی، در کنترل آن‌ها نیست. راندمان زراعی می‌تواند از راه‌های زیر بهبود یابد:

1. Bubbler

قاب ۸-۴: فناوری آبیاری قطره‌ای

سامانهٔ آبیاری قطره‌ای

هدف از آن افزایش بازده آب (محصول بیشتر به ازای هر قطره آب) است و می‌تواند از بسیاری راه‌ها ازجمله روش‌های مؤثرتر جمع‌آوری، استحصال، ذخیره، توزیع و کاربرد آب در مزرعه به دست آید. روش‌های آبیاری قطره‌ای سامانه‌های آبیاری کارامدی هستند که حجم اندکی آب را در فواصل زمانی کوتاه در نزدیک ناحیهٔ ریشه قرار می‌دهند. در سامانه‌های آبیاری قطره‌ای، آب از طریق یک فیلتر به لوله‌های مخصوص قطره‌ای جریان می‌یابد و مستقیماً به خاک اطراف گیاه تخلیه می‌شود. اگر این فناوری به‌خوبی مدیریت شود، مزایای آن شامل کنترل بهتر آب، بهبود تغذیهٔ گیاه و کاهش نیروی کارگری خواهد بود. این سامانه برای محصولات باارزش شامل سبزیجات و درختان میوه مناسب است.

منبع: CDE (2010) عکس: W. Critchley

- کنترل آب و مدیریت رطوبت خاک برای اینکه دسترسی کافی ریشهٔ گیاه به رطوبت برای رشد بهینهٔ آن را تضمین کند. این کار به‌ویژه در کشاورزی حفاظتی تلفات غیرمفید آب را به‌شدت کاهش می‌دهد.
- مدیریت آب، خاک و مواد غذایی برای اطمینان از اینکه مواد غذایی در ناحیهٔ ریشه به‌موقع در دسترس باشد و جذب کارامد آن توسط گیاه صورت پذیرد. به‌ویژه مدیریت آب و خاک و نهاده‌ها در جهت افزایش دسترسی گیاه به نیتروژن برای ایجاد بازده زیاد به ازای هر واحد تبخیر و تعرق ضروری است.
- انتخاب الگوی بهینهٔ کشت، انتخاب بهترین ارقام زراعی، تنظیم تقویم کشت با زمان دسترسی به رطوبت، کاشت در زمان مناسب و مدیریت علف‌های هرز، بیماری‌ها و آفات.

بهره‌وری آب

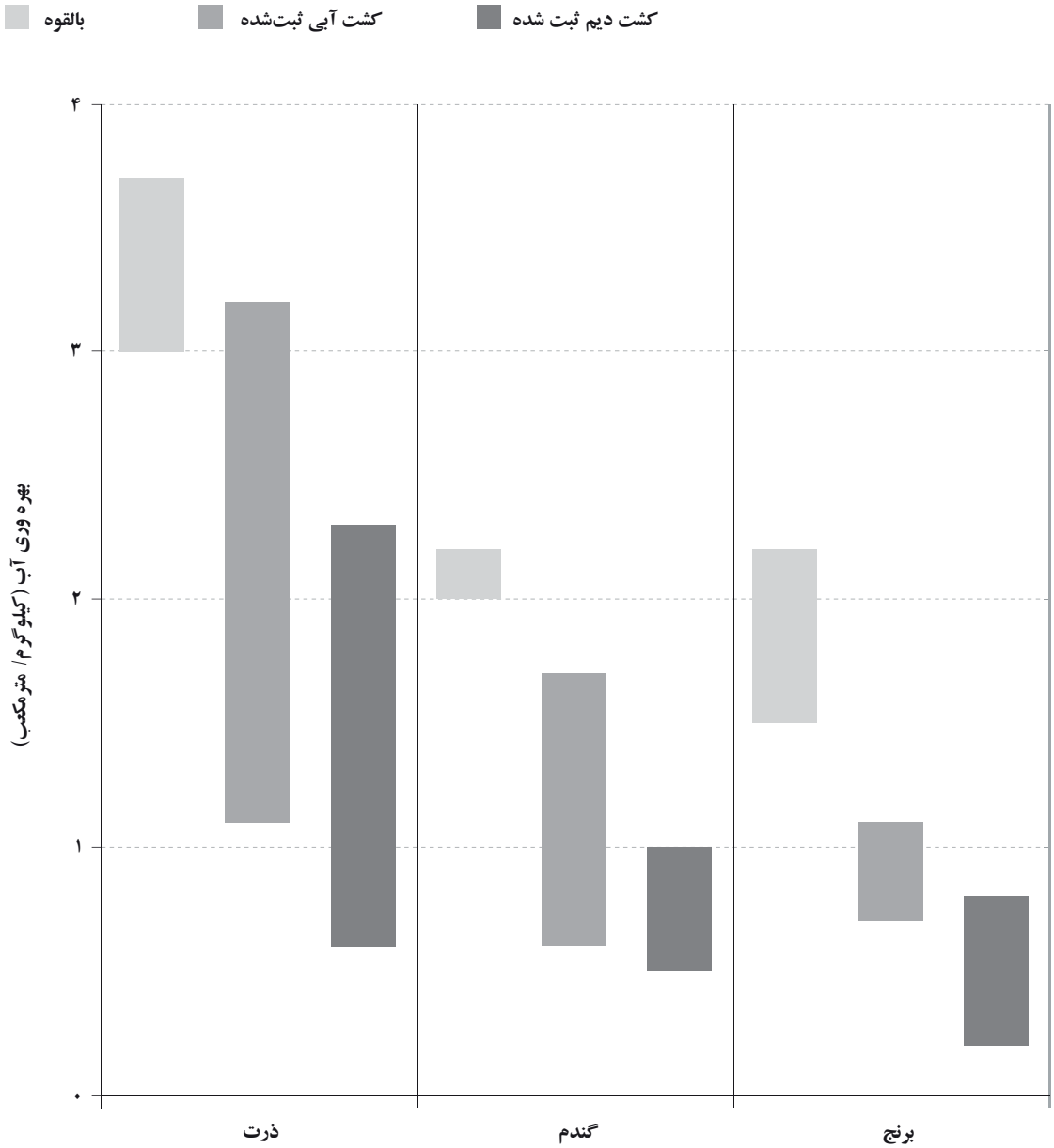
راه دیگر استفادهٔ مؤثرتر از آب آبیاری، افزایش بهره‌وری زراعی یا اقتصادی است که در آن به ازای هر واحد آب مصرفی محصول بیشتری به دست آید. این امر از طریق بهبود عملیات کشاورزی تحقق می‌یابد و منجر به افزایش عملکرد محصولات آبی می‌شود (ازجمله دستیابی به شاخص برداشت بالاتر) که برای آن هیچ آب آبیاری اضافی‌ای مورد نیاز نیست، یا می‌توان محصولات باارزش‌تر تولید نمود، لیکن باید محدودیت‌های کلی بیوفیزیکی را در نظر داشت (Steduto *et al*., 2007).

به‌رغم بهبود چشمگیری که در سال‌های اخیر در بهره‌وری آب حاصل شده است، هنوز شکافی بین عملکرد واقعی و عملکرد قابل دستیابی از هر واحد آب مصرفی وجود دارد. شکل ۱-۴ بهره‌وری واقعی آب را که برای دو کشت دیم و آبی ثبت شده در مقایسه با بهره‌وری بالقوهٔ قابل حصول نشان می‌دهد. داده‌ها تأیید می‌کند که بهره‌وری آب در کشت آبی معمولاً بالاتر از بهره‌وری آن در کشت دیم است. بهره‌وری واقعی برای هر دو نوع کشت آبی و دیم کمتر از میزان بهره‌وری بالقوه است. بیشترین فاصله در برنج و گندم دیده می‌شود و این امر حاکی از آن است که بهره‌وری آب هنوز می‌تواند به طور چشمگیری افزایش یابد.

معمولاً مشاهده می‌شود که در مناطق دارای محدودیت آب، الگوهای کشت، به‌تدریج در جهت کشت محصولات باارزش‌تر تغییر می‌کند. مثلاً در چین، این تغییرات با اندک کاهشی در تولید برنج و گندم و افزایش زیادی در تولید ذرت، سبزیجات و سایر محصولات باارزش‌تر رخ داده است. در بهره‌وری آب ظرفیت‌ها برای پرکردن شکاف چشمگیر است، اما باید توجه کرد که رسیدن به میزان بالاتری از بهره‌وری آب نیازمند روش‌های هر چه متراکم‌تر تولید است.

تاکنون بسیاری از روش‌های افزایش بهره‌وری آب در مزرعه شناخته شده‌اند و می‌توانند بهره‌وری آب را دو برابر کنند. بسته به محصولات و نظام‌های تولید شرایط بسیار متفاوت است و تجزیه و تحلیل‌ها و پیشنهادها برای بهبود باید بسیار اختصاصی باشند. قاب ۹-۴ پنج مطالعهٔ موردی را در مناطق مختلفی از نظر فرهنگی، فناوری و محیط‌زیستی نشان می‌دهد و سیستم‌های زراعی را از انواع معیشتی تا سیستم‌های تولیدی با فناوری بالا در بر می‌گیرد. در بیشتر شرایط، روش‌هایی که برای افزایش رطوبت قابل دسترسی در خاک و افزایش ظرفیت محصولات برای جذب آب به کار گرفته شده، ارزان‌ترین و سریع‌ترین راه برای افزایش بهره‌وری آب است. به علاوه، بهره‌وری کلی آب می‌تواند با بهبود روش‌های کاهش تلفات محصول در برداشت و پس از برداشت، که مجموعاً ممکن است معادل ۳۰ تا ۴۰ درصد عملکرد تولید شده درمزرعه باشد، افزایش یابد (Lundqvist *et al*., 2008).

شکل ۱-۴: بهره‌وری از آب در کشت ذرت، گندم و برنج: بالقوه، آبی و دیم



بهبود بهره‌وری آب درکجاها بیشتر احساس می‌شود؟

چنانکه پیشرفت‌های اخیر در برخی مناطق نشان داده است، بهره‌وری از آب حتی در زمانی نسبتاً کوتاه می‌تواند افزایش یابد. مثلاً بهره‌وری از آب در زراعت برنج در پایین‌دست حوضهٔ رودخانه مکانگ کم است (۱۴ تا ۳۵ درصد پتانسیل بهره‌وری)، ولی در سال‌های اخیر به‌شدت رو به افزایش است (شکل ۲-۴). بهبود بهره‌وری با استفاده از انواع کشت پرمحصول، کاربرد بهتر کود شیمیایی، آفت‌کش‌ها، علف‌کش‌ها و آبیاری تکمیلی حاصل شده است. برای برخی محصولات نظیر نخود و آفتابگردان با تغییر فصل کاشت از بهار-تابستان به پاییز-زمستان ممکن است افزایش عملکرد چشمگیری به ازای هر واحد آب مصرفی به دست آید، مشروط به اینکه بیماری‌ها و علف‌های هرز به‌خوبی مدیریت شود.

قاب ۹-۴: پنج مطالعهٔ موردی برای بهبود بهره‌وری از آب

گندم دیم در جنوب شرقی استرالیا، حوضهٔ مدیترانه، فلات لوئس چین و دشت‌های بزرگ آمریکای شمالی: شکاف چشمگیر بین مقدار عملکرد واقعی و حداکثر عملکردبالقوه در هر واحد آب مشاهده شد. متوسط شکاف در دشت‌های بزرگ در جنوب آمریکا ۶۸ درصد، در حوضهٔ مدیترانه ۶۳ درصد و در فلات لوئس چین، دشت‌های بزرگ شمالی و جنوب شرقی استرالیا ۵۶ درصد بود. ازجمله علت‌های ایجاد این شکاف‌ها تغذیه، زمان کاشت و محدودیت‌های خاک بود. مدیریت رطوبت خاک مشکلی کلیدی بود. از میان راه‌حل‌های تعریف‌شده می‌توان به پوشش سریع خاک برای کاهش تبخیر، روش‌های حداقل خاک‌ورزی و مدیریت کاه‌کلش اشاره کرد.

برای آفتابگردان دیم شکاف عملکرد مشابه این در غرب پامپاس آرژانتین وجود دارد که دسترسی به آب و مواد غذایی و اثر متقابل آن‌ها در زمان کاشت مهم‌ترین اهرم برای افزایش عملکرد و بهره‌وری آب است.

در سامانه‌های کشت برنج در پایین‌دست حوضهٔ رودخانهٔ مکانگ، شکاف عملکرد زیاد و بازدهی واقعی در هر واحد آب مصرفی، تنها ۱۵ تا ۳۰ درصد حداکثر ممکن است. فرصت‌های اصلی برای بهبود شامل استفاده از ارقام پر محصول، افزایش مصرف کود، علف‌کش و آفت‌کش و آبیاری تکمیلی است. یک گزینه ممکن است تغییر الگوی کشت به محصولات با ارزش‌تر مانند قهوه، سبزیجات و بادام زمینی (که بازده اقتصادی بهتر از برنج در هر میلی‌متر آب مصرفی دارد) باشد.

میزان بهره‌وری سامانه‌های تجاری کشت ذرت آبی در کمربند ذرت در غرب آمریکا تنها ۱۰ تا ۲۰ درصد کمتر از میزان بهره‌وری بالقوه بود. با وجود این، هنوز مدیریت بهتر آب می‌تواند بهره‌وری را افزایش دهد، مثلاً رعایت تقویم آبیاری بر اساس نیازهای بهنگام گیاه و پایش آب.

در منطقهٔ ساحل[1] عوامل محیطی، مدیریتی و گیاهی در کم‌بودن میزان بهره‌وری آب در زراعت ارزن، که به طور متوسط ۰/۳ کیلوگرم در هر مترمکعب آب مصرفی است، نقش دارند. افزایش بهره‌وری آب در کشت ارزن در محیط‌های گرم و خشک آفریقا نیازمند نهاده‌های بیشتر، عمدتاً مقدار کود است. لیکن شاخص برداشت کم ارزن، که در کم‌بودن میزان بهره‌وری آب دخیل است، باید با توجه به اهمیت تولید دانه و ارزش زیاد بقایای گیاهی بهینه گردد.

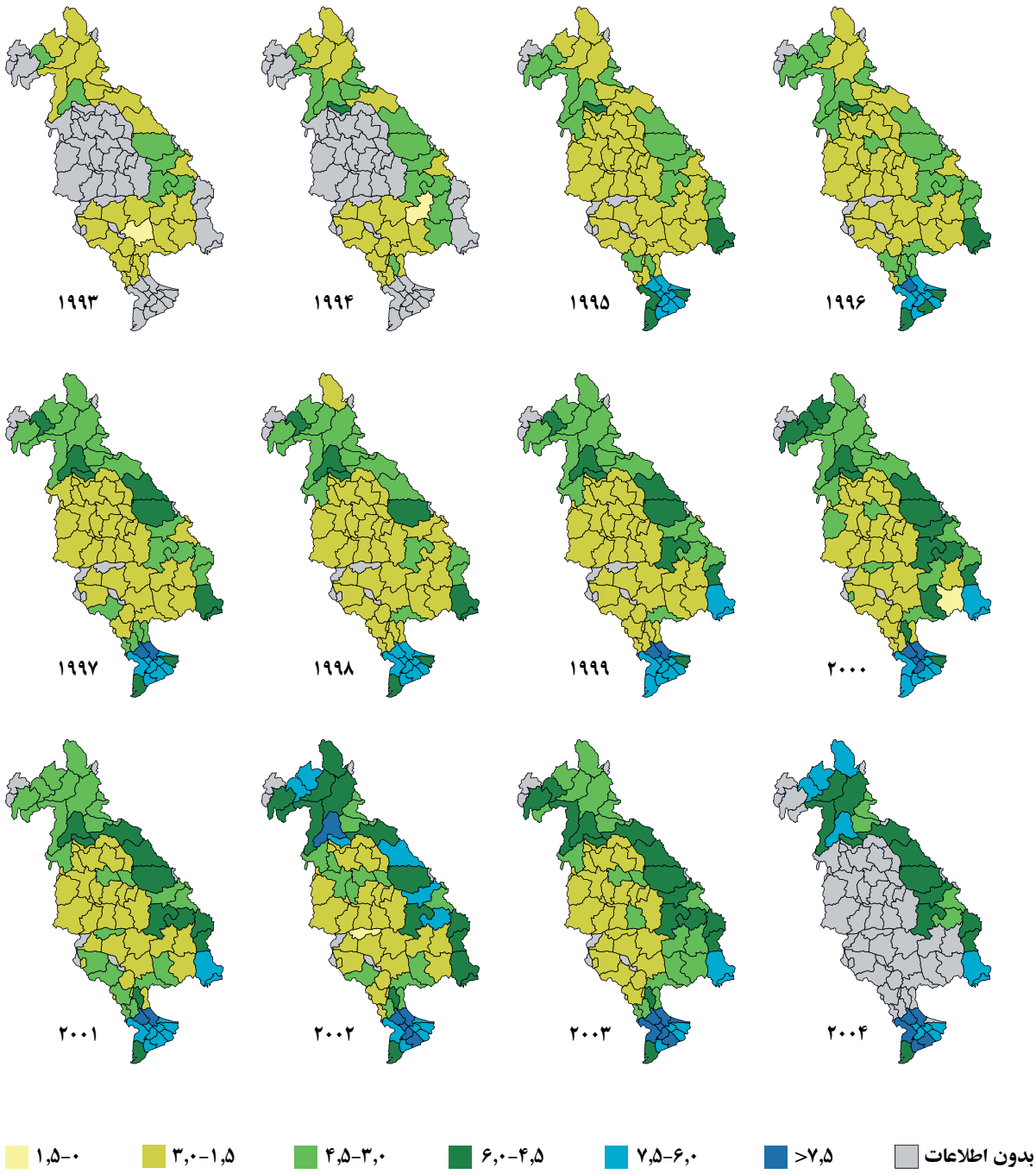
منبع: مطالعهٔ حاضر

چشم‌انداز فنی در افزایش میزان بهره‌وری آب کشاورزی بین محصولات و سیستم‌های تولید و نواحی مختلف متفاوت است (قاب ۱۰-۴). در بین غلات، بیشترین ظرفیت افزایش بهره‌وری متعلق به برنج است، اما در افزایش میزان بهره‌وری در کشت گندم و برخی نظام‌های کشت ذرت چشم‌انداز قابل ملاحظه‌ای وجود دارد. در برخی قسمت‌های جهان، بهره‌وری فیزیکی آب زیاد است و برای بهبود بهره‌وری با استفاده از فناوری موجود چشم‌انداز وسیعی وجود ندارد. این وضعیت در بسیاری از مناطق حاصلخیز نظیر پایین‌دست حوضهٔ رودخانهٔ زرد و در بیشتر مناطق اروپا، آمریکای شمالی و استرلیا مشاهده می‌شود. بیشترین ظرفیت برای افزایش بهره‌وری در آفریقای سیاه و بخش‌هایی از جنوب، جنوب شرقی و مرکز آسیا وجود دارد. در همهٔ این مناطق افزایش بهره‌وری آب، بهره‌وری اراضی را افزایش می‌دهد و باعث می‌شود میزان تولید

1. Sahel

محصول در اراضی زیر کشت فعلی، با تغییری اندک در مصرف کلی آب، بیشتر شود. اما افزایش بهره‌وری باید در ارتباط با تعادل کل حوضهٔ آبریز و آبخوان‌ها در نظر گرفته شود (Perry *et al.*2009).

شکل ۲-۴: عملکرد برنج به ازای واحد تبخیر و تعرق در مقیاس منطقه‌ای در حوضهٔ آبریز مکانگ (کیلوگرم دانه/ هکتار/ میلی‌متر)



قاب ۱۰-۴: چین، جامعه‌ای صرفه‌جو در مصرف آب

چین، عمدتاً به دلیل نوآوری‌های فنی و نهادی، دستاوردهای بزرگی در صرفه‌جویی در مصرف آب کشاورزی داشته است. بین سال‌های ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۴ حجم آب مصرف‌شده تا ۲۵ درصد افزایش یافت، اما میزان آب تخصیص داده شده به آبیاری هم‌چنان در حدود ۳۴۰ تا ۳۶۰ کیلومتر مکعب باقی ماند. در همین زمان سطح اراضی آبی تا ۵/۴ میلیون هکتار و ظرفیت تولید غذا تا ۲۰ میلیون تن افزایش یافت و ۲۰۰ میلیون نفر به امنیت غذایی دست یافتند. در دهۀ گذشته در سطح ملی، مصرف آب آبیاری در چین در هر هکتار از ۷۹۳۵ به ۶۴۵۰ متر مکعب کاهش یافت.
منبع: Wang *et al*. (2007)

مدیریت ریسک‌های محیط‌زیستی مرتبط با کشاورزی متراکم

روش‌های مرتبط با بهره‌وری بالاتر بایستی با مصرف کافی و متعادل کود همراه باشد تا عملکرد افزایش یابد و مواد مغذی‌ای که محصول از خاک گرفته جبران شود. تولید متراکماغلب نیازمند مبارزۀ بیشتر با علف‌های هرز، بیماری‌ها و حشرات نیز هست؛ اما مصرف نهاده‌ها، خطرات آلودگی ناشی از کودها و آفت‌کش‌ها را به همراه دارد. در جایی که برای مدیریت پایدار زمین و آب شرایط فنی و اقتصادی‌ـاجتماعی مهیا نباشد، در مزرعه خطراتی به وجود می‌آید و خطرات مهمی نیز برای پیکره‌های آبی پایین‌دست و بهداشت و سلامت انسان‌ها وجود خواهد داشت. مدیریت نهاده‌ها برای جلوگیری از این اثرات منفی، امری اساسی است (FAO, 1996).

در آبیاری ممکن است ناخواسته موضوع دیگری که جنبۀ بهداشتی دارد مطرح باشد: مالاریا و تب حلزون[1] اغلب از دردسرهای طرح‌های آبیاری هستند. بهبود مدیریت آب می‌تواند خطر شیوع عفونت را کاهش دهد. (نظیر کاهش برکه‌های آب راکد). به علاوه، نوسازی همراه با صرفه‌جویی آب فرصت‌هایی را برای گسترش طرح‌های تأمین آب در جوامع محلی فراهم می‌آورد (Molden, 2007).

آلودگی کود و مدیریت موادمغذی

بیش‌ترین کودهایی که به محصولات داده می‌شود از ترکیبات نیتروژنی و فسفری است و ریشه باید نیتروژن را به صورت نیترات جذب کند. حداکثر راندمان دست‌یافتنی (برداشت/مصرف) حدود ۵۰ درصد است و در عمل راندمان کود ندرتاً به بیش از ۲۰ تا ۳۰ درصد می‌رسد. از آنجا که کود نیتروژن‌دار به‌شدت در آب محلول است و در خاک به‌سرعت به گردش درمی‌آید، آنچه جذب گیاه نمی‌شود به صورت نیترات محلول به سمت سامانه‌های زهکشی، جریان‌های آبی پایین‌دست و منابع آب زیرزمینی راه پیدا می‌کند. نیتروژن به صورت آمونیاک یا اکسید نیتروژن نیز در اتمسفر آزاد می‌شود.

کاهش تلفات کود نیتروژنی می‌تواند از طریق ترکیبی از (۱) عملیات بهتر مصرف (۲) برداشت کاراتر (مفیدتر) نیتروژن توسط گیاه و (۳) مدیریت بهتر آب به دست آید. به علاوه، برای بهتر نگه‌داشتن نیتروژن خاک سالم لازم است. روش‌های بهبود راندمان کاربرد و در نتیجه کاهش آزادشدن نیترات شامل گام‌های سادۀ زیر است:

- تقسیط مصرف در حساس‌ترین مراحل رشد یک گیاه خاص

1. Bilharzia

- مصرف «کم و مکرر» در باغبانی که در آن کودهای محلول همراه با آب آبیاری و با دقت مصرف می‌شود. مثلاً کشاورزان در سانریزیا[1] (استرالیا)، دریافتند که در کودآبیاری باید میزان بالاترین راندمان را از میزان مصرف نیتروژن در پایان آبیاری به دست آورند (کوددهی به مدت ۱۰ تا ۱۵ دقیقه، ۲۵ دقیقه قبل از پایان آبیاری).
- قراردادن کود در ناحیهٔ ریشه، زیر و هر دو طرف گیاه، در عمق کم، جایی که ریشه‌ها متراکم‌تر است.
- جایگذاری عمیق کود آمونیاکی (روش کولتان[2]). بخشی از نیتروژن به‌صورت آمونیاک و بدون گذار از مرحلهٔ نیترات جذب گیاه می‌شود و بدین ترتیب از شسته‌شدن نیترات جلوگیری می‌گردد.

روش‌های افزایش جذب نیترات توسط گیاهان شامل مصرف ترکیبات حفاظت‌کننده و کندرهاکننده است تا نیتروژن تدریجاً و با سرعتی که متناسب با درصد رطوبت، pH و دمای خاک تعیین می‌گردد، آزاد شود و بنابراین مدت دسترسی طولانی‌تری داشته باشد. ظرفیت تجاری خوبی برای مصرف این ترکیبات در محصولات دارای ریشه‌های کم‌عمق و باارزش و نیز در مناطقی که مستعد تلفات بالای نیتروژن است وجود دارد.

استفاده از افزودنی‌های بیولوژیکی نیز، از طریق رشد ریشه‌های قوی‌تر و جذب فعال‌تر و کندکردن انتشار نیتروژن به شکل آمونیاک، بازده مصرف نیتروژن را افزایش می‌دهد. مصرف این افزودنی‌ها منجر به ۵۴ درصد تصعید کمتر آمونیاک در نیشکر و ۷۹ درصد در گندم شده است.

راه‌حل‌های مدیریتی خاک باعث می‌شود که محیط بتواند مواد مغذی را حفظ کند و آن‌ها را به شکلی کارا به مواد مغذی قابل جذب گیاه تبدیل کند. توجه بیشتر به سلامت خاک امری ضروری است. این کار نه تنها دسترسی گیاه به مواد مغذی را افزایش می‌دهد و درنتیجه کارایی کود را بالا می‌برد، بلکه از طریق فرسایش و شستشو به طور چشمگیری هدر رفت مواد غذایی خاک را نیز کاهش می‌دهد. در چند نقطه (نظیر برزیل و آلمان) ثابت شده که جذب نیترات و فسفات به پیکرهٔ آبی با خاک‌ورزی ارتباط مستقیم دارد و کاهش خاک‌ورزی یا خودداری از آن می‌تواند تا سطح قابل قبولی در کاهش مؤثر آلودگی تعیین‌کننده باشد، بدون اینکه بر میزان تولید اثر منفی بگذارد.

اگرچه برای افزایش راندمان مصرف کود و کاهش اثرات جانبی آن بر محیط‌زیست نوآوری در صنعت کود رو به افزایش است، ولی کشاورزان ممکن است دانش و انگیزهٔ لازم برای کاهش رفتارهای آلوده‌کننده را نداشته باشند. چند گزینهٔ سیاستی وجود دارد: (۱) ادامهٔ تحقیقات با همکاری بین صنعت کود، کشاورزان و دستگاه‌های پژوهشی؛ (۲) استفاده از مقررات و انگیزه‌های خاص برای تشویق به مصرف کودهای کندرهاشونده درجاهایی که امکان‌پذیر است، به‌ویژه در جاهایی که خطر انتقال نیتروژن به پیکره‌های آبی در بالاترین حد است و (۳) آموزش کشاورزان (قاب ۱۱-۴ را ببینید).

1. Sunraysia
2. Cultan

قاب ۱۱-۴: مشکل آلودگی نیتروژن در چین

در حال حاضر بالاترین نرخ کاربرد نیتروژن در جهان در چین گزارش شده است (حدود ۵۵۰ تا ۶۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در سال در شرق، جنوب شرقی و دشت شمال چین). مصرف کود طی سال‌های ۱۹۹۸ تا امروز به‌سرعت افزایش یافته است، خصوصاً مصرف کودهای NPK در باغبانی و بیشتر مصرف کودهای نیتروژن. یکی از پیامدها آن این است که بیش از نیمی از ۱۳۱ دریاچهٔ کشور به پدیده تغذیه‌گرایی مبتلایند. آمار نشان داده است که بیشتر کشاورزان از راندمان مصرف و پیامدهای محیط‌زیستی کاربرد بیش از حد کود بی‌اطلاع‌اند. در گزارش‌ها آمده به خاطر قیمت بسیار پایین کود، مصرف ان بیش از حد است؛ اما بررسی‌ها نشان می‌دهد کشاورزان بدون دسترسی به آب آبیاری، کود نیتروژن زیادی مصرف نمی‌کنند و این نشان‌دهندهٔ حساسیت به قیمت است؛ بنابراین، کاهش آلودگی نیتروژن به مصرف مناسب کود، مقررات و انگیزه‌ها و آموزش کشاورزان بستگی دارد.

منبع: Turral and Burke (2010); Jua *et al*. (2009)

بر خلاف نیتروژن، فسفات به ذرات خاک می‌چسبد و به‌آرامی در دسترس گیاه قرار می‌گیرد؛ بنابراین کمتر احتمال دارد که به سامانهٔ زهکشی یا آب زیرزمینی راه یابد. ترکیبی از مدیریت خوب آب و اختلاط فسفات با خاک می‌تواند خروجی فسفات را به نزدیک صفر کاهش دهد. به طورکلی، هرجا سیاست‌ها و برنامه‌ها اجرا شود، موفقیت‌هایی در کاهش بار آلودگی حاصل از کشاورزی به وجود می‌آید، گرچه بیشترین موفقیت‌ها در کاهش بار آلودگی‌های شهری به وجود آمده است.

آلودگی به آفت‌کش‌ها

در مدیریت تلفیقی آفات[1]، برای پرداختن به مشکلات آلودگی آب به آفت‌کش‌ها و خطر آفت‌کش‌ها برای سلامت انسان طیفی از روش‌ها به وجود آمده است. در این روش سعی بر این است که مصرف حداقلی و معقول نهاده‌ها، پایش منظم و تعیین جمعیت آفت‌ها انجام شود و از شکارچی‌های طبیعی و زیست‌گاه‌های آن‌ها حفاظت شود. در مدیریت تلفیقی آفات هم‌چنین به نژادهای بهتر و کاشت ارقام مقاوم در برابر آفت‌ها (به نژادی با روش‌های کلاسیک و یا روش‌های تغییر ژن)، اختلاط راهبردی ارقامی با ویژگی‌های مقاومتی مختلف، و تناوب کشت و آیش باهم ترکیب می‌شود. یکی از این روش می‌تواند واردکردن شکارچیان طبیعی آفت‌ها نیز باشد.

کشاورزان بزرگ در کشورهای توسعه‌یافته، برای بهبود کارآیی و اثربخشی و پاسخ به هشدارهای محیط‌زیستی، مدیریت تلفیقی آفات را به طور گسترده‌ای توسط پذیرفته‌اند. به‌کارگیری این رویکرد در کشورهای در حال توسعه تدریجی‌تر بوده، هر چند که تشکیل مدرسهٔ طبیعت[2] در افزایش آگاهی کشاورزان و پذیرش مدیریت تلفیقی آفات به‌شدت مؤثر بوده است (Settle and Garba, 2011). قانون‌گذاری، الزام به کنترل باقیماندهٔ سم در محصول، آموزش کشاورزان و قیمت محصول نیز در جلوگیری از مصرف بی‌رویهٔ آفت‌کش‌ها نقش دارد. تأخیر در اجرای مقررات کنترل مصرف آفت‌کش‌ها در کشورهای در حال توسعه نسبت به کشورهای توسعه‌یافته موجب نگرانی است به‌ویژه زمانی که تولید

1.

2. Farmer field school

آفت‌کش‌های ژنریک ارزان از بازار کشورهای ثروتمند حذف می‌شود، به شکل محلی تولید می‌شوند.

پذیرش وسیع‌تر کشاورزی حفاظتی، که در آن بر هم زدن مکانیکی خاک و سایر اثرات فیزیکی به حداقل می‌رسد، نیز پتانسیل کاهش آلودگی آب به آفت‌کش‌ها را به دلیل فرسایش دارد.

بسیاری از آفت‌کش‌ها محلول در آب و سیارند و لازم است در مدیریت آب روش‌هایی برای به حداقل رساندن ورود آن‌ها به دیگر واحدهای آبی اعمال گردد (قاب ۱۲-۴). زمانی که خطر آلودگی در پایین‌دست زیاد باشد، نیاز است مقررات سخت‌گیرانه‌ای برای مصرف این ترکیبات در محل اجرا شود.

به حداقل رساندن خطرات ناشی از آرسنیک

آلودگی آب‌های زیرزمینی به آرسنیک در بیش از ۲۰ کشور، که از آب زیرزمینی کم‌عمق هم برای شرب و هم برای اهداف آبیاری استفاده می‌کنند، گزارش شده است. مواد صنعتی مانند آنچه از معادن استخراج می‌شود و فاضلاب حاصل از فرآوری آن‌ها، افزودنی‌های خوراک خوک و مرغداری‌ها، حشره‌کش‌ها، حلالیت بالای ذخایر تری‌اکسید آرسنیک، خاک و آب زیرزمینی را بیش از پیش آلوده کرده‌اند. حدود ۱۳۰ میلیون نفر درخطر مسمومیت آرسنیک هستند که دچار زخم‌های پوستی و انواع سرطان می‌شوند. تجمع آرسنیک در زنجیرهٔ غذایی مانند انتقال آرسنیک از طریق برنج در آسیا یک نگرانی مهم است (FAO, 2007d). گزینه‌های مدیریتی برای جلوگیری و کاهش آلودگی آرسنیک در غذا در دست تهیه و آزمایش است. راهبردهای مدیریت که در مناطق آلوده به آرسنیک ادامهٔ تولید برنج را امکان‌پذیر می‌سازد شامل کشت برنج در محیط هوازی و جایگزینی استفاده از آب‌های سطحی پاک یا آب‌های زیرزمینی عمیق برای جلوگیری از تجمع آرسنیک در خاک است.

شوری و زهکشی

خطرات شوری و ماندابی در محل یا خارج از محل، در اراضی آبی بسیاری از مناطق جهان مشکلی جدی شده است (Mateo-Sagasta and Burke, 2010). در مناطق خشک، برای حفظ تعادل نمک در پروفیل خاک و پایداری عملکرد محصول، آبشویی و زهکشی لازم است. لیکن خروج نمک از خاک از طریق آبشویی و زهکشیْ شوریِ آب زهکشی را افزایش می‌دهد، که ممکن است غلظت آن تا ۵۰ برابر آب آبیاری هم برسد. تخلیهٔ آب زهکش‌ها می‌تواند شوری منابع آبی را به اندازه‌ای بالا ببرد که دیگر قابل استفاده نباشند.

راه‌حل اول استفادهٔ کاراتر از آب است برای کاهش مصرف آب و حفظ تعادل نمک از طریق مقادیر آبشویی برنامه‌ریزی شده، و سپس گزینه‌های زهکشی مطرح می‌شود شامل: (۱) مدیریت آب زهکشی(۲) استفادهٔ مجدد از آب زهکشی (۳) دفع زهاب (۴) تصفیهٔ زهاب که هرکدام اثرات متفاوتی بر هیدرولوژی و کیفیت آب دارند و زمانی که بیش از یک گزینه به کار رود، بده‌بستان‌ها مجموعه‌ای از اثرات متقابل اتفاق می‌افتد.

قاب ۱۲-۴: توصیه‌هایی برای مدیریت آفت‌کش‌ها در شرایط کشت آبی

۱. آفت‌کش‌ها را بلافاصله قبل از آبیاری یا بارش باران شدید به کار نبرید.
۲. در برنامهٔ زمان‌بندی آبیاری بایستی از در نظر گرفتن آبیاری در دوره‌های پرخطر خودداری کرد (به‌ویژه جایی که از آبیاری شیاری یا بارانی استفاده می‌شود).
۳. آفت‌کش‌ها را با سایز مناسب نازل‌ها و دوز معین مصرف کنید تا از جاری شدن محلول سم از منطقهٔ هدف جلوگیری شود.
۴. تلفات خاک و رسوب در رواناب سطحی را کاهش دهید. کاهش معنی‌دار انتقال آفت‌کش‌ها از طریق رواناب می‌تواند نتیجه‌بخش باشد، به‌ویژه برای ترکیباتی مانند پاراکوات، تریفلورالین و کلرپریفوس که زیاد جذب ذرات خاک می‌شوند.
۵. با جلوگیری از به‌کاربردن آفت‌کش‌ها در سطح وسیع در یک زمان، خطر حرکت چشمگیر آن‌ها به خارج از مزرعه می‌تواند کاهش یابد به‌خصوص اگر قرار است آبیاری انجام شود یا بارندگی سنگین رخ دهد.
۶. برخی علف‌کش‌ها بسیار متحرک هستند و می‌توانند به‌سرعت به خارج از مزرعه حرکت کنند (از طریق رواناب یا با آبشویی)، خصوصاً اگر آبیاری انجام شود یا باران بیاید.
۷. آفت‌کش‌هایی که تازه مصرف شده‌اند اغلب بیشتر از آن‌هایی که از مدت‌ها قبل به خاک یا شاخ و برگ درختان چسبیده‌اند تحرک دارند.
۸. رواناب آبیاری می‌تواند حاوی میزان زیادی بقایای آفت‌کش‌ها باشد. بازچرخانی آن و جلوگیری از آبیاری بی‌رویه پس از مصرف آفت‌کش‌ها می‌تواند تلفات خارج از زمین را کاهش دهد.
۹. در جایی که رواناب آبیاری یا بارندگی به جویبارها یا زیستگاه‌های حساس در نزدیک محل تخلیه می‌شوند، باید بیشتر احتیاط شود. مدیریت آبیاری خوب به مدیریت مؤثر آفت‌کش بسیار مرتبط است.
۱۰. در خاک‌های بسیار متخلخل یا در مناطق با سفره‌های آب کم‌عمق، برای حداقل‌کردن آلودگی بالقوهٔ آب‌های زیرزمینی یا جریانات پایه در مسیل‌ها، موادی با قابلیت تحرک کمتر بایستی در نظر گرفته شود.

منبع: Simpson and Ruddle (2002)

مدیریت آب زهکشی روش اصلی کنترل شوری خاک است. سامانهٔ زهکشی باید این امکان را فراهم آورد که مقدار کمی از آب آبیاری زهکشی شده (جزء آبشویی حدود ۱۰ تا ۲۰ درصد) و به خارج از پروژهٔ آبیاری تخلیه گردد. این کار می‌تواند توسط نهرهای روباز، زهکش‌های سفالی (تنبوشه‌ها) و پمپاژ از چاه‌های گمانه انجام گیرد. انتخاب یکی از گزینه‌ها به نفوذپذیری خاک، خاک زیرین و مواد تشکیل‌دهندهٔ آبخوان، موجودی بودجهٔ سرمایه‌ای و منابع جوامع محلی برای اجرا و نگهداری و هزینهٔ انرژی برای پمپاژ بستگی دارد.

آب زهکشی شور اگر با آب شیرین مخلوط شود، می‌تواند در پایین‌دست مورداستفاده قرار گیرد. این امر نیازمند برنامه‌ریزی در مقیاس حوضه برای سازگارکردن عملیات کشاورزی و محصولات با مقدار نمک بیشتر است. در اینجا، انتخاب محصول مهم است زیرا محصولات به طور چشمگیری در تحمل شوری متفاوتند: گندم دوروم، تریتیکاله و جو نسبت به برنج یا ذرت شوری بیشتری را تحمل می‌کنند. آبیاری با آب شور می‌تواند حتی کیفیت برخی سبزیجات را بهبود

دهد، به طوری که درصد قند در گوجه فرنگی و گروه ملون‌ها (هندوانه، خربزه) می‌تواند افزایش یابد.

گزینه‌های دفع زهاب شور شامل تخلیهٔ مستقیم به رودخانه‌ها، جریان‌های سطحی، دریاچه‌ها، کویرها و اقیانوس‌ها و تخلیه به حوضچه‌های تبخیری است؛ اما این تخلیه می‌تواند در مناطق پایین‌دست مشکلات محیط‌زیستی به همراه داشته باشد. آسیب‌ها بایستی به‌دقت در نظر گرفته شود و در صورت ضرورت، اقدامات خنثی‌کننده باید انجام شود. در صورت امکان، زهکشی بایستی تنها به فصل‌های‌مرطوب محدود شود که پساب شور کمترین ضرر را دارد. تالاب‌های مصنوعی، گزینه‌ای نسبتاً کم‌هزینه برای حفظ اکوسیستم‌های آبی و آبزی‌پروری چه در پایین‌دست مناطق آبیاری و چه در حوضه‌های بسته است.

رویکردهای زمین و آب از منظر تغییر آب و هوا

کشاورزی و تغییر آب و هوا

در برخی از نظام‌های کشاورزی اصلی، رابطهٔ بین مدیریت زمین و آب و تغییر آب و هوا مشخص شده است (FAO, 2011d). عملیات مدیریت زمین و آب هم به‌شکل منفی و هم به‌شکل مثبت تأثیر زیادی بر محرک‌های تغییر آب و هوا دارد. بسیاری از عملیات حال و گذشتهٔ کشاورزی بخشی از عوامل تغییر آب و هوا می‌باشد به طوری که کشاورزی و فعالیت‌های جنگل‌زدایی مرتبط با آن مسئول یک‌سوم از کل گازهای گلخانه‌ای منتشرشدهٔ ناشی از فعالیت‌های انسانی است. هم‌زمان انتظار می‌رود تغییر آب و هوا تأثیر چشمگیری بر استفاده از زمین و آب برای کشاورزی داشته باشد (IPCC, 2007; Fischer *et al*., 2007) و سرمایه‌گذاری در راهبردهای سازگاری به منظور افزایش انعطاف‌پذیری نظام‌های کشاورزی در مواجهه با افزایش تهدیدات آب و هوایی، خصوصاً در کشورهای فقیرتر که هم اکنون با ناامنی غذایی روبرو هستند، یک اولویت جهانی می‌باشد.

مدیریت پایدار زمین و آب نه تنها انعطاف‌پذیری کشاورزی را در مواجهه با تغییرات آب و هوایی افزایش می‌دهد، بلکه بر محرک‌های تغییر آب و هوا نیز تأثیر مثبت دارد و گزینه‌های مقرون به‌صرفه‌ای را نیز برای کاهش اثرات منفی مطرح می‌کند (Tobiello *et al*., 2008). بسیاری از روش‌های مدیریتی، که تقویت‌کنندهٔ سامانه‌های تولیدند، باعث ترسیب کربن موجود در زیر یا روی زمین نیز می‌شوند و از انتشار مستقیم گازهای گلخانه‌ای می‌کاهند.

گزینه‌ها برای سازگاری[1] با تغییر آب و هوا

راهکارهای سازگاری با تغییر آب و هوا نیازمند توجه کشاورزان و سیاست‌گذاران به چالش‌های مهم زیر می‌باشد: (۱) توانایی کشاورزان در به‌کارگیری فناوری‌های جدید (یا به‌کارگیری فناوری‌های قبلی) به هنگام تغییرات آب و هوایی؛ (۲) توانایی توسعهٔ انگیزه‌های مناسب و ارائهٔ زیرساخت‌های ضروری در برنامه‌ریزی و آینده‌نگری از جانب سیاستگذاران. کشاورزان بر اساس درک خود از تغییرات آب و هوا و بدون مداخله از بالا، اقدامات انفرادی مستقل سازگارکننده انجام دهند و ممکن است سوء سازگاری[2] (مثلاً فشار برای زیر کشت بردن زمین‌های حاشیه‌ای (غیر حاصلخیز)، یا به‌کارگیری عملیات ناپایدار کاشت با افت عملکرد ناشی از تغییر آب و هوا) باعث افزایش زمینه برای تخریب زمین و آب شود و احتمالاً در آینده توانایی مقابله با خطرات رو به افزایش تغییر آب و هوا را به مخاطره اندازد. سازگاری برنامه‌ریزی‌شده شامل تغییر در سیاست‌ها، نهادها و زیرساخت‌های مربوطه خواهد بود که در درازمدت منافع راهکارهای سازگاری را

1. adaptation
2. Maladaptation

تسهیل می‌کند و به حداکثر می‌رساند.

از دیدگاه فنی، گزینه‌های سازگاری تا حد زیادی مشابه فعالیت‌هایی است که در گذشته در پاسخ به تغییرات آب و هوا ارائه شده است. به طور کلی سازگاری با تغییرات آب و هوایی نیازمند آن است که کشاورزان: (۱) مدیریت را تطبیق بدهند، (۲) ارقام زراعی هرچه مقاوم‌تر انتخاب کنند، (۳) محصولات دیگری انتخاب کنند و (۴) عملیات مدیریت آب را اصلاح نمایند و در نتیجه ترکیبی از آگاهی علمی و تجربهٔ میدانی به دست آورند. اگر روش‌های سازگاری در سطح وسیعی چه تنها و چه در ترکیب با یکدیگر پذیرفته شوند، کشاورزان می‌توانند اثرات منفی تغییر آب و هوا را خنثی نموده و از مزایای مثبت آن بهره‌مند شوند. از سوی دیگر سازگارشدن با افزایش تعداد دفعات وقایع حدی بسیار دشوارتر است، به‌ویژه در مواردی که میان رژیم‌های جدید مشابهت‌های تاریخی وجود نداشته باشد.

گزینه‌های زراعی عبارتند از: تغییر ارقام و گونه‌های زراعی در جهت افزایش مقاومت نسبت به شوک گرما و خشکی، سیلابی و شورشدن؛ سازگاری با مقادیر کود؛ تغییر در زمان‌بندی یا محل فعالیت‌ها، تنوع‌بخشی به تولیدات زراعی، کاربرد گسترده‌تر روش‌های تلفیقی مدیریت آفات؛ اصلاح و کاشت ارقام و گونه‌هایی که در برابر آفات و بیماری‌ها مقاوم‌اند؛ بهبود توانایی‌های قرنطینه و برنامه‌های پایش؛ انطباق تعداد دام و چرا با تولید مرتع و به‌خصوص کشاورزی حفاظتی از طریق بهبود در تنوع محصولات، ساختمان خاک و درصد مواد آلی که اجرای همزمان آن‌ها می‌تواند اثرات تغییر آب و هوا را کاهش داده و از نظر سازگاری با تغییرات آب و هوایی واکنش گسترده‌ای نشان دهد.

مدیریت آب در دهه‌های آتی مؤلفهٔ مهمی در سازگاری با فشارهای آب و هوایی است. پیدایش این فشارها ناشی از تغییرات در دسترسی به آب (حجم و توزیع فصلی) و تقاضای آب برای کشاورزی و سایر بخش‌های رقابتی است. روش‌های افزایش بهره‌وری مصرف آب آبیاری ممکن است همهٔ سامانه‌های تولید را به طور چشمگیری با تغییر آب و هوا سازگار کند. هم‌زمان، بهبود در عملکرد آبیاری و مدیریت آب برای اطمینان دسترسی به آب هم برای تولید غذا و هم برای نیازهای محیط‌زیستی و انسانی امری حیاتی است (FAO, 2007e, 2011d). تعدادی از روش‌ها و رویکردهای سازگاری در سطح مزرعه، شبکهٔ آبیاری و حوضهٔ آبریز به مدیریت آب کشاورزی اختصاص دارد و این رویکردها شامل موارد زیر می‌شود: تغییر در مقدار، تقویم یا فناوری آبیاری؛ آبیاری تکمیلی و بهبود روش‌های مدیریت رطوبت خاک در کشت دیم؛ به‌کارگیری قوانین‌کارامد در تخصیص آب؛ مصرف متناوب آب سطحی و زیرزمینی؛ و استفاده از اقدامات سازه‌ای و غیر سازه‌ای برای سازگاری با خشکسالی و سیلاب.

وجود داده‌های بهتر و توجه بیشتر به پایش، موجب پیش‌بینی بهتر آب و هوا خصوصاً پیش‌بینی‌های فصلی خواهد شد. پیش از این نیز فناوری‌های پیش‌بینی حتی تا حد بهینه‌سازی مصرف آب باران وجود داشته است و در برخی کشورها از نظر تجاری موجود است. برای این‌که این فناوری اثر مثبتی بر اقدامات سازگارکننده داشته باشد هنوز بایستی کارهای زیادی انجام شود تا کیفیت پیش‌بینی و برقراری ارتباط کاربردوست با آن بهبود یابد.

در سطح دولتی، راه‌حل‌ها بایستی بر توسعهٔ زیرساخت‌های جدید، سیاست‌ها و نهادها و لحاظ‌کردن تغییر آب و هوا در برنامه‌های توسعه، افزایش سرمایه‌گذاری در کنترل آب و زیرساخت‌های آبیاری و فناوری‌های مصرف دقیق آب، زیرساخت‌های مطمئن انتقال مناسب و ذخیره‌سازی آب، سازگارکردن قوانین مالکیت اراضی (ازجمله توجه به ایجاد حقوق مالکیت شفاف)، تأسیس بازارهای دردسترس و کارامد برای تولیدات و نهاده‌ها (ازجمله طرح‌های قیمتگذاری آب) و برای خدمات مالی (از جمله بیمه) متمرکز باشد.

کمک به کاهش اثرات تغییر آب و هوا

در مقابل تغییرات آب و هوایی و بازار، اقداماتی از قبیل حفاظت از منابع زمین و آب، استفادهٔ مؤثر از منابع و نهاده‌ها، کاهش ضایعات و تلفات در کشاورزی و انعطاف‌پذیرتر نمودن سامانه‌های بهره‌برداری از زمین و آب نقش دارند و همگی باید از قبل در راستای سازگاری و کاهش اثرات تلاش کرده باشند. تأثیر مدیریت پایدارتر زمین و آب می‌تواند چشمگیر باشد (قاب ۱۳-۴). برآورد شده که اگر در زمینهٔ بهبود مدیریت محصول و دام روی روش‌های بیشه‌ـزراعی، کاهش خاک‌ورزی و احیای زمین، تولید انرژی زیستی از بیومس و راهبردهای کاهش اثرات در بخش جنگل‌داری تمرکز شود، مجموع میزان دی‌اکسیدکربن کاهش‌یافته می‌تواند ۴ تا ۱۸ میلیارد تن باشد که تقریباً برای جبران انتشار گاز ناشی از بخش کشاورزی کافی است (جدول ۱-۴).

قاب۱۳-۴ :نظام‌های دامداری مناطق خشک و تغییرآب و هوا

نظام‌های دامداری ظرفیت بزرگی برای هم‌افزایی بین کاهش اثرات تغییر آب و هوا و سازگاری با آن دارد. این نظام‌ها دوسوم مساحت مناطق خشک جهان را تشکیل می‌دهند و جمعیت روستایی آن‌ها به نسبت فقیرتر از سایر نظام‌هاست. در مقایسه با سایر نظام‌های کاربری زمین، دامداری نرخ بیابان‌زایی بالاتری دارد که به شکل منفی بر تجمع کربن در خاک اثر می‌گذارد. در بخش وسیعی از مناطق خشک، مدیریت بهبودیافتهٔ مرتع و چراگاه در تجمع چشمگیر کربن و ذخیرهٔ آن مؤثر است.

چرای مدیریت‌شده راهکاری است که تأثیر آن در احیای خاک و افزایش انعطاف‌پذیری زمین همراه با ذخیره‌سازی کربن ثابت شده است. یکی از مؤثرترین راهبردها برای ترسیب کربن، کاشت گونه‌های گیاهی دائمی با ریشه‌های عمیق در زمین‌های کشاورزی از طریق تناوب‌هایی است که شامل آیش علفزار یا چمن و تلفیق گیاهان علوفه‌ای درختان و سایر گونه‌های دائمی در نظام‌های کشت است (برای مثال حفظ نظام‌های مخلوط زراعت‌ـدامداری‌ـدرخت).

روش‌های مدیریتی‌ای که به ترسیب کربن کمک می‌کنند، هم از طریق پرداخت هزینهٔ ترسیب کربن و هم از طریق منافع مشترک در قالب افزایش تولید، افزایش فرایندهای اکوسیستمی و استفادهٔ پایدار از منابع، برای خانواده‌های ساکن مناطق خشک تخریب‌شده منافع اقتصادی ایجاد می‌کنند و به این ترتیب میزان سازگاری با تغییرات آب و هوایی را افزایش می‌دهند. با آنکه هم‌اکنون پرداخت‌ها برای ترسیب کربن محدود به بازارهای داوطلبانهٔ کربن است، مذاکرات پیرامون توافقات در مورد تغییرات آب و هوایی جهانی در آینده و هم‌چنین تدوین قوانین داخلی جدید در چند کشور توسعه‌یافته ممکن است به‌زودی افزایش تقاضا برای کاهش انتشار گاز در فعالیت‌های مدیریت مراتع در کشورهای در حال توسعه را در پی داشته باشد (Lipper *et al*. 2010).

امکان‌پذیری ترسیب کربن از نظر اقتصادی در مراتع به قیمت کربن نیز بستگی دارد. هیئت بین‌الدولی تغییر اقلیم (IPCC 2007) متذکر شد که با نرخ ۲۰ دلار آمریکا برای هر تن دی‌اکسیدکربن مدیریت چراگاه‌ها و احیای اراضی تخریب‌شده ظرفیت ترسیب حدود ۳۰۰ میلیون تن دی‌اکسیدکربن را تا سال ۲۰۳۰ دارد و با نرخ ۱۰۰ دلار آمریکا برای هر تن کربن دی‌اکسیدکربن ظرفیت ترسیب کربن حدود ۱۴۰۰ میلیون تن معادل دی‌اکسیدکربن طی همان دوره وجود دارد.

کاهش انتشار متان و نیتروژن

متان و نیتروژن منتشرشده از تولیدات کشاورزی سهم زیادی از گرمایش جهان را دارد؛ بنابراین کاهش گازهای گلخانه‌ای (غیر دی‌اکسیدکربنی) بسیار مهم است. علاوه بر اقدام‌های خاص برای دامداری‌ها که از محدودهٔ این کتاب خارج است، گزینه‌ها برای کاهش گاز متان حاصل از کشت اساساً شامل بهبود سامانه‌های کارامدتر کاشت برنج، ازجمله نیاز کمتر به مصرف آب (نظیر کشت هوازی برنج که در آن از غرقابی‌کردن زمین کشت خودداری می‌شود)، تغییر کشت نشایی برنج به کشت مستقیم بذر و سیستم تولید متناوب خشک‌ـتر می‌شود (FAO, 2006c).

سامانه‌های رشد کشاورزی و تولید محصول و دام می‌توانند با انتشار N_2O از زمین‌های کود داده شده و فضولات حیوانیْ بیش از نیمی از کل انتشار گازهای گلخانه‌ای حاصل از مزارع را به خود اختصاص دهند. از آنجا که نیتروژن به مرور زمان در فضا پخش می‌شود، کاستن از آن دشوار است. روش‌های کنونی بر محور کاهش مقدار کود نیتروژن در مزارع و به حداقل رساندن فشردگی خاک (فشردگی باعث ایجاد شرایط بی‌هوازی خاک و بنابراین افزایش انتشار اکسید نیتروژن می‌شود) و نیز تغییر رژیم غذایی دام‌ها متمرکز است.

جدول ۱-۴: ظرفیت موجود برای کاهش کشاورزی و جنگل‌داری در ۲۰۳۰

	CO_2 میلیارد تن معادل
ظرفیت کاهش جهانی	**۱۵–۲۵**
ظرفیت کاهش کشاورزی	**۱/۵–۵**
کاهش گازهای غیر CO_2	(۰/۳–۱/۵)
بیشه‌زراعی	(۰/۵–۲)
افزایش ترسیب کربن خاک	(۰/۵–۱/۵)
ظرفیت برای کاهش جنگل‌ها	**۲/۵–۱۲**
تلاش برای کاهش انتشار گاز ناشی از جنگل‌زدایی و تخریب جنگل‌ها	(۱–۴)
مدیریت پایدار جنگل‌ها	(۱–۵)
احیاء جنگل‌ها *	(۰/۵–۳)
ظرفیت برای کاهش سوخت زیستی	**۰/۱–۱**
ظرفیت برای کاهش انتشار در کل بخش	**۴–۱۸**
کل انتشار گاز در بخش	**۱۳–۱۵**

* شامل جنگل‌زایی و جنگل‌کاری

منبع: FAO (2008); Tubiello and van der Velde (2010)

راهبرد مؤثر در کاهش انتشار گازهای غیردی‌اکسیدکربنی در سامانه‌های کشاورزی متراکم زراعت‌ـدامداری، نظیر سامانه‌های موجود در اروپا و شمال آمریکا، می‌تواند تغییر در رژیم غذایی انسان در راستای مصرف کمتر گوشت باشد که موجب کاهش

انتشار مستقیم گاز متان و N_2O و کاهش مصرف غله توسط دام‌ها می‌گردد. لیکن الگوهای توسعهٔ فرهنگ‌ها، سلیقه‌ها، سبک‌های زندگی و تغییرات جمعیتی عمدتاً در کشورهای در حال توسعه در جهت مخالف با تغییر اساسی در رژیم‌های غذایی است و سهم گوشت، چربی و شکر در کل غذاها رو به افزایشی چشمگیر است (Tobiello and van der Velde, 2010).

کشاورزی و جنگلداری پایدار

بسیاری از روش‌های مدیریت پایدار کشاورزی و بیشه‌زراعی، که از مدت‌ها قبل با اهداف کلی اکولوژیکی و اقتصادی توصیه شده، عمدتاً از طریق ترسیب کربن در کاهش اثرات تغییرات آب و هوایی نیز کاربرد دارد. تلفیق کاشت درختان با زراعت به‌عنوان بادشکن یا برای حفاظت از شیب‌ها یا برای تولید میوه، دانه‌ها و بیومس چوبی بخشی از رویکردهای مدیریت پایدار زمین و آب برای بهبود ذخیرهٔ آب، خاک و کاهش فرسایش محسوب می‌شود و در تثبیت کربن نیز تأثیر دارد (قاب ۱۴-۴). به‌علاوه، میکرواقلیم‌هایی که از طریق درختان و درختچه‌ها در سامانهٔ بیشه‌زراعی ایجاد می‌شود، در ترکیب با پوشش بهتر خاک، به تنظیم آب و هوا کمک می‌کند و اثرات وقایع حدی را کاهش می‌دهد (مثلاً اثر بادهای قوی را در نواحی مرطوب و خشک کاهش می‌دهد و در نواحی گرم و خشک از زمین در مقابل گرمای شدید آفتاب تند و اتلاف رطوبت محافظت می‌کند).

قاب ۱۴-۴: جنگل‌کاری توسط مردم در برزیل: واکنش به رانش زمین و سیل

بسیاری مردم از مناطق داخلی برزیل به شهرهایی مانند ریودوژانیرو مهاجرت کرده و هم‌اکنون در محله‌های فقیرنشین با خانه‌های محقر ساخته‌شده روی دامنهٔ تپه‌های شیب‌دار زندگی می‌کنند. رشد سریع این مناطق منجر به جنگل‌زدایی، فرسایش خاک و رانش زمین شده که به نوبهٔ خود موجب رسوبگذاری، جاری‌شدن سیل و افزایش پشه در مناطق مرطوب شده است. در سال ۱۹۸۶ شهرداری پروژهٔ جنگل‌کاری توسط مردم را شروع نمود که هدف آن کنترل فرسایش و کاهش خطرات مرتبط با سیل و رانش زمین از طریق جنگل‌کاری نواحی فرسایش‌پذیر شهر بود. این پروژه ساکنان را استخدام و گونه‌های درختان بومی را، که برای کنترل فرسایش مناسب هستند، معرفی می‌کند.

منبع: CDE (2010)

هم‌افزایی بین کاهش و سازش

بسیاری از راهبردهای مدیریت آب و زمین که قبلاً در مورد آن‌ها بحث شد، با کاهش اثرات تغییر آب و هوا و سازگاری با آن ارتباط دارند (Tobiello *et al.*, 2007). مثلاً کم‌خاک‌ورزی، بیشه‌زراعی و سایر «عملیات مناسب» مدیریت خاک و آبْ توانایی خاک را در حفظ رطوبت و تحمل فرسایش افزایش می‌دهد، هم‌چنین با غنای تنوع زیستی گونه‌های اکوسیستم و استقرار سامانه‌های کشت متنوع‌تر، بازدهی و پایداری منابع بهبود می‌یابد و انعطاف‌پذیری و ثبات طولانی‌مدت را در سامانه‌های کشت در مواجهه با تغییرات آب و هوا افزایش می‌دهد و به سامانه‌های کشت برای تحمل خشکسالی‌ها و سیل‌های ناشی از تغییرات آب و هوایی کمک می‌کند (سازگاری)، و هم‌چنین به ترسیب کربن خاک نیز کمک می‌کند

(کاهش اثرات). قاب ۱۵-۴ نشان می‌دهد که در سرمایه‌گذاری در کشاورزی پایدار، رستنی‌های تثبیت‌کنندهٔ شن چگونه از کشتزارها در برابر فرسایش (سازگاری) محافظت کرده و کربن را نیز تثبیت می‌کند (کاهش اثرات). و همین‌طور جلوگیری از جنگل‌زدایی و بهبود روش‌های حفاظت و مدیریت جنگل نه تنها منجر به ایجاد اکوسیستم‌های سالم‌تر و انعطاف‌پذیرتر می‌شود، بلکه در سازگاری و کاهش تغییرات آب و هوایی هم اثرات مهمی دارد.

قاب ۱۵-۴: پوشش‌های گیاهی تثبیت‌کنندهٔ شن در برابر فرسایش بادی در استان گانسوی چین

موانع گیاهی

اراضی شمال چین دچار بیابان‌زایی شدیدند که موجب خسارت‌های اقتصادی به کشاورزی در مناطق خشک و هم‌چنین وارد آمدن صدماتی به خطوط آهن می‌شود. بخش راه‌آهن بودجه‌ای به ساخت بادشکن زنده تخصیص داد. این بادشکن‌ها شامل کاشت بوته‌ها و درخت‌های بلندی است که قابلیت نفوذ ریشه‌شان برای شرایط شنی و خشک مناسب است. این کار به حفاظت از مزارع و زیرساخت‌ها در مقابل شن‌های روان کمک می‌کند.

منبع: CDE (2010) عکس: Yang Zihui

چشم‌انداز اجرایی

در برخی مناطق افزایش فشارها بر منابع خاک و آب، محدودیت‌های شدیدی را بر اقدامات لازم برای افزایش تولیدات کشاورزی متناسب با نیازهای غذایی پیش‌بینی‌شده وارد می‌کند. این‌گونه نظام‌های تولیدی «در معرض خطر» بوده و در جایی‌که این شرایط هم‌اکنون وجود دارد و یا انتظار وجود آن می‌رود لازم است اقدامات اصلاحی مناسبی صورت گیرد. اقدامات مدیریتی اصلاحی نه‌تنها دربرگیرندهٔ گزینه‌های فنی برای ترویج کشاورزی متراکم پایدار و کاهش خطراتِ توصیف‌شده در این فصل است، بلکه بایستی شرایط را به گونه‌ای فراهم کند که بتواند مکانیسم‌های نهادی‌ای را که موجبِ ناکارامدی، نابرابری اجتماعی و تخریب منابع و مانع تبادل اطلاعات و تحقیقات (همان‌گونه که در دیگر فصل‌های گزارش وضعیت جهانی منابع زمین و آب بحث شده) می‌شود، حذف کند (قاب ۱۶-۴ را ببینید).

قاب ۱۶-۴: گسترش موفقیت‌آمیز آبیاری خصوصی در نیجریه

در نیجریه کشاورزی سنتی در سطح کوچک و با استفاده از روش‌های سادهٔ کشیدن آب از چاه (سطل و شادوف) به مدت زیادی رایج بود، اما ورود پمپ‌ها منجر به توسعهٔ سریع کشت و رشد آن شده است. تا سال ۲۰۰۶ اراضی آبی خصوصی در سطوح کوچک حدود ۱۶۰۰۰ هکتار بود. قطعات زمین عموماً کمتر از یک هکتار (معمولاً ۰/۱ تا ۰/۷۵ هکتار) هستند. بیشترین تولیدات، محصولات باغی برای عرضه به بازار است. در برخی مناطق تولیدکنندگان محصول خاصی کشت می‌کنند (پیاز، فلفل، سیر، گوجه‌فرنگی). تقاضا برای محصول برای مصارف داخلی و صادرات زیاد است.

در سال ۱۹۹۶، دولت تصمیم گرفت که از رشد آبیاری خصوصی درسطح کوچک حمایت کند و پیگیر تأسیس یک انجمن مرکزی برای امور آبیاری خصوصی شد. با پشتیبانی پروژه، انجمن به کشاورزان کمک کرد که فناوری جدید را به دست آورند (معمولاً پمپ‌های پدالی[1]) و تغییراتی در الگوی کشت و عملیات به‌زراعی ایجاد کنند. مجموعه‌ای از پیشه‌های صنعتی شامل حفار و تکنیسین چاه، سازندگان پمپ و تعمیرکاران به وجود آمده است. ارائهٔ کمک‌های مالی خرد دردسترس و خدمات مشاوره‌ای کشاورزی بخش خصوصی و عرضهٔ نهاده‌های کشاورزی رونق یافته است. درآمد خالص سالانهٔ کشاورزان از ۱۵۹ دلار آمریکا به ۵۶۰ دلار افزایش یافت (در کشوری که درآمد متوسط سرانهٔ سالانه‌اش حدود ۶۰ دلار است). توزیع منافع زیاد است: بیش از ۲۶۰۰۰ خانواده فقیر از این برنامه بهره‌مند شده‌اند. این برنامه نقش مثبتی در رشد صادرات و درآمد خانوار و کاهش فقر داشته است.

منبع: بانک جهانی (۲۰۰۸)

1. Treadle pumps

فصل پنجم
پاسخ‌های نهادی برای مدیریت پایدار زمین و آب

نظام‌های اصلی تولید غذا آن‌چنان در معرض تخریب است که امنیت غذایی جهان را به خطر انداخته است. در این نظام‌ها، لازم است زمین‌های دارای ظرفیت متوسط به بالا فوراً با روش‌های مدیریت زمین و آب بهبود یابند، تا روند تخریب معکوس گردیده و سطوح بازدهی آن‌ها حفظ شود. در مناطق اصلی تولید غذا در جهان، سازگاری با تغییرات آب و هوایی نیز امری حیاتی خواهد بود. با توجه به این روندها، چه راه‌هایی را می‌توان برای رسیدن به کشاورزی متمرکز پایدارتر برگزید؟

توجه به نظام‌های درمعرض خطر در بعضی کشورها و مناطق در اولویت خواهد بود؛ اما فراتر از این، لازم است مدیریت پایدار زمین و آب در برنامه‌های ملی منعکس شود. در این فصل، با توجه به شرایط فعلی زمین و آب و

شرایطی که برای آن‌ها پیش‌بینی‌شده، چگونگی اجرای این برنامه‌های مدیریتی مشخص می‌شود. هم‌چنین در این فصل می‌بینیم که چطور نهادهای ملی می‌توانند به گونه‌ای توانمند شوند که حق استفاده از منابع را برای خود حفظ کنند، در همکاری با بهره‌برداران دانش و فناوری را با وضع موجود هماهنگ کنند و سازوکارهای برنامه‌ریزی و مدیریت منابع زمین و آب را به‌طور کارامد انتقال دهند.

فضای سیاست کلان آب و زمین

زمینه‌های کلان

ما نیاز به فرآیندهای برنامه‌ریزی و روش‌های اجرایی متمایزی داریم که بتوان آن‌ها را در انواع نظام‌های در معرض خطر به کار بست. اینکه تا چه حد می‌توان این فرآیندها و روش‌های مدیریت زمین و آب را برای رسیدن به خروجی‌های محیط‌زیستی مطلوب به طور یکنواخت با یکدیگر تلفیق کرد، به دو عامل بستگی دارد. عامل اول فوریت حل مشکل محیط‌زیستی است و میزانی از توجه سیاسی که به خود جلب کرده است. عامل دوم میزان قابلیت و توانایی تشکیلات نهادی در پرداختن به دغدغه‌های مرتبط با منفعت عمومی جامعه است. در عمل ثابت شده که توسعه و پایداری حکمرانی بر منابع طبیعی (از نهادهای ملی گرفته تا مدیریت محلی زمین و آب) به نحوی‌که منافع اجتماعی و اقتصادی عموم مردم حفظ شده و روندهای محیط‌زیستی وارونه شود، با مشکل روبرو است. مقصر این امر عمدتاً نهادهای (خصوصی و دولتی) تصمیم‌گیرنده در استفاده از زمین و آب‌اند.

کشاورزان و سیاست‌گذاران کشاورزی، در انتخاب روش‌های جایگزین برای مدیریت منابع طبیعی تحت فشار هستند. انتخاب راهی پایدار به مقیاس تصمیم‌گیری بستگی دارد. در سطح محلی، معیشت و سازگاری با اکوسیستم الگوهای مصرف را مشخص می‌نماید. در سطح منطقه‌ای (ناحیه یا زیرحوضه)، ملاحظات برنامه‌ریزی زمین و آب و نظارت محیط‌زیستی در تنظیم ضوابط و حدود توسعهٔ کشاورزی دخالت دارد. در سطح ملی، اهداف سیاستی توسعهٔ اقتصادی، امنیت غذایی، کاهش فقر و حفاظت از طبیعت عوامل مهمی هستند. در سطح جهانی، رشد و برابری در کشورهای در حال توسعه همراه با ضرورت حفاظت منابع مشترک جهان شامل آب‌های شیرین در حوضه‌های آبریز بین‌مرزی، پوشش جنگلی، محیط‌زیست دریایی، آب و هوا و تنوع زیستی دغدغه‌های اصلی‌اند.

از دیدگاه برنامه‌ریزی متوازن[1]، اولویت‌بندی با چهار ملاحظهٔ اصلی انجام می‌گیرد. اول اینکه باید در ارتباط با اهداف توسعهٔ ملی برای رشد پایدار، عادلانه و کارآمدْ اولویت‌ها شفاف باشند. احتمال دارد در کشورهایی با درآمد کم تا متوسط اولویت با فقرا باشد و هدف امنیت غذایی محلی باشد. هم‌چنین ممکن است رشد هدفمند در بخش روستایی یا کالاها (غذا، الیاف) یا اهداف اقتصادی‌ـاجتماعی مانند کاهش فقر در گروه‌های حاشیه‌ای یا جلوگیری از تنش برسر زمین و آب، اولویت‌ها را تعیین کند. دوم اینکه سرمایه‌گذاری‌ها باید بالاترین میزان هزینه‌ـفایده را تأمین کنند. سوم اینکه انتخاب‌ها بایستی به گونه‌ای باشند که در زمینهٔ کاهش اثرات تغییر آب و هوا و سازگاری با آن بیشترین پیشرفت اکولوژیکی را ایجاد کنند. و چهارم اینکه اولویت‌ها باید با توجه به واقعیت‌های اقتصادی‌ـاجتماعی و سیاسی ملی و محلی عملی باشند، یا حداقل امکان اصلاح ساختار انگیزشی را به‌گونه‌ای فراهم آورند که ذی‌نفعان محلی ترغیب شوند راه و رسمی پایدار را در پیش بگیرند.

رابطه‌ی متقابل بین توسعه و حفاظت، بین کشاورزی تجاری و تولید کالای اساسی، بین رشد اقتصادی و توزیع درآمد، و بین شهر و روستا اجتناب‌ناپذیر است. ضروری است که تجزیه و تحلیل‌ها شفاف باشد و در جایی که معیشت مردم و بازده کشاورزی در معرض خطر است تصمیمات با توجه به منافع عمومی گرفته شود.

1. neutral planning

نقش سرمایه‌گذاری دولتی

از لحاظ سیاسی، سرمایه‌گذاری دولتی در بخش تحقیق و توسعه، در انتقال فناوری و نیز در زیرساخت‌های زمین و آب و جاده مردم‌پسندترین و کارامدترین روشی است که دولت‌ها برای ترویج مدیریت پایدار زمین و آب می‌توانند در پیش بگیرند. یکی از نقش‌های کلیدی دولتْ سرمایه‌گذاری در برنامه‌های پایلوت است که نشان از فناوری و اقتصاد کشاورزی پایدار دارد. این موضوع در برنامهٔ EMBRAPA[1] که مروج کشاورزی حفاظتی بود به کار گرفته شد و نشان داد چطور این نوع کشاورزی هم می‌تواند مانند کشاورزی تجاری سودآور باشد. هم‌چنین دولت‌ها می‌توانند از طریق خدمات کشاورزی هوشمندانه‌تر از نهادهای کشاورزـمحور پشتیبانی کنند. امروزه خدمات مشاوره‌ای به کشاورزان ممکن است شامل طیف وسیع‌تری از اطلاعات «نطلبیده[2]» و حتی خدمات اعتباری از طریق فناوری سیار باشد. در مناطق روستایی هند، علاوه بر ترویج تولیدات سنجش از دور همزمان، کیوسک‌های اطلاعاتی نیز بر اساس مدل دستگاه‌های خودپرداز به بهره‌برداری آزمایشی رسیده‌اند. این نوع نوآوری‌ها فراتر از «خدمات ترویجی» متداولی است که به دستِ اداره‌های کشاورزی و توسعهٔ روستایی اجرا می‌شود.

ایجاد انگیزه برای مدیریت پایدار زمین و آب

برای ترویج یا محدود کردن تولیدات کشاورزی انگیزه‌ها معمولاً از طریق نظام مالیاتی، یارانه به ورودی‌های نظام کشاورزی، حمایت قیمت‌ها، اقدام‌های نظارتی، سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها (مانند فناوری‌های صرفه‌جویی آب) و اقدام‌های دیگر مانند ترویج یا توسعهٔ بازار محصول ایجاد می‌شود. سیاست‌هایی که بر قیمت تولید یا مصرف اثر می‌گذارد نظیر سیاست‌های تجاری‌ای که صادرات را ممنوع و برای واردات تعرفه وضع می‌کند نیز می‌تواند به‌سرعت تقاضای جدیدی برای تولیدات کشاورزی ایجاد کرده و مستقیماً به تصمیمات مربوط به استفاده از زمین و آب جهت بدهد.

ضروری است ناهنجاری‌های موجود در ساختارهای انگیزشی کنونی را که باعث ضعف در مدیریت پایدار زمین و آب می‌شود از میان برداریم. قیمت پایین انرژی که موجب برداشت بی‌رویه از آب زیرزمینی می‌شود مثالی برای این موضوع است. معمولاً دولت‌ها قیمت انرژی را کنترل می‌کنند. بالابردن قیمت انرژی تا حد برابری با هزینهٔ تولید آن هزینهٔ پمپاژ آب زیرزمینی را افزایش می‌دهد و اضافه برداشت را تعدیل می‌نماید. لیکن از نظر سیاسی، افزایش قیمت و ایجاد تغییر در یک ساختار انگیزشی نابهنجار ممکن است خوشایند نباشد. دولت‌ها اغلب ترجیح می‌دهند بگذارند یارانه‌ها از طریق تأثیر نامحسوس بر تورم به‌تدریج کاهش یابند، تا این‌که قیمت کالاهایی را که از نظر سیاسی حساس هستند بالا ببرند. البته ممکن است مدیریت اثرات تکانه‌های وارده دشوار باشد. افزایش قیمت انرژی هزینهٔ حمل و نقل را بالا می‌برد و این افزایش قیمت همه‌چیز را برای مصرف‌کننده به دنبال دارد. تولید محصولات کشاورزی با هزینهٔ بالاتر، هزینهٔ غذا را افزایش می‌دهد و درآمد کشاورزان فقیر را کم می‌کند؛ بنابراین تجدیدنظر در ساختار انگیزشی بایستی به‌دقت و در قالب استراتژی اقتصادی و سیاسی شفاف طراحی و مدیریت شود. مشکل دیگر این تغییرات اثرات آن‌ها بر درآمد خانوارها و اقتصاد روستایی است که ممکن است وابسته به منافع حاصله از ساختار انگیزشی موجود باشد. افزایش قیمت انرژی یارانه‌ای ممکن است موجب صرفه‌جویی در مصرف آب شود اما درآمد حاصله از زمین‌ها و میزان اشتغال را نیز کاهش خواهد داد. این خطرات بر ضرورت اصلاح متعادل ساختار انگیزشی نابهنجار با استفاده از انگیزه‌های مثبت و در عینِ حفظ درآمد مزرعه تأکید دارد.

1. Empresa Brasileina Pesquisa Agropecuaria
2. information push

برای کشاورزان فقیری که در حاشیه زندگی می‌کنند، هر نوع تغییر، ازجمله به کار گرفتن فناوری‌های مناسب، می‌تواند تهدیدی محسوب شود. همین امر دربارهٔ کشاورزان اراضی فاریاب نیز صدق می‌کند، که تشویق‌شان می‌کنند مدیریت دارایی‌های عمومی را بر عهده بگیرند، دارایی‌هایی که پیش‌تر بهره‌برداری از آن‌ها و نگهداری‌شان به دست ادارات دولتی بوده است. تغییر بایستی منافع ملموسی داشته باشد. بدیهی است هر ساختار انگیزشی بایستی ترکیبی باشد از حفظ اکوسیستم، استفادهٔ منسجم از منابع طبیعی و اهداف معیشتی، با نگاهی به اثرات مرتبط با فقر. طراحی ساختاری که بتواند به اهداف چندگانه دست یابد نیازمند مطالعه دقیق است و بالطبع درگیرِ روابط متقابل این اهداف نیز می‌شود.

مدیریت اثرات جانبی

ممکن است انگیزه‌ای برای تغییر شیوهٔ مدیریت زمین و آب به عملیاتی پر بازده‌تر و پایدارتر وجود نداشته باشد. یک دلیل آن وجود اثرات جانبی است. مثلاً هزینه‌های مدیریت ضعیف زمین و آب ممکن است به‌صورت رسوب‌گذاری در سدی در پایین‌دست پدیدار شود، یا کشاورز منافع تغییر روش‌های معمول به روش‌های جایگزین را حس ننماید، اما برای همسایگان او در سطح محلی (برای مثال کاهش اضافه برداشت آب زیرزمینی)، یا در سطح حوضه (کاهش بار آلودگی)، یا در سطح ملی (کاهش بیابان‌زایی یا گرد و غبار اتمسفر)، یا حتی در سطح جهانی (حفاظت بیشتر از تنوع زیستی یا حفظ ارزش‌های چشم‌انداز فرهنگی یا کاهش انتشار کربن) این منافع محسوس باشد. منطق کشاورز بر اساس گذران معیشت خود است و بعید است به خاطر منافع عمومی رفتار خود را تغییر دهد، مگر آنکه روش‌های جایگزین آشکارا بر معیشتش (ازجمله سلامت خانوار) اثرگذار باشد.

بنابراین یکی از چالش‌های اصلی در کشاورزی متراکم با تأکید بر حفظ اکولوژی، طراحی چارچوبی انگیزشی است که بتواند آثار جانبی را نیز در خود جای دهد (درونی کند[1]) و بدین‌وسیله «منافع نامتقارن[2]» بین ذی‌نفعان را اصلاح کند. در این چارچوب، ضرورتاً بایستی این عدم تقارن رفع شود، هم در حالتی که کشاورز منافع را کسب می‌کند و هزینه‌ها بر ذی‌نفعان دورتر تحمیل می‌شود، و هم در حالتی که اقدامات اصلاحی صورت گرفته (برای مثال مدیریت حوضهٔ آبریز) به نحوی است که ممکن است کشاورز هزینه کند و ذی‌نفعان دورتر (مثلاً ساکنان شهرهای پایین‌دست) سودش را ببرند. افزون بر آن، در چارچوب انگیزشی بایستی این حقیقت در نظر گرفته شود که افق زمانی سرمایه‌گذاری متفاوت است ـ زیرا سرمایه‌گذاری در اقدامات اصلاحی ممکن است برای کشاورزان منافعی به همراه داشته باشد، اما این منافع بعد از گذشت چند سال بدست آید و کشاورزان خرده‌پا نتوانند برای سیر کردن شکم خانواده‌هایشان صبر کنند (مثلاً در تراس‌بندی زمین‌ها یا کاشت درخت).

در برخی موارد افزایش بهره‌وری زمین امکان‌پذیر است، به نحوی که مشکل کشاورزان و منافع عمومی را تأمین کند، مثلاً استفاده از روش‌های تلفیقی مانند کشاورزی حفاظتی یا بیشه‌زراعی یا مدیریت بهتر در امر آبیاری و زهکشی. هم‌چنین ممکن است بین کشاورزی متراکم و منافع عمومی تناقضی وجود داشته باشد، مانند افزایش مصرف مواد شیمیایی. طراحی چارچوب انگیزشی باید به گونه‌ای باشد که تناقض بین منافع کشاورز و منافع عمومی را حل و فصل کند.

یکی از راه‌های اصلاح عدم تقارن منافعْ حفظ رطوبت خاک است، که طول دورهٔ رشد گیاه را بدون وارد آوردن تنش رطوبتی به آن افزایش می‌دهد، اما ممکن است برای کشاورزان به دلیل هزینهٔ بالای سرمایه‌گذاری و تأخیر در سوددهی جذاب نباشد. مثلاً تراس‌بندی اگرچه منافع طولانی‌مدت چشم‌گیری دارد ولی چه از نظر نیروی کار و چه از نظر مصالح

1. Internalize
2. Asymmetry of interest

به سرمایه‌گذاری اولیه نیاز دارد. لیکن سرمایه‌گذاری در حفظ رطوبت خاک ممکن است منافعی هم برای پایین‌دست به همراه داشته باشد. در پرداخت خدمات محیط‌زیستی سازوکارهایی ایجاد شده که از آن طریقْ کشاورزانِ اراضی بالادست به خاطر مشارکت در فراهم آوردن کیفیت و کمیت مطلوب آب در پایین‌دست پاداش می‌گیرند.

این موضوع می‌تواند به ترسیب کربن در خاک نیز تعمیم داده شود. بازگرداندن کربن به خاک بهره‌وری کشاورزی را افزایش می‌دهد. کشاورزان انگیزهٔ سرمایه‌گذاری در این امر را دارند، اما ممکن است به این نتیجه برسند که سود این نوع کشاورزی دیرتر عایدشان می‌شود و سوددهی کوتاه‌مدت آن کمتر از روش‌هایی است که حفاظت کمتری برای خاک ایجاد می‌کنند. لیکن باز گردانیدن کربن به خاک در بهبود بیلان کربن در کشاورزی نقش دارد. بسیاری از اشکال ترسیب کربن در خاک که در نتیجهٔ کشاورزی رخ می‌دهند، جزو روش‌های کم‌هزینه برای کاهش اثرات تغییر اقلیم‌اند. این روش‌ها را می‌توان به‌سادگی با طیف وسیعی از فناوری‌های تجربه‌شدهٔ مدیریت زمین و آب اجرا کرد. پس حمایت از کشاورزانی که روی کربن خاک سرمایه‌گذاری می‌کنند توجیه منطقی دارد.

بنابراین پرداخت خدمات محیط‌زیستی بر پذیرش این واقعیت استوار است که شیوه‌ای که یک گروه از ذی‌نفعان به کار می‌گیرند به سایر ذی‌نفعان چه در پایین‌دست (کنترل فرسایش و آلودگی حوضه‌ها) یا در سطح جهانی (تجزیهٔ کربن، حفظ تنوع زیستی) نیز سود می‌رساند. می‌توان از پرداخت خدمات محیط‌زیستی برای رواج بهره‌گیری از نظام‌های پایدارتر زمین و آب و افزایش پایداری اقتصادی نظام‌های مدیریتی استفاده کرد. جدول ۱–۵ ذی‌نفعان روش‌های گفته‌شده را (در محل یا خارج از محل) نشان می‌دهد ـ این گام اول در به رسمیت شناختن خدمات محیط‌زیستی است.

ارزش‌گذاری منافع و هزینه‌ها و چگونگی توزیع آن‌ها

در تنظیم ساختار انگیزشی، برای جبران اثرات جانبی و عدم تقارن منافع، لازم است در توجیه اثرات آن‌ها روشی برای محاسبهٔ هزینه‌ها، منافع و توزیع آن‌ها و نیز مکانیسمی برای کنترل خروجی‌ها اتخاذ شود. لیکن روش‌های موجود ضعیف‌اند (قاب ۱–۵). توسعهٔ روش‌های فنی و اقتصادی مورد قبول عموم کار بیشتری می‌طلبد، تا بتوانیم هزینه‌های روابط مستقیم را محاسبه و برآورد کنیم، روابطی مانند رابطهٔ بین از دست رفتن خاک با میزان تولید نهایی و هم‌چنین رابطهٔ بین هزینه و سود اقداماتی که علیه تخریب داخل اکوسیستم انجام می‌شود (FAO, 2006d).

جدول ۱-۵: روندهای نشان‌دهنده‌ی توزیع هزینه‌ها و منافع فناوری‌ها یا روش‌های مختلف

توضیحات	منافع خارج از محل*	منافع در محل*	بلند مدت	کوتاه مدت	فناوری یا عملیات
در کشاورزی حفاظتی شاید هزینه‌های اولیه نسبتاً کم باشد. چون از ابزارهای دستی استفاده می‌شود، و به بذر برای گیاهان جدید و گیاهان پوششی نیاز است. اما دسترسی به این ابزارها و بذرها و استطاعت تهیهٔ آن‌ها می‌تواند مانع بزرگی خصوصاً بر سر راه صاحبان اراضی کوچک باشد.	+	++	++	+/−	کشاورزی حفاظتی
درون‌داد اضافی نسبتاً کم به شکل کودهای آلی یا معدنی می‌تواند اثر قابل توجهی بر تولید محصولات داشته باشد، بنابراین این فناوری می‌تواند به‌تدریج معرفی شود و امکان مدیریت ریسک و آزمودن آن را فراهم سازد. با این حال میزان سوددهی به قیمت محصول بستگی دارد.	++	+	+++	++	مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک
مدیریت تلفیقی آفات و کنترل آلودگی از طریق آفت‌کش‌ها نیاز به مهارت‌های تخصصی دارد و ممکن است خیلی زود بهره‌برداران را جذب خود نکند. منافع آن شامل حال بهره‌برداران در مزارع و در پایین‌دست هم می‌شود.	++	+/−	+++	+	کنترل آلودگی/ مدیریت تلفیقی آفات
کنترل و محدود کردن برداشت آب زیرزمینی به این معنی است که تمام بهره‌برداران از آبخوان مشترک کمتر پمپاژ کنند. اثرات کوتاه‌مدت آن بر هر یک از مزرعه‌داران منفی است، درحالی‌که اثرات بلندمدت آن بر جامعه مثبت است. چنین روش‌هایی به آگاهی کامل از مکانیسم‌های تغذیهٔ سفره‌ها و مدیریت قوی جامعه محلی نیاز دارد.	+	−	+	−	پایش آب زیرزمینی و کنترل برداشت
ایجاد نهالستان و توزیع نهال در سطح جامعه و حوضه آبریز و نیز هزینه‌های انفرادی و جمعی حفاظت از درختان در مقابل دام‌ها و آتش‌سوزی. گیاه‌کاری نواری می‌تواند روشی کم‌هزینه برای کشت روی خطوط تراز باشد که رواناب را کاهش داده یا از آن به‌عنوان بادگیر استفاده می‌شود. اثرات آن مشابه سدهای سازه‌ای است و به نیروی کارگری نیاز دارد، اما هزینهٔ سرمایه‌گذاری کل کمتر است.	+	+/−	+++	+	بیشه‌زراعی، گیاه‌کاری نواری
اقدامات سازه‌ای مانند تراس‌بندی یا سنگ‌چینی نیازمند سرمایه‌گذاری اولیهٔ بالا در مصالح و نیروی کار است. ممکن است به‌کارگیری این روش‌ها روی زمین‌های شیب‌دار و در شرایط خشک بسیار مؤثر باشد، اما اغلب نیازمند حمایت مالی و مصالح اولیه است.	+/−	+	+++	+/−	موانع سازه‌ای

راهنما: مثبت زمانی است که منافع بیش از هزینه‌ها است و منفی بالعکس.

* منافعِ در محل یعنی زمانی که کشاورز از تغییرات اعمال‌شده سود می‌برد و منافعِ خارج از محل زمانی است که سایرین از تغییرات سود می‌برند.

قاب ۱-۵: محاسبهٔ هزینهٔ تخریب زمین

در پی ارزیابی جهانی اولیه از تخریب خاک (GLASOD)، طی سال‌های ۱۹۹۰-۱۹۸۷، بحثی پیرامون هزینهٔ تخریب زمین درگرفت. پیش از این نیز ادعا می‌شد که فرسایش خاک بزرگترین تهدید محیط‌زیستی برای کشاورزی پایدار و ظرفیت تولید در کشاورزی است. در طول ۴۰ سال اخیر تقریباً یک‌سوم زمین‌های قابل کشت جهان به علت فرسایش از بین رفته و این پدیده با نرخ بیش از ده میلیون هکتار در سال ادامه دارد. با اضافه شدن ربع میلیون نفر به جمعیت جهان در هرروز، نیاز به غذا در حال افزایش است درحالی‌که سرانهٔ تولید غذا شروع به کاهش است، (Pimentel *et al*., 1995).

مطالعه‌ای جدیدتر پیرامون فرسایش خاک و امنیت غذایی (den Biggelaar *et al*., 2003) عنوان کرد که «برآورد می‌شود که تلفات تولید برای انواع محصولات و خاک‌ها و نیز برای مناطق مختلف متفاوت است، اما با این فرض که روش‌های کشاورزان تغییر نکند در سطح جهان به‌طور متوسط حدود ۰/۳ درصد در سال است؛ بنابراین کاستن از تلفات تولید با جلوگیری از فرسایش خاک، منافع دراز مدتی در دستیابی به امنیت غذایی به‌ویژه در کشورهای در حال توسعهٔ مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری خواهد داشت».

لیکن برای اندازه‌گیری هزینهٔ واقعی خسارت در تولید روش شفافی وجود ندارد، زیرا رابطهٔ ثابتی که به‌صورت تجربی نشان داده شده باشد بین تلفات خاک و میزان تولید وجود ندارد (Eswaran *et al*., 2003). به‌علاوه، در اغلب مطالعات تنها هزینه‌های فرسایش خاک برآورد شده و هزینه‌های تخریب زمین، که ممکن است با احتساب خسارت به بیومس، آب و تنوع زیستی بسیار بیشتر باشد، در نظر گرفته نمی‌شود. هیچ هزینه مورد قبولی برای سایر خدمات اکوسیستم وجود ندارد، یا برآوردهای بسیار متفاوتی از آن وجود دارد، مثلاً قیمت کربن با نسبت ۱:۱۰ اختلاف زیادی در بازارهای مختلف کربن دارد. تا زمانی که هزینهٔ محیط‌زیستی (تلفات کربن، کاهش منابع آب و خسارت خدمات فرهنگی) به‌درستی ارزیابی نشود، ارزیابی‌های اقتصادی هزینه‌ها را تا حد زیادی کمتر ازآنچه هست برآورد می‌کنند. به رویکردهای توسعه‌یافته برای ارزیابی رابطه تلفات خاک با میزان تولید و نیز روش‌های همه‌پسند برای ارزش‌گذاری خدمات و کالاهای اکوسیستم نیاز است. تا زمانی که این‌ها حاصل نشود، در برآورد دقیق هزینهٔ حقیقی جهانی و ملی تخریب زمین هیچ پیشرفتی حاصل نخواهد شد.

منبع: Nachtergaele *et al*. (2006d)

اطمینان از دسترسی به منابع زمین و آب

نیاز به مالکیت باثبات و فراگیر زمین

انتظار می‌رود تا سال ۲۰۵۰ سرانهٔ زمین در کشورهای کم درآمد نصف شود و این ما را ناگزیر از ایجاد زمین‌های جدید برای کشاورزی می‌کند. اگرچه به لحاظ نظری زمین مناسب برای کشت زیاد است ولی تقریباً تمام این اراضی یا برای تولیدات اقتصادی به کار می‌رود یا خدمات اکوسیستمی ضروری را برای مناطق محلی و بیوسفر تأمین می‌کند. به‌علاوه، در مناطقی که احتمالاً در آن‌ها نیاز بیشتری به زمین وجود دارد دسترسی به زمین کمتر است. با وجود این برخی برآوردها حاکی از آن است که ممکن است تا سال ۲۰۵۰، ۱۲۰ میلیون هکتار دیگر به زمین‌های کشاورزی افزوده خواهد شد.

از نقطه نظر سیاست‌های جهانی و ملی، گسترش سطح زیر کشت بایستی با کاربری فعلی زمین و نیاز به حفظ کارکردهای اکوسیستمی موجود آن، حفاظت از ذخایر ژنتیکی و افزایش ذخیرهٔ کربن خاک در توازن باشد. گسترش سطح زیر کشت باید حاصل تصمیم سیاست‌های ملی مستدل و و با توافق همه باشد و البته در جایی که لازم است با دخالت جامعهٔ جهانی صورت گیرد. از پیش‌نیازهای این امر ارزیابی دقیق محدودیت‌ها و خطرات کاربری‌های جایگزین زمین است.

وقتی بر اساس سیاست تعیین شده تصمیم بر این شد که سطح زیر کشت گسترش یابد، چگونه باید از زمین جدید استفادهٔ بهینه کرد؟ نخست آنکه در آن شرایط راهبردهایی که برای مدیریت منظم تنش‌های وارده به زمین در پیش گرفته می‌شوند اهمیت فزاینده‌ای دارند. این امر نیازمند نهادهایی کارا بخصوص در مدیریت مالکیت زمین است. دوم آنکه نیاز به حمایت نهادی و سیاستی وجود دارد، تا هنگام تغییر کاربری زمین بر استفاده از زمین و آب نظارت مناسبی شود، و بدین‌ترتیب یکپارچگی نظام تولید پایدار و دوستدار اکوسیستم حفظ گردد. نیاز به چارچوب‌هایی نظارتی و انگیزشی وجود دارد که توسعهٔ مدیریت‌شده و کشاورزی پایدار را ترویج می‌کنند. به انتقال دانش و فناوری، خدمات مشاورهٔ کشاورز، دسترسی به سرمایه و اعتبار و توسعهٔ بازار نیاز است. درنهایت ضروری است نظام تولید پایدار و سودآور بوده و با رویکردها و اصول مدیریت پایدار زمین و آب سازگار باشد. کشاورزی باید بده بستان‌ها را به حداقل برساند و از میزان خسارت به خدمات اکوسیستم بکاهد. پایش و ارزیابی مشارکتی در تصمیم‌گیری‌ها مفید خواهد بود.

درکشاورزی پایدار لازم است تمامیت منابع اساسی در بلندمدت برای بهره‌برداران از منابع زمین و آب مهم باشد تا آیندهٔ تولید تضمین شود. در بسیاری کشورها نظام‌های حقوق مالکیت فردی یا اجاره‌داری درازمدت متضمن این امرند؛ اما بدیهی است درجایی که حقوق مشاع به‌خوبی تعریف نشده و قانون از آن حمایت نمی‌کند، ممکن است نیازها به هر نحو ممکن تأمین شود. اغلب از دو گزینه استفاده می‌شود. یکی کمک به نظام‌های مالکیت اراضی مشاع برای سازگاری با این شرایط (مثلاً با به رسمیت شناختن این نظام‌ها در قانون و حفاظت قانون از آن‌ها، تعیین حدود زمین‌ها و تقویت ظرفیت نهادی زمین‌داران برای خودگردانی و خودنظارتی). این گزینه در آفریقای جنوبی، غنا، هند و برزیل اجرا شده است. گزینهٔ دیگر ایجاد تغییرات نهادی و قانونی است، تا بتوان عادلانه حقوق مشاع را به حقوق مالکیت فردی رسمی تبدیل کرد. قطعات زمین متعلق به افراد که درون مناطق مشاع قرار دارند می‌توانند تحت حقوق مالکیت فردی قرار گیرند. قوانین زمین در برخی کشورها نظیر موزامبیک و تانزانیا امکان چنین تغییراتی را با توافق همه فراهم می‌کنند.

رونق بازار خرید و فروش زمین می‌تواند به مدیریت کاربری رقابتی و کنترل کمبود زمین کمک کند. ثابت شده که رونق بازار زمین‌های استیجاری باعث افزایش کارایی و عدالت در تخصیص زمین می‌شود. لیکن اغلب به دلیل ناامنی مالکیت زمین، یا اعمال ممنوعیت یا محدودیت در اجارهٔ زمین و کشت‌های مشارکتی، بازار زمین‌های استیجاری کم‌رونق شده است. برای اینکه بازار اجاره‌ی زمین با حداکثر ظرفیت خود کار کند لازم است مالکیت زمین ثبت شود و امنیت آن بهبود یابد و مقررات اجارهٔ اراضی آسان‌تر شود. در بازار فروش زمین نیز باید حقوق مالکیت و مدیریت به نحو مطلوبی سامان بگیرد.

در بیشتر کشورها، اراضی به‌صورت دوره‌ای اصلاح و از نو توزیع شده‌اند. ادارهٔ زمین‌های دولتی برای دولت‌ها مشکل است زیرا اغلب به حریم آن‌ها تجاوز می‌شود، بهره‌برداران در آن‌ها ساکن می‌شوند، ادعای مالکیت تاریخی می‌کنند و خرید و فروش یا اجارهٔ آن‌ها غیرشفاف و فسادآمیز است. اغلب دولت‌ها حتی نمی‌دانند چه مقدار زمین دارند و این اراضی کجاها قرار دارند و اگر هم بدانند مایل نیستند زمین‌هایشان را از دست بدهند. بنابراین در اصلاح ارضی برای هر نوع ابتکار عمل باید از انجام ثبت کاداستری دقیق اطمینان حاصل کرد و در جریان واگذاری اراضی دولتی از ضمانت‌های اعتباری استفاده کرد. اما اصلاحات ارضی اخیر سابقهٔ متفاوتی دارد. ابتکار عمل در این مورد باید با داشتن سرمایه و اعتبار، دادن قدرت به دست ذی‌نفعان در برنامه‌ریزی و اجرا و با آموزش و ظرفیت‌سازی همراه باشد.

اغلب با اصلاحات زمین توسط کسانی که مالکیت فعلی زمین را در دست دارند و از حقوق قبلی خود نسبت به زمین بی‌اطلاع هستند مخالفت می‌شود. هم‌چنین، کسانی‌که از قانون‌شکنی‌های موجود منتفع می‌شوند یا از یارانه‌ها و سایر امتیازات بهره می‌برند بشدت به دفاع از وضعیت موجود برمی‌خیزند: حتی اگر قوانین و مقررات جدید نیز وضع شوند، به دلیل مخالفت ذی‌نفعان قدرتمند و نبود ظرفیت‌های نهادی یا قابل اجر نبودن این مقررات، ممکن است این قوانین اجرا نشوند. نحوهٔ ثبت مالکیت ممکن است باعث شود آگاهی از حقوق برخی کاربران فعلی دشوار یا غیرممکن شود. امنیت برخی کاربران ممکن است به قیمت تشدید نابرابری‌ها و سخت‌گیری نهادهایی که دیگران را محروم می‌کنند، تمام شود. اصلاح اراضی ممکن است منافع اقتصادی به دنبال داشته باشد، اما نیازهای محیط‌زیستی را نادیده می‌گیرد (Bruns et al., ۲۰۰۵)؛ بنابراین انتخاب دقیق اهداف و ترتیب اقدامات اصلاحی و نیز سیاست‌ها و حقوق خاص و تغییرات نهادی، که با توجه به زمینه سیاسی و تاریخی موجود بیشتر احتمال پذیرفته و اجرا شدن داشته باشند، اهمیت دارد.

اطمینان از دسترسی به آب و انعطاف در تخصیص آن

نظر به این‌که دسترسی به آب عامل تعیین‌کننده در بالا بردن حجم کشاورزی است، کمیابی فیزیکی و اقتصادی آب هم‌چنان تولید و مدیریت محیط‌زیست را در مناطقی که درصد بالایی از منابع آب تجدیدپذیر مصرف می‌شود با مشکل مواجه می‌کند.

ممکن است همیشه فرض واقع‌بینانه‌ای نباشد که هم سیستم‌های حقوق مدرن آب (به منظور ایجاد تعامل مسئولانه در امر منابع آب) وضع شود و هم مردم به کاربری مسئولانهٔ زمین تشویق شوند (FAO, 2006e). اما در این مورد دو اصلِ کلی پدیدار می‌شوند. اول اینکه تضمین دسترسی اولیه به آب در جهت استفادهٔ موثر از زمین هنوز نیازمند تلاش همهٔ بهره‌برداران است. دوم اینکه پس از تضمین دسترسی به آب، انعطاف‌پذیری در استفاده از آب و نظارت بر آن مستلزم دانش بیشتر مصرف‌کننده و ناظر است.

هنگامی که به دنبال منابع جدید هستیم، برای اطمینان از رعایت حقوق اولیهٔ مصرف برای مصرف‌کنندگان کشاورزی باید به‌طور مداوم حقوق سنتی به حقوق رسمی پذیرفته‌شده و قابل دفاع تبدیل شوند. (FAO, 2009). برای انجمن آب‌بران، استفاده از حقوق مصرف آب به شیوه‌ای انعطاف‌پذیر مسئله‌ای کلیدی است. سطح تشکیلات انجمن بایستی با سیستم طبیعی و سطح شبکهٔ بهره‌برداران متناسب باشد تا تصمیمات مؤثر در تخصیص و انتقال منابع میان اعضا گرفته شود. پیش‌شرط اولیه برای موفقیت انجمن، وجود جریان اطلاعات از سوی ناظر حوضه و آب به بهره‌برداران و نیز میان بهره‌برداران است؛ بنابراین انجمن‌های آب‌بران بایستی آگاه و بامعلومات باشند.

موارد فوق در حوضه یا آبخوانی اتفاق می‌افتد که روزبه‌روز در حال تغییر است و هر مدیر حوضه یا نظارت‌کننده باید راهی برای ارتباط با مصرف‌کنندگان نهایی بیابد (انجمن‌های آب‌بران)، دربارهٔ چگونگی تخصیص تصمیم‌گیری کند، سعی کند میزان تولید حاصل از آب را همانقدر که هست نگه دارد و قوانین محیط‌زیستی را رعایت نماید. همانطور که انجمن‌های آب‌بران می‌توانند تا حدی در کار خود آزادی عمل داشته باشند، ناظر حوضه نیز در موقعیتی قرار دارد که می‌تواند در کاربرد قوانین و مقررات انعطاف به خرج دهد. در هر حال وجود جریان با کیفیت اطلاعات فارغ از میزان فناوری و سرمایه‌گذاری موجود در حوضه امری اساسی است و در شرایط رقابتی جریان اطلاعات نیز اهمیت بیشتری می‌یابد. تنظیم سیاست‌ها می‌تواند تعادل را بین عرضه و تقاضا برقرار کند و کارایی، برابری و پایداری در تخصیص و مصرف آب را بهبود بخشد. چهار عامل اصلی که درمدیریت یکپارچهٔ آب پیشنهاد شده عبارت‌اند از: نظام تخصیص آب؛ انگیزهٔ استفادهٔ کارآمد از آب؛ ترویج فناوری کارآمد؛ و تمرکززدایی با رویکردهای مشارکتی در مدیریت آب.

مدیریت‌های مدرن، اغلب دولت را قادر می‌سازد تا آب را بین کاربران تخصیص دهد، حقوق و مصارف آب را بنا به

مصلحت عمومی تنظیم کند، کیفیت آب را تضمین و حفظ نماید و با تحقیقات و دانش مصرف‌کنندگان و نهادهای محلی را پشتیبانی نماید. با توجه به پیچیدگی تنظیم مدیریت محلی آب، راه‌حل‌های تمرکززدایی در مدیریت آب‌های سطحی و آب‌های زیرزمینی بر پایهٔ مشارکت با کاربران محلی ارائه شده است. در شبکه‌های آبیاری، مدیریت مشارکتی آبیاری شکل گرفته که با اعمال مدیریت، اجرا و نگهداری و سرمایه‌گذاری از طریق دریافت هزینه از مصرف‌کنندگان، کاربران درقالب انجمن‌های آب‌بران روزبه‌روز بیشتر درگیر ادارهٔ شبکه می‌شوند. در شکل‌های دیگرِ مدیریت آب کشاورزی، ابتکار عمل بیشتر در زمینه‌ی احیا و ایجاد نهادهای جمعی مدیریت آب رخ می‌دهد. در بخش آب‌های زیرزمینی، دور زدن نهادهای سنتی و نظارت ضعیف منجر به رقابت و تخلیهٔ سریع ذخایر آب زیرزمینی شده است. چنین به نظر می‌آید که نظارت شخصی و گروهی بهره‌برداران در حفظ منابع آب زیرزمینی مؤثر بوده است. حمایت ادارات دولتی می‌توانند حمایت خود را اعمال کنند و نهادهای جمعی می‌توانند با ادارات محلی یا واحدهای هیدرولوژیکی خاص ارتباط داشته باشند (قاب ۲-۵).

قاب ۲-۵. مدیریت مشارکتی جمعی آب زیرزمینی در آندراپرادش

بین سال‌های ۲۰۰۶ و ۲۰۱۰ پروژهٔ سامانه مدیریت آب زیرزمینی توسط کشاورزان آندراپرادش (APFAMGS) با حمایت دولت هلند و سازمان کشاورزی و خواربار جهانی در واکنش به خشکسالی و مهاجرت گسترده در ایالت آندراپرادش اجرا شد. هدف از اجرای پروژه ارتقای کارایی مصرف آب زیرزمینی از راه توانمندسازی کشاورزان در پایش و مدیریت منابع آب زیرزمینی بود. کمیته‌های مدیریت آب زیرزمینی در هر آبخوان یا واحد هیدرولوژیکی برای برآورد کل منابع آب زیرزمینی در دسترس و تهیهٔ نظام‌های کشت مناسب با وضع موجود گرد هم آمدند.

سپس کمیته‌ها اطلاعات را به‌کل جامعه‌ی کشاورزان منتقل کردند و در نقش گروه‌های فشار به تشویق پروژه‌های ذخیره/ استحصال آب مناسب، ترویج کشاورزی ارگانیک کم‌هزینه و کمک به تدوین مقرراتی که پایداری منابع آب زیرزمینی محدود را تضمین کند پرداختند.

حدود ۶۵۰۰ کشاورز در ۶۴۳ منطقه آموزش دیده‌اند تا داده‌های پایه را برای شناخت آبخوان‌های محلی جمع‌آوری کنند. کشاورزان بارش روزانه را در ۱۹۱ ایستگاه اندازه‌گیری باران ثبت می‌کنند. در بیش از ۲۰۰۰ چاه مشاهداتی، به طور منظم سطح آب زیرزمینی را اندازه‌گیری می‌کنند. در کل، بیش از ۴۵۰۰ کشاورز مرد و زن داوطلبانه مشغول جمع‌آوری داده هستند. داده‌ها در دفاتر کمیتهٔ مدیریت آب زیرزمینی به‌صورت ثبت‌شده نگهداری شده و وارد تابلوی اعلانات روستا می‌شود. در سطح آبخوان، «اعضای واحد هیدرولوژیکی» آموزش داده شده‌اند که این داده‌ها را برای برآورد تغذیهٔ آب زیرزمینی پس از آخرین باران‌های موسمی تابستانه استفاده کنند. از نظر برداشت تجمعی آب، در ۴۲ درصد از واحدهای هیدرولوژیکی به‌طور ثابت اثرات خشکی رابی[1] (فصل خشکی) طی سه سال اجرای پروژه کاهش یافته، در ۵۱ درصد از آن‌ها به‌صورت متناوب اثرات خشکی کاهش پیدا کرده و تنها در ۷ درصد از آن‌ها شاهد افزایش سطح آب زیرزمینی در طول این دوره بوده‌ایم. این اثرات از نظر کاهش واقعی مشاهده شده در برداشت آب زیرزمینی و دامنهٔ جغرافیایی آن، که ده‌ها آبخوان، صدها منطقه و حدود یک میلیون کشاورز را در بر گرفته، بی‌سابقه است.

منبع: FAO; www.apfamgs.org; World Bank (2010a)، عکس: J. Burke

در برخی رودخانه‌های اصلی فرامرزی نبود چارچوب همکاری منجر به سرمایه‌گذاری‌های کمتر از حد مطلوب و تنش بین مصرف‌کنندگان شده است. هم‌چنانکه تقاضا برای زمین و آب افزایش می‌یابد، ممکن است توسعهٔ یک‌جانبهٔ بیشتری صورت گیرد و این موجب از دست رفتن ارزش افزوده‌ای شود که می‌توانست از راه سرمایه‌گذاری در زمین و آب در جهت بهینه کردن منافع و تقسیم آن‌ها در حوضه به دست آید. هرکجا امکان دارد، می‌توان حرکت‌ها را در چارچوب تعاونی شکل داد و کار را از سطح فنی آغاز کرد و به مدیریت وتوسعهٔ دوجانبه سودمند و درنهایت به توافق برسر آب‌های بین‌المللی ختم کرد.

تعیین راهبردهای ملی

در این بخش، به بحث درباره‌ی رویکردهای نهادی که احتمالاً اهمیت بیشتری خواهند داشت، می‌پردازیم. تشخیص آگاهانه‌ی مشکلات و رویکردهای برنامه‌ریزیِ مشارکتی، بیانگر ضرورت شناساییِ مشکلات و راه‌حل‌ها از پایین به بالا می‌باشد. در مدیریت آبیاری، هم‌چنان اولویت با توجه به عملکرد بهتر تولید و محیط‌زیست چه در نهادهای دولتی و چه در بخش خصوصی خواهد بود.

تشخیص مشکلات

در بسته‌های مدیریت پایدار زمین و آب، مشخص کردن اقدامات اولیهٔ مناسب منوط به تلفیق دانش برگرفته از تحقیقات با تشخیص محلی است. اطلاعات قابل‌توجهی در سطح جهانی، منطقه‌ای و ملی از قبل وجود دارد و لازم است نهادهای کشاورزی و زمین و آب این اطلاعات را جمع‌آوری کرده و با نیازهای کشاورزان انطباق دهند.

1. Rabi

در سطح محلی تعیین اولویت‌ها می‌بایست با شناخت گزینه‌ها و با همکاری بین جوامع محلی و نهادهای دولتی و سایر نهادها صورت گیرد و در این ارتباط لازم است منافع بخش خصوصی و فرصت‌های سرمایه‌گذاری منظور شود. هم‌چنین باید بین درآمد کوتاه‌مدت و پایداری بلندمدت توازن برقرار گردد. اولویت‌ها درقالب برنامه‌های محلی و فردی ارائه می‌شود و در صورت نیاز توسط نهادهای دولتی و سرمایه‌گذاری حمایت می‌شود. اولویت‌های محلی در تعامل با اولویت‌های ملی و با همکاری نهادهای محلی و ملی توسعه خواهد یافت.

در سطح ملی، نقشه‌ی پهنه‌بندی که حاوی علل و اثرات تخریب زمین و یا حفاظت آن است نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری‌ها در کجا می‌تواند به بهترین وجه صورت گیرد، چه اقداماتی را می‌توان توسعه داد و نیاز به چگونه حمایت‌هایی است. این نقشه هم‌چنین به تنظیم برنامه‌ای برای تحقیق و توسعه‌ی بیشتر کمک می‌کند. در بسیاری مناطق، شبکه‌های کلانِ آبیاری، به دلیل ترکیبی از فرسودگیِ زیرساخت‌ها و رویکردهای مدیریتی قدیمی بلااستفاده است.

هم‌چنین اگر اولویت‌ها در سطح ملی انتخاب شوند انعطاف‌پذیری بیشتر خواهد بود و بحث آزاد در خواهد گرفت و انتخاب بر پایه درس‌های آموخته و بهترین اقدامات حاصل از تجربهٔ میدانی و دانش جهانی شکل خواهد گرفت. لازم است این انتخاب‌ها در قانون، سیاست‌ها، برنامه‌ها و سیاست‌گذاری‌ها نیز دیده شوند. از رویکرد تشخیص مشکلات می‌توان در متغیرهای عمومی‌تر کشاورزی نیز بهره برد. مثالی از این رویکردْ ارزیابی سلامت خاک و رابطهٔ آن با بهره‌وری فعلی و بالقوه‌ی آن از دیدگاه حاصل‌دهی و سودآوری است. قاب ۳-۵ شرح می‌دهد که چگونه در چارچوب اکوسیستمیْ ارزیابی سلامت خاک جزئی از ارزشیابی یکپارچه محسوب می‌شود.

قاب ۳-۵: ارزیابی سلامت خاک در چارچوب اکوسیستمی

ارزشیابی یکپارچه زمین و آب و ظرفیت آن‌ها برای توسعهٔ کشاورزی پایدار، مستلزم درک اثرات موجودات زنده خاک بر ویژگی‌ها و فرآیندهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک و بر هوا و منابع آبی که خاک با آن‌ها اثر متقابل دارد و نیز ارزیابی اثرات روش‌های کشاورزی بر گونه‌های زیستی خاک و وظایف آن‌هاست. هم‌چنین ارزیابی اثرات محیط‌زیستی فعلی و محتمل ناشی از زهکشی، آبشویی، رواناب و فرسایش، برای سنجش میزان پایداری و ارزیابی اثرات جانبی استراتژی‌های مختلف مدیریت آب و زمین امری اساسی است. بعلاوه لازم است اثرات متقابل بر تخریب خاک و اثرات مرتبط با تولید غذا و مشکلات محیط‌زیستی از جمله اثر گازهای گلخانه‌ای و آلودگی ارزیابی شود. شناخت بهتر ارگانیسم‌ها و فرآیندهای مرتبط با آن‌ها و اثرات متقابل آن‌ها در نظام کشاورزی در ارتباط با آب و هوا، تیپ خاک، گونه‌های گیاهی و تنوع آن‌ها و عملیات کشاورزی ما را درتهیه بسته‌های مدیریتی مناسب برای زمین و آب یاری خواهد کرد. اتخاذ رویکردهایی در ارزیابی کیفیت و سلامت خاک که برای تولیدکنندگان، متخصصان و سیاست‌گذاران مفید باشد چالش اصلی ما است. سپس آستانه‌ی سلامت خاک می‌تواند ابزاری باشد برای تغییر مسیر و حرکت به سمت اقدامات پایدارتر در زمینه‌ی کاشت و تولید محصول بیشتر.

تعیین راهبردها - فراخوانی مشارکت و تکثرگرایی

درس مهمی که از گذشته فراگرفته‌ایم این است که رویکردهای فنی مدیریت زمین و آب حتی اگر صحیح باشند قابل تحمیل‌کردن نیستند. کل ظرفیت و دانش به‌ندرت در انحصار نهادهای رسمی مدیریت زمین و آب قرار دارد. با اجرای یک پروژهٔ خاص ممکن است در یک دوره انگیزه‌هایی برای تغییر در رفتارها ایجاد شود اما چنین رویکردهایی به‌ندرت ممکن است بهبود پایدار ایجاد کند. رویکردهای برنامه‌ریزی مشارکتی تأثیرگذارتر هستند و می‌توانند افراد محلی را درگیر نموده و مالکیت پایدار ایجاد نمایند. هم‌چنین در این‌گونه برنامه‌ها با به‌کارگیریِ دانش محلی و انطباق آن با افکار جدید به راه‌حل‌هایی می‌رسیم که می‌توانند با کشاورزی پایدار تلفیق شوند. در این زمینه باید رویکردهای تکثرگرایانه در مدیریت زمین و آب را شناسایی کرده و از آن‌ها بهره ببریم. به‌علاوه، با آن که برنامه‌ریزی مشارکتی موضوع جدیدی نیست، در بسیاری مناطق، که برای حل مشکل استفاده از راه‌حل‌های فنی بر رویکردهای متعادل‌تر ارجحیت دارد، کاربرد واقعی برنامه‌ریزی مشارکتی هم‌چنان چالش‌برانگیز است.

از رویکردهای مشارکتی و برنامه‌های مدیریت جمعی حوضهٔ آبریز، برای سازگار کردن فعالیت انسان با طبیعت حوضه آبریز بهره می‌برند. مثلاً در پروژه‌های مدیریت حوضه‌های آبریز بزرگتر، برای پیاده‌کردن برنامه‌های مدیریتی از رویکردهای مشارکتی استفاده می‌شود. فرآیندهای مشارکتی در جاهایی موفق بوده است که اهداف مشترکی تعریف شده و همه یا بخش اعظم جامعه را بخود جلب کرده، یا در جاهایی که فرآیند مشارکتی انعطاف داشته و باعث ظرفیت‌سازی و توانمندسازی واقعی شده و یا انگیزه‌های معیشتی و درآمدی به وجود آورده است. هرجا که جوامع توانسته‌اند منافع اقتصادی خود را در سرمایه‌گذاری عملیات حفاظتی بلندمدت ببینند، تمایل بیشتری به اجرای آن داشته‌اند.

اما صرفِ مشارکت خروجی‌های کار را تضمین نمی‌کند. مشارکت در جابجایی قدرت تصمیم‌گیری بین دولت و انجمن‌های مَحلی و نیز بین بخش‌های مختلف جوامع محلی نقش دارد. بنابراین بایستی فرآیندهای مشارکت مخصوصِ توسعه و خروجی‌های توزیعی مورد نظر طراحی شده باشد. رویکردهای مشارکتی مستلزم مجموعه‌ای از الزامات سنگینَ است از جمله: داشتن تعهد سیاسی و قوانین عادلانه، داشتن زمان برای کامل‌شدن پروسه، در نظر داشتن همهٔ ذی‌نفعان در روند کار، وجود ارگان‌های دولتی‌ای که منطق و روند مشارکت را درک کنند و ظرفیت‌ـسازی پایدار برای ذی‌نفعان و ارگان‌های دولتی در همهٔ سطوح.

تجربهٔ سال‌های اخیر درس‌های عملی مشخصی را درباره چگونگی راه‌اندازی و توسعهٔ نوآوری‌های موفق با تمرکز ویژه بر اقدام جمعی و مشارکت به ارمغان آورده است. مجموعهٔ اصول اساسی آن عبارت‌اند از:

- **مشارکت ذی‌نفعان امری حیاتی است.** لازم است این مشارکت از مرحلهٔ شناسایی مشکل شروع شود و سپس مراحل برنامه‌ریزی و اجرا، پایش، ارزیابی و پژوهش به دنبال آن بیایند. برای ترغیب بهره‌برداران زمین در بکارگیری و اصلاح فناوری‌ها، روش‌های مختلفی آزموده و مستند شده است.
- **کار بایستی از سطح محلی شروع و به همان‌جا خاتمه یابد.** بهره‌برداران محلی زمین و آب اطلاعات دقیقی از اکوسیستم خود دارند. اطلاعات آنان باید با دسترسی به دانش از طریق مشارکت کنندگان خارج از محل و هم‌چنین خدمات مشاوره‌ای، آموزش حرفه‌ای و کمک‌های فنی و مالی تکمیل شود. اعضا به‌طور مشترک می‌توانند استراتژی‌های بالقوه را شناسایی، ارزیابی، انتخاب و در سطح محلی اجرا کنند و پس از آن که بر روی برنامه‌ها توافق جمعی حاصل و اقدامات حمایتی اجرا شد، ذی‌نفعان محلی می‌توانند مسئولیت‌های اصلی اجرا را به عهده گیرند.
- **به دست آوردن دانش و انتقال آن مهم است.** ذی‌نفعان به اطلاعاتی نیاز دارند که دسترسی به آن آسان و بر پایهٔ دانش

و تجربه باشد. در تحقق این هدف وجود نظامی که از تصمیمات حمایت کند ضروری است. تهیهٔ نقشه، پایش، ارزیابی و سایر ابزارهای پشتیبان تصمیم، تضمین می‌کند که تصمیم دربارهٔ سرمایه‌گذاری بر پایهٔ واقعیت‌ها صورت گیرد و در پرتو اثرات ظاهر شده، شیوهٔ اجرای تصمیمات تنظیم و تصحیح شود.

- **نیاز به رویکردهای مشارکتی مستمر داریم.** تغییرات مستلزم همکاری و مشارکت در همهٔ سطوح (کاربران اراضی، کارشناسان فنی و سیاست‌گذاران) است تا از شناسایی درست دلایل تخریب و اقدامات اصلاحی اطمینان حاصل شود. مشارکت نهادهای دولتی، سازمان‌های غیردولتی، سازمان‌های جامعهٔ مدنی، بخش خصوصی و صاحبان املاک شخصی و بهره‌برداران احترام متقابل را تقویت می‌نماید و امکان گفتگو میان گروه‌های مختلف ذی‌نفعان را برای دستیابی به آیندهٔ پایدار مشترک فراهم می‌آورد. کلید این مشارکت‌ها شبکهٔ کارشناسان است.
- **تشخیص مشکلات و برنامه‌ریزی‌ها نه تنها باید فناوری‌ها را پوشش دهد، بلکه باید ظرفیت‌سازی محیط‌زیستی در سطح محلی و بالاتر از جمله مسائل مهم انگیزشی را نیز در بر بگیرد.** هیچ مزرعه‌ای جزیره نیست و لازم است که دامنه تشخیص مشکل و راه‌حل‌های مرتبط با آن از سطح مزرعه یا خانوار به سطوح بالاتر گسترش یابد. اگر قرار است تغییری جدی صورت گیرد شرایط بسیاری لازم است. این شرایط شامل انگیزه‌ها و حمایت‌های مالی تا بازار و قیمت، خدمات و زیرساخت‌ها، قوانین و مقررات، آموزش و ترویج و گردآوری اسناد و مدیریت دانش می‌شود. چارچوب این شرایط بایستی در کنار راه‌حل‌های فنی از طریق رویکردهای مشارکتی و جمعی مشخص شود.

تجددگرایی در مدیریت آبیاری

طرح‌های بزرگ آبیاری راه خوبی برای آغاز به کار رشد کشاورزی‌اند، زیرا هم امکان مدیریت تولید محصول را در سطوح مختلف فراهم می‌آورند و هم مکانی برای تمرکز انتقال دانش، عرضه نهاده‌ها و دسترسی به بازارهای محصولات هستند. لیکن، بسیاری از مدل‌های نهادی و تجاری برای مدیریت طرح‌های بزرگ آبیاری نتایج متفاوتی به بار آورده‌اند و تعدادی از آن‌ها نه کارایی مالی داشته و نه خدمات لازم را برای عرضهٔ متناسب با تقاضای آب ارائه نموده‌اند (World Bank, 2006; Molden, 2007). درنتیجه بسیاری از کشورها برای رهایی از بار مالی و مسئولیت مدیریت و نگهداری سرمایه، اقدام به مشارکت دادن بهره‌برداران از طریق انجمن‌های آب‌بران و افزایش اختیار آنان در برخی امور مدیریت آب و جبران هزینه‌ها و انتقال مرحله‌ای مدیریت آبیاری نموده‌اند، که موجب افزایش کارایی و توانمندسازی کشاورزان می‌شود.

تا به حال موفقیت این اقدامات در گرو سودآوری ذاتی و پایداری فیزیکی طرح‌ها و نیز ظرفیت‌سازی برای مدیریت طرح، اجرا و نگهداری، امنیت حقوق زمین و آب، و مدیریت دقیق در شکل‌گیری انجمن آب‌بران و فرآیند انتقال مدیریت با تأکید بر پشتیبانی پس از تحویل کارها بوده است. وقتی مقیاس طرح و پیچیدگی‌های آن مانع از مدیریت کامل کشاورز می‌شود و هیچ گزینهٔ دیگری برای مدیریت طرح توسط نهادهای حرفه‌ای وجود ندارد، خود اتکایی مالی طرح الزامی می‌باشد. درآمد ناشی از خدمات آب باید کفاف هزینه‌های واقعی عملیات و نگهداری را بدهد و هزینه‌های بالاسری باید در کمترین حد نگه داشته شوند. مهم‌تر از همه مدیریت باید شفاف بوده و پاسخگوی بهره‌برداران باشد، که این شرایط معمولاً زمانی محقق می‌شود که بهره‌برداران در مدیریت مشارکت حقیقی داشته باشند. در این فرآیند مراحل بعدی باید پس از مطالعه و مشورت فراوان طراحی شوند و با زمینهٔ کاری کاملاً سازگار باشند. در برخی موارد دولت‌ها تصمیم گرفته‌اند که به مدیریت دولتی با رویکردی جدید و خدمات‌محور چنانکه فائو

در برنامهٔ مسکوت[1] آورده ادامه دهند (قاب ۴–۵). در برخی دیگر از کشورها، مشارکت کشاورزان از طریق واگذاری مسئولیت‌های بهره‌برداری و نگهداری به سازمان‌های کشاورزان و یا از طریق فرآیندهای انتقال مدیریت آبیاری در حال افزایش است.

افزایش دخالت بخش خصوصی یا بهره‌بردار در مدیریت ممکن است راه‌گشا باشد. مثلاً در مشارکت‌های عمومی‌ـخصوصی[2] هدف یافتن «طرف سوم»ی است که معتمد کشاورزان و دولت باشد. این طرف سوم می‌تواند نهادی عمومی شبیه ارگان دولتی اصلاح شده یا ارگانی از نظر مالی خودگردان و یا مانند شرکت پیمانکار یا انجمن آب‌برانی که به تعاونی خصوصی یا شرکت کشاورزان تبدیل شده‌اند باشد. طی دو دههٔ اخیر این مشارکت‌های عمومی‌ـخصوصی با نتایج متفاوتی در بخش آب و فاضلاب ایجاد شده‌اند، اما در بخش آبیاری کمتر رواج داشته‌اند. بخشی از این نوع مشارکت می‌تواند در جداسازی مدیریت سامانه کانال‌های آبیاری بزرگ به اجزایی مانند مخازن، کانال‌های اصلی و شبکه‌های توزیع به روشی مشابه اصلاحاتی که در بخش نیرو صورت گرفته است سهم داشته باشد. این نوع مشارکت می‌تواند در گردش مالی، اجرای برنامه‌های سرمایه‌گذاری و ارتقای خدمات عرضهٔ آب مفید واقع شود. در مراکش (گوردین) و مصر (دلتای غربی) مذاکره دربارهٔ چگونگی اجرای مشارکت عمومی‌ـخصوصی برای آبیاری موفقیت‌آمیز بوده است. در چین این برنامه با استفاده از پیمانکاران خصوصی با درجاتی از موفقیت تجربه شده است (قاب ۵–۵). در سریلانکا نیز این برنامه را برای مدیریت آبیاری توسط کشاورزان تجربه کرده‌اند. تجاربی در مالی، فرانسه و نیوزیلند نیز مؤید این مطلب‌اند که بخش خصوصی حتی در نبود انجمن‌های رسمی آب‌بران نیز می‌تواند به شکل کارآمد سامانه‌های آبیاری را مدیریت کرده و آب‌بها را جمع‌آوری نماید.

1. Mapping system and Services for Canal Operation Techniques (MASSCOTE)
2. public–private partnerships (PPP)

قاب ۴-۵: برنامهٔ مسکوت فائو: تشویق آبیاران به نوسازی

سازمان کشاورزی و خواربار جهانی مدرنیزه کردن آبیاری را فرآیندی تعریف می‌کند که در آن ارتقاء فنی و مدیریتی (برخلاف نوسازی صرف) با هدف بهبود بهره‌وری مصرف منابع از طریق خدمات بهتر عرضهٔ آب صورت می‌گیرد. برنامهٔ مسکوت (سامانه و خدمات نقشه‌نگاری برای تکنیک‌های بهره‌برداری از کانال FAO, 2007e) روشی است برای تجزیه و تحلیل و ارزیابی اجزای مختلف یک نظام آبیاری به منظور توسعهٔ طرح مدرنیزاسیون. این طرح شامل مجموعه‌ای از نوآوری‌های فیزیکی، فنی، نهادی و مدیریتی برای بهبود خدمات عرضهٔ آب و مقرون‌به‌صرفه‌کردن هزینهٔ عملیات و نگهداری است.

در طرح‌های بزرگ آبیاری، برای ترویج مفهوم مدیریت خدمات‌محور و کمک به مهندسان و مدیران در طراحی برنامهٔ مدرنیزاسیون سامانه، این برنامه را به آنان آموزش می‌دهند. مثلاً از زمانی که مسکوت در سال ۲۰۰۶ وارد کارناتاکا در هند شد، کارکنان تمرکز خود را از عرضه‌محور بودن گرفته و به خدمات‌محور بودن معطوف کردند و شیوهٔ هدف‌گذاری برای سرمایه‌گذاری را بهبود بخشیده‌اند. اخیراً این رویکرد در سایر کشورهای آسیای مرکزی و جنوبی، خاورمیانه و شمال آفریقا نیز آغاز شده است.

عکس: ر. واهاج

ایجاد چارچوب‌های سرمایه‌گذاری ملی

گنجاندن رویکرد اجرایی در برنامه‌های ملی، طوری که بتواند بسیج سرمایه‌گذاری عمومی و خصوصی در مدیریت زمین و آب به راه انداخته و سرمایه‌گذاری پایدار ایجاد کند، نیازمند تلاش و تعهدات نهادی مضاعف است. مثلاً برای آنکه راهبردهای ملی آبیاری مؤثر واقع شوند ممکن است به بستهٔ اصلاحی فنی و مدیریتی نیاز باشد، تا توانایی این راهبردها را در پاسخگویی

به نیازهای محصولات کشاورزی با ارزش افزودهٔ بالا از طریق افزایش اعتماد، انعطاف‌پذیری و برابری در ارائهٔ خدمات آب تضمین کند. تصمیم‌ها درباره چگونگی تخصیص منابع عمومی و ترویج سرمایه‌گذاری‌های خصوصی باید برنامه‌ریزی‌شده و با پایش همراه باشند. چارچوب‌های سرمایه‌گذاری می‌تواند ابزاری باشد در برنامه‌ریزی برای منابع عمومی و خصوصی در جهت بازسازی بخش آبیاری هم سو با اهداف توسعهٔ ملی و نیز امکان ردیابی سرمایه‌گذاری‌ها را فراهم می‌آورد. از این راه است که می‌توان هر نوع سرمایه‌گذاری ملی در آبیاری را پایش و ارزیابی کرد. شکل ۱-۵ نشان می‌دهد که چگونه مدل مفهومی راهبرد برای این چارچوب می‌تواند در راهبرد ملی آبیاری به‌کار رود. در نهایت پایش و ارزیابی امکان دنبال‌کردن پیشرفت و ارزیابی‌های فنی و اقتصادی خروجی‌ها و اثرات آن‌ها را فراهم می‌سازد، که این خود برای بهبود و توسعه برنامه‌های سرمایه‌گذاری مفید است. در درون برنامهٔ سرمایه‌گذاری‌ای مانند این می‌توان هر یک از طرح‌ها را ارزیابی و پایش نمود.

قاب ۵-۵ :چشم‌اندازی از شرکت‌دادن بخش خصوصی در مدیریت آبیاری

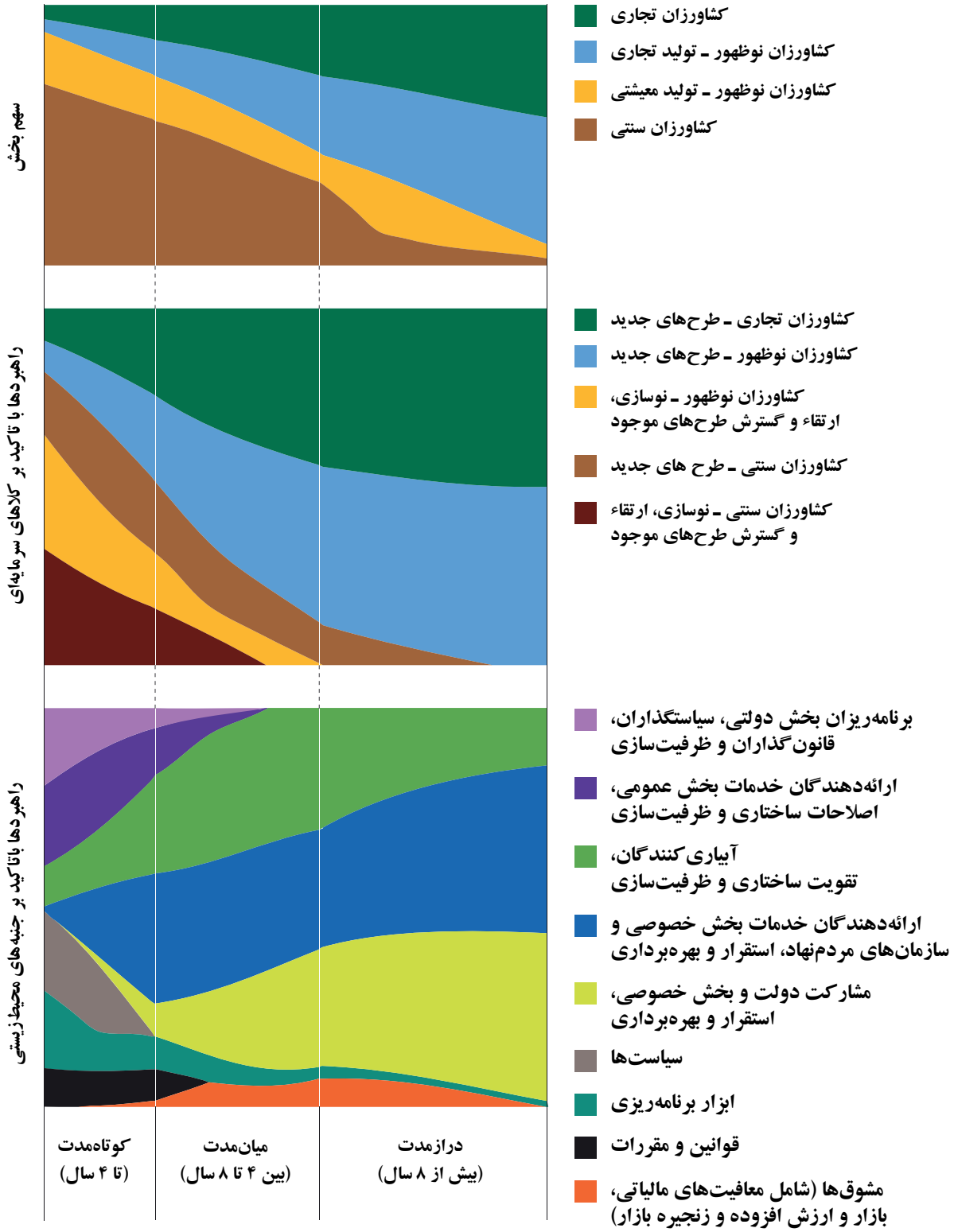
انتقال مسئولیت به بهره‌برداران محدودیت‌های خود را دارد و برنامهٔ مشارکت عمومی-خصوصی روشی برای معرفی مهارت‌های مدیریت کارآمد و منابع مالی جدید است و از بار سنگین مالی و اداری بر دوش دولت می‌کاهد. در بخش عرضهٔ آب تجربه نشان داده است که در برخی شرایط، بخش خصوصی می‌تواند به گردش مالی کمک کند و برنامه‌های سرمایه‌گذاری را اجرا کرده و کارایی خدمات عرضهٔ آب را ارتقا دهد. در برنامهٔ مشارکت عمومی-خصوصی، وظایف حکمرانی با دولت است هرچند گاهی قراردادی هم می‌شود کار کرد. ثابت شده است که اجرا، مدیریت و نگهداری ساده‌ترین وظایفی هستند که می‌توان با عقد قرارداد آن‌ها را به عهده گرفت. از نظر سرمایه‌گذاری، بخش خصوصی اساساً ریسک‌گریز است و در مواجهه با ریسک نسبتاً بالا، مخالف اقدام به سرمایه‌گذاری است مگر اینکه دولت بسیاری از ریسک‌ها را بپذیرد. اگرچه کارایی و خدمات عرضهٔ آب مطمئناً بهبود یافته‌اند، ولی معمولاً هزینه‌ها نیز هم‌زمان بالا رفته‌اند و به خاطر ضرورت کاستن از نیروی کار مشکلات اجتماعی به وجود آمده است. به‌طور کلی، تجربهٔ بخش تأمین آب نشان می‌دهد که برنامهٔ مشارکت عمومی-خصوصی ممکن است به‌طور کلی بار سرمایه‌گذاری دولت را کم نکند، ولی برای برقراری اصل خودگردانی مالی و بالا بردن استانداردهای حرفه‌ای مفید است.

منبع: FAO (2007a); World Bank (2007b)

نقش ارگان‌های حوضهٔ آبریز

انتظار می‌رود، در آینده شدت توسعهٔ اقتصادی در سطح حوضه‌های آبریز و میزان وابستگی متقابل و رقابت بر سر منابع زمین و آب موجب بازگشت مدیریت یکپارچه حوضه‌ها گردد. لیکن علیرغم یکپارچگی سیستماتیک کارکرد زمین و آب، قوانین و نهادهای مدرن تمایل دارند جداگانه به آب و زمین بپردازند. حتی ارگان‌های حوضهٔ آبریز که در اصل برای مدیریت یکپارچهٔ منابع ایجاد شده‌اند، به جای این‌که به زمین و آب به‌طور هم‌زمان بپردازند، عمدتاً به یکی از آن‌ها می‌پردازند. تا به حال اثر مستقیم مدیریت حوضهٔ آبریز بر کاربری زمین و آمایش سرزمین ناچیز بوده است، مگر در مواردی که در ترمیم آلودگی منابع غیرنقطه‌ای دخالت نموده و یا مصرف آب کشاورزی را محدود کرده است. عمدتاً محدودهٔ عملکرد مدیریت حوضه به کارکردهای رودخانه هم‌چون منابع برقابی، کشتیرانی و شیلات محدود شده است.

شکل ۱-۵: مدل راهبرد ملی برای چارچوب سرمایه‌گذاری در آبیاری



تاکنون در مدیریت حوضهٔ آبریز گرایش‌های نهادی به سمت اهداف «توسعهٔ آب» یا «رویکرد اکوسیستمی» متمایل بوده‌اند. مثلاً در چین و هند پروژه‌های بزرگ انتقال آب در چارچوب برنامه‌ریزی توسعهٔ آب تعریف شده است، حال آنکه دستورالعمل چارچوب آب اتحادیهٔ اروپا و برنامه‌ریزی حوضهٔ موری دارلینگ رویکرد حفاظت اکوسیستم را دنبال می‌کند. در حد واسط این رویکردها، طیفی از راه‌حل‌ها وجود دارد تا پاسخ‌گوی اولویت‌های اقتصادی در سطح ملی و فرامرزی با فوریت‌های اقتصادی و محیط‌زیستی مختلف باشد.

صرف‌نظر از برنامه، چه با هدف توسعه‌ای و چه محیط‌زیستی، برای تأثیر واقعاً یکپارچه در استفاده از زمین و آب در سطح حوضه، برنامه‌ریزی و مذاکره باید به مسائلی فراتر از برداشت آب در طول مسیر رودخانه بپردازد. ممیزی حوضهٔ آبریز می‌تواند نقطهٔ آغاز این ماجرا باشد. این ممیزی‌ها معیاری اولیه از به‌کارگیریِ زمین و آب در سطح حوضه از نظر اجتماعی، اقتصادی و محیط‌زیستی به دست می‌دهد و پس از آن می‌توان به تدوینِ چشم‌اندازی با نظر به نتایج توسعه‌ای و محیط‌زیستی پرداخت. این کار نیازمند مشاورهٔ گسترده با بهره‌برداران حوضه برای تعیین اهداف قابل اندازه‌گیری برای عملکردهای اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی است.

ابزارهای سیاست کلان که در حال حاضر در دسترس ارگان‌های حوضهٔ آبریز است عبارت‌اند از: (۱) الزام حداقل جریان محیط‌زیستی قانونی آب در رودخانه برای حفظ اکولوژی سالم و جمعیت آبزیان؛ (۲) الزام ارزیابی اثرات محیط‌زیستی[1] به‌عنوان پیش‌شرط ارائهٔ مجوز استفاده از آب (اغلب برای برداشت از آب‌های سطحی و زیرزمینی و فاضلاب‌ها)؛ (۳) اعلام ذخایر و مناطق حفاظت‌شده (مانند تالاب‌ها) و نظارت بر آن‌ها به منظور حفظ تنوع زیستی و محافظت از کیفیت زمین و آب؛ و (۴) مذاکره و نظارت بر عملیات حفاظت از حوضهٔ آبریز (مثلاً با اجرای پروژه‌های مدیریت حوضهٔ آبریز یا سایر اشکال خدمات محیط‌زیستی).

نقش دانش

برنامهٔ تحقیق و توسعه

بیشتر تحقیقات باید تطبیقی باشند. مثلاً در روش‌های کشاورزی حفاظتی در کشت دیم، گسترش مزایای مثبت محیط‌زیستی و حفظ رطوبت خاک بستگی به توانایی مکانیزاسیون در واکنش سریع به بارش دارد. تکنیک‌ها را می‌دانیم، اما باید آن‌ها را با شرایط خاص زمین و آب و وضعیت اقتصادی‌ـاجتماعی منطقه سازگار کنیم. در جایی که کشت سیلابی با تکنولوژی پائین انجام می‌شود و در طول فصل زراعی کنترل کامل آب میسر نیست، باید روش‌هایی برای مدیریت ریسک به‌ویژه در رژیم‌های بارندگی طراحی شود.

رشد کشاورزی پایدار نیاز به چیزی فراتر از مدیریت بهبود یافتهٔ زمین و آب دارد. در کشاورزی رشدیافتهٔ پایدار، عملیات زراعی مانند کاشت زود هنگام، مدیریت حاصلخیزی، کنترل علف‌های هرز و استفاده از انواع محصولات اصلاح‌شده نقش کلیدی بازی می‌کند (Wani *et al*., 2009). در مواجهه با تغییرات آب و هوایی، برای تثبیت تولید در نظام‌های دیم‌کاریِ موجود، نیاز به تجزیه و تحلیل بهتر رابطهٔ اقلیم با الگوهای کشت‌ـبارندگی و کمبود رطوبت خاک (که با آسیب‌پذیریِ اقتصادی‌ـاجتماعی ارتباط دارد) داریم، نه تنها برای پیش‌بینی نوسانات تولید غذا، بلکه برای سازماندهی نهاده‌ها و خدمات.

در کشت‌های آبی، آبیاری دقیق دانش‌بنیان، که به کشاورز امکان استفاده‌ی مطمئن و انعطاف‌پذیر از آب را می‌دهد، هم‌چنان خط مشی اصلی در کشاورزی متراکم خواهد بود. احتمالاً در آینده از روش‌هایی مانند فناوری کودـآبیاری،

1. Environmental Impact Assessment (EIA)

کم‌آبیاری و بازچرخانی فاضلاب تصفیه‌شده، به‌ویژه برای محصولات باغی (Winpenny *et al*., 2010)، در سطح گسترده استفاده خواهد شد. در سیستم‌های آبیاری انتظار می‌رود همهٔ تکنیک‌های عرضهٔ به‌موقع و تقاضامحورِ آب به کار گرفته شود. تحقیق و توسعه برای سازگار کردن این فناوری‌ها با فعالیت‌های کشاورزی محلی ضروری خواهد بود.

وسیع بودن سطح و هزینهٔ سرمایه‌گذاری باعث می‌شود مدرنیزه کردن شبکه‌های بزرگ آبیاری نیاز به مداخلهٔ دولت‌ها داشته باشد. اما در بسیاری از موارد ممکن است بخش خصوصی تحقیق و توسعه را بهتر انجام دهد. مثلاً در کشورهای در حال توسعه هم‌اکنون کیت‌های آبیاری قطره‌ای کم‌فشار و قطره‌ای زیرسطحی تحت فشار برای باغبانی رواج دارد. به‌علاوه دسترسی به قالب‌های پلاستیکی ارزان و ورقه‌های پلاستیکی برای کشت در زیر پوشش پلاستیک گسترش می‌یابد. لیکن استفادهٔ گسترده از گزینه‌ها (نظیر فناوری‌های خورشیدی) یا جلوگیری از فناوری‌های آلاینده (پلاستیک) را اقدام‌های نظارتی دولت باید هدایت کند.

تحقیقات دربارهٔ سیستم‌های زراعی برای تعیین راهبردهای رشد کشاورزی نیز ضروری است. اگر قرار است تولید دیم به کمک افزایش ذخیرهٔ رطوبت خاک تثبیت شود، لازم است شرایط فیزیکی و اقتصادی‌ـاجتماعی‌ای که می‌تواند در تثبیت تولید دیم اتفاق افتد به دقت تعیین گردد. هم‌چنین ضروری است کمبود دانش به‌ویژه در زمینهٔ اقتصادی و مالی و نیز در زمینه پایش و ارزیابی تخریب زمین و آب و اثرات مثبت مدیریت پایدار برطرف گردد.

انتقال پیام

برای ایجاد کشاورزی متراکم پایدار در مدیریت زمین و آب باید کشاورزان بسیاری را به بهبود سیستم‌های کشاورزی تشویق کرد و روش‌های افزایش بهره‌وری از زمین و آب را متناسب با خاک مزارع، میزان دسترسی به آب، نیروی کار، دسترسی به نهاده‌ها و بازارها و هم‌چنین اهداف درآمدی به کار گرفت. باید بسته‌های متراکم‌سازی کشت از جهت فنی و مالی ساده و قابل دسترس باشند و به کشاورز اطمینان دهد سرمایه‌ای که در نیروی کار و منابع گذاشته به او باز خواهد گشت. شواهد متعددی وجود دارد که نشان می‌دهد رویکردهای فناوری‌محور یک‌سویه (از بالا به پایین) ناپایدار است؛ بنابراین انطباق بسته‌های متراکم‌سازی کشت با اهداف و امکانات کشاورزان نیازمند وجود رویکردی تقاضامحور است که محدودیت‌های کشاورزان را در نظر گیرد.

نظام‌های ترویجی موجود اغلب توانایی محدودی در رساندن پیام و بسته‌های فنی به کشاورزان دارد. بهترین شیوه برای ایجاد تغییر در رفتارهای اهالی محل آموزش است (مثلاً از طریق طرح مدرسه در مزرعه که توان کشاورزان را در تصمیم به اعمال تغییرات در مدیریت زمین و آب بیشتر می‌کند). برنامه‌های آموزشی انعطاف‌پذیر باید به‌گونه‌ای توسعه یابند که بطور خاص به مشکلات مدیریت پایدار زمین و آب (که با محیط‌زیست سازگارند) بپردازد تا تولید را افزایش دهد. شایسته است دانش بومی و روش‌های سنتی در حد ممکن باهم تلفیق گردد. از آنجا که مدیریت زمین و آب نیازمند همکاری همگانی است بهتر است با مجموعهٔ کشاورزان مذاکره شود تا با تک‌تک‌شان.

گرچه اطلاعات زیادی دربارهٔ فناوری‌ها و روش‌ها وجود دارد، ولی میزان تبادل تجربه‌ها در همهٔ سطوح و بین کشورها و مناطق کافی نمی‌باشد. معمولاً پایگاه‌های اطلاعاتی موجود به‌طور گسترده در دسترس نیست و ممکن است تعصبات بخشی و نهادی هم وجود داشته باشد. اطلاعات همیشه خیلی کاربردوست و ساده نیست و به‌ندرت مستقیماً در دسترس کاربران اراضی قرار می‌گیرد. سامانه‌ها تا حد زیادی انفعالی هستند و امکانات اندکی برای به‌روزرسانی منظم اطلاعات دارند. بنابراین برداشتن گام‌های اصلی برای ایجاد فضایی فعال مستلزم توسعهٔ شبکه‌ها، نشست‌ها و رسانه‌ها برای تبادل و انتشار دانش و یافتن و پرکردن شکاف‌های اطلاعاتی خواهد بود.

تقویت همکاری‌های بین‌المللی

فهرست موجودی منابع و پایش مصرف

با افزایش چالش‌ها در مدیریت پایدار زمین و آب، مدیران و بهره‌برداران به داده‌های به‌هنگام و دقیق برای پایش تغییرات در زمین و آب نیاز دارند. فناوری‌های جدید به‌ویژه سنجش از دور در تهیه نقشه و پایش طیف وسیعی از پارامترها کمک می‌کند. چندین برنامه بین‌المللی، ابزارهای پایش و فهرست‌برداری موجودی منابع را تهیه می‌نمایند. ظرفیت این فناوری‌های مکانی در بهبود مدیریت زمین و آب چشم‌گیر است. یکی از چالش‌ها، تضمین دسترسی همگان به آن‌هاست و برخی برنامه‌ها (مانند نقشهٔ دیجیتالی جهان که توسط برنامهٔ محیط‌زیست سازمان ملل و فائو و شبکه اطلاعات مکانی فائو تهیه شده) زیرساخت‌های این فناوری و استانداردهای داده‌های مکانی را برای افزایش تبادل داده‌ها بین پایگاه‌ها توسعه داده است.

در همکاری‌های جدید، تولید داده و تفسیر آن اختصاصاً برای اهداف مدیریتی است (جدول ۲–۵). ابتکار عمل سامانه سامانه‌های جهانی مشاهده زمین[1] (قاب ۶–۵) پروژه‌های حمایت از تصمیم‌گیری در بارهٔ زمین و آب از جمله رد پای کربن در جنگل‌ها در سراسر آسیا و جنوب صحرای آفریقا و ارزیابی اکوسیستم هزاره، تلاش مشترک برای پیگیری اثرات فعالیت انسان بر خدمات اکوسیستمی در زمرهٔ همکاری‌های جدید است. فرایند این همکاری‌ها علاوه بر اثرات آموزشی و تأثیر آن بر تحقیقات علمی و سیاست، به خودی خود درک عمیق‌تری را در روابط بین انسان‌ها و نظام‌های طبیعی ایجاد نموده است.

اما با وجود پیشرفت حاصله، تلاش‌ها هم‌چنان گسسته‌اند، سرمایه‌گذاری در عملیات کلیدی کاهش پیدا کرده، و لازم است اقدام‌های هماهنگ‌کننده، قابلیت دسترسی و تبادل و استفاده از داده‌ها بیشتر تقویت شوند. در مورد اقلیم و آب هنوز داده‌های هیدرولوژیکی جهانی و شبکه‌های مشاهداتی ناکافی و دسترسی به داده‌ها در بسیاری کشورها محدود است. لازم است که تولید داده‌ها بیشتر هماهنگ شود و انتشار آن‌ها در سطح وسیع‌تری انجام گیرد. علی‌رغم ظرفیت فناوری‌های سنجش از راه دور، هنوز به اندازهٔ کافی داده تولید نشده و کمبود داده عامل کلیدی محدودیت در مشارکت و سرمایه‌گذاری است. هم‌چنین برای تفسیر داده‌ها به صورت قابل استفاده، تلاش بیشتری لازم است. برای تسهیل تبادل دانش به همکاری بین‌المللی نیاز است. هم‌چنین باید به تصمیم‌گیران و مدیران آموزش داد تا بتوانند از اطلاعات استفاده کنند (WWAP, 2009).

1. Global Earth Obsevation System of Systems (GEOSS)

قاب ۶-۵: سامانهٔ سامانه‌های جهانی مشاهدهٔ زمین

چالش‌های جهانی ناشی از بیابان‌زایی، از دست رفتن گونه‌های زیستی و تغییر آب و هوا باعث ایجاد نیازی ضروری به یک سامانهٔ یکپارچهٔ پایش تغییرات محیط‌زیستی و فراهم ساختن اطلاعات مورد نیاز برای حرکت به سمت مدیریت پایدارتر منابع طبیعی شده است. در سال ۲۰۰۵، گروه مشاهده زمین (GEO)، که همکاری داوطلبانه‌ای میان دولت‌ها و سازمان‌های بین‌المللی است، برای ایجاد سامانهٔ سامانه‌های جهانی مشاهدهٔ زمین ایجاد شد تا داده‌های مشاهداتی جمع‌آوری‌شده از تعداد زیادی سامانه‌های مشاهداتی زمین را (شناورهای اقیانوسی، ایستگاه‌های هیدرولوژی و هواشناسی و ماهواره‌ها) تولید، منتشر و مدیریت کند و تجزیه و تحلیل در مناطقی را که در طیف مقابله با ریسک تا سازگاری با تغییر آب و هوا قرار دارند انجام دهد و مسئلهٔ مدیریت تلفیقی منابع آب، حفاظت گونه‌های زیستی، کشاورزی و جنگلداری پایدار، بهداشت عمومی و پایش آب و هوا را تسهیل سازد. در سال ۲۰۰۸، گروه مشاهدهٔ زمین کار ردیابیِ کربن جنگل‌ها (FCT) را در همکاری با سازمان کشاورزی و خواربار جهانی، آژانس فضایی اروپا (ESA) و کمیتهٔ مشاهدات ماهواره‌ای زمین (CEOS) شروع کرد. هدف FCT توسعهٔ یک سامانهٔ مشاهده جنگل و پایش کربن، گزارش و تأیید بر اساس ماهواره‌ها، اندازه‌گیری یافته‌های هوایی و اندازه‌گیری در محل جنگل‌ها و به این ترتیب پشتیبانی از کشورهایی است که مایل به پایش جنگل‌ها و ایجاد یک سامانهٔ محاسبهٔ کربن هستند.

منبع: GEO (2010)

جدول ۲-۵: برنامه‌های بین‌المللی برای تولید، هماهنگ‌سازی و تبادل داده‌ها

برنامه	اهداف مرتبط با زمین و آب	URL
AQUASATAT (FAO)	سامانه اطلاعات جهانی منابع آب، مصارف آب و مدیریت آب کشاورزی، با تأکید بر کشورها در آفریقا، آسیا، آمریکای لاتین و کارائیب	WWW. Fao. org/nr/aquastat
مجموعهٔ رسانهٔ دیجیتال زمین و آب سازمان کشاورزی و خواربار جهانی	سطح وسیعی از داده و هم‌چنین منابع آموزشی در مورد مسئلهٔ زمین و آب را فراهم می‌کند	WWW. Fao. org/landanduwater/ LWdms. stm
FAOSTAT	بزرگترین منبع داده‌های کشاورزی با بیش از یک میلیون سری زمانی	faostat.fao.org
Geonetwork	کاتالوگ زمین مکانی فائو دسترسی وسیع به داده‌های زمین مرجع، محصولات کارتوگرافی و فرادادههای آن‌ها را میسر می‌سازد.	WWW. fao. org/geonetwork/srv/ en/main. home
GEOSS	شبکهٔ داده‌های زمین مکانی	WWW. earthobservation. org
کنسرسیوم جهانی نقشهٔ خاک	تجزیه و تحلیل خاک برای اطلاع‌رسانی پیرامون عملیات مدیریت زمین	WWW. globalsoilmap. net
مشارکت جهانی خاک (تحت بحث)	هماهنگ‌سازی داده‌های جهانی خاک	WWW. fao. org/nr/water/ news/soil-db. html WWW. iiasa. ac. at/research/luc/exter-nal-world-soil-database/html/ index. htmll
GTOS	مکانیسم هماهنگی درون‌بخشی برای ارتقای مشاهدات زمینی منابع طبیعی	WWW. glcn. org
LADA	ارزیابی تخریب زمین در مناطق خشک	WWW. fao. org/nr/lada
چارت دیجیتالی جهانی UNEP/FAO	تأمین اطلاعات پیرامون تراکم جمعیتی و پوشش زمین	WWW. fao. org/docrep/ oo9/ a310e/Ao310EO9. HTM
UN-Water	تقویت تبادل اطلاعات و تولید دانش بین تمام اداره‌های ملل متحد و شرکایی که با مدیریت آب شیرین سروکار دارند	WWW. unwater. org/flashinex. html
Wocat	شبکهٔ جهانی برای انتشار دانش مربوط به عملیات مدیریت پایدار زمین	WWW. fao. org/ag/agl/agll/wo-cat/default/stm

منبع: Nkonya *et al*. (2010)

سیاست‌ها و اقدام‌های هماهنگ

هدایت همکاری منطقه‌ای زمین و آب در سایهٔ اجرای چندین برنامهٔ مشترک از جمله ارتباطات اقتصادی، منابع مشترک زمین و آب و چالش‌های مشترک توسعه صورت می‌گیرد. ابتکار عمل‌های متعدد منطقه‌ای با تمرکز ویژه بر نواحی آفریقای سیاه وجود دارد که بیانگر اثرات تخریب شدید منابع بر رواج فقر در منطقه‌اند (جدول ۳–۵).

رویکردهای بین‌المللی برای حفاظت و مدیریت مشترک زمین و آب

تشکیل کنفرانس‌های بین‌المللی متوالی منجر به ایجاد توافق‌نامه‌های بین‌المللی درخصوص مدیریت و حفاظت از منابع زمین و آب شده و چندین آژانس ملل متحد از جمله سازمان جهانی غذا و برنامهٔ محیط‌زیست سازمان ملل متحد و بانک جهانی مسئولیت پشتیبانی از اجرای آن‌ها را به عهده گرفته‌اند. در این بخش، پیشرفت‌های حاصل از اجرای برخی از این توافق‌نامه‌ها مورد بحث قرار می‌گیرد.

در مورد زمین، کنوانسیون ملل متحد برای مقابله با بیابان‌زایی از برنامهٔ اقدامات ملی و همکاری بین کشورها و وام‌دهندگان برای مقابله با تخریب منابع زمین و آب در مناطق خشک حمایت می‌کند. این کنوانسیون سطح آگاهی را بالا برده و باعث افزایش تحرکات سیاسی شده است، اما برای دستیابی به اثرات چشم‌گیر، به منابع مالی و تعیین شفاف‌تر وظایف نیاز دارد.

در سال ۱۹۹۱ تسهیلات جهانی محیط‌زیست ایجاد شد که هدف آن توسعهٔ همکاری بین‌المللی برای جلوگیری از تخریب محیط‌زیست جهانی و بازسازی منابع طبیعی تخریب‌شده است. تاکنون این سازمان ۸/۸ میلیارد دلار آمریکا به این امر تخصیص داده که با احتساب سرمایه‌گذاری مشارکتی بالغ بر ۳۸/۷ میلیارد دلار شده و بیش از ۲۴۰۰ پروژه تکمیل گردیده است. تسهیلات جهانی محیط‌زیست، از طریق برنامهٔ کمک‌های کوچک، به طور مستقیم به بیش از ۱۰۰۰۰ سازمان اجتماعی و غیردولتی کمک مالی کرده است. تا این تاریخ این تسهیلات جهانی با ۷۹۲ میلیون دلار سرمایه‌گذاری در مدیریت پایدار اراضی بزرگترین حامی مالی در این بخش است (قاب ۷–۵). مشکل تسهیلات جهانی محیط‌زیست هم‌افزایی ضعیف بین بخش‌های مختلف خود بوده و ارتقای مقیاس کارها از سطح پروژه به رویکرد برنامه‌ای موانعی را برای آن ایجاد نموده است.

جدول ۳-۵: نمونه‌هایی از همکاری‌های منطقه‌ای در مدیریت زمین و آب

همکاری منطقه‌ای	فعالیت‌های مرتبط با زمین و آب	منابع
مؤسسات همکار در آفریقا		
برنامهٔ جامع توسعهٔ کشاورزی آفریقا[1]	هدف اول برنامهٔ جامع توسعهٔ کشاورزی در آفریقا گسترش مناطق تحت مدیریت پایدار زمین و سامانه‌های قابل‌اعتماد کنترل آب است. هدف رسیدن به ۶ درصد رشد در بازدهی کشاورزی و ۱۰ درصد بودجهٔ هزینه‌های عمومی در کشاورزی است.	WWW.africa-union.org/root/ael/document/treaties/treaties.htm
ترافریقا[2]	همکاری در ۲۰۰۵ شکل گرفت که هدف آن پرداختن به تخریب زمین از طریق اعمال روش‌های مدیریت پایدار زمین[3] در کشورهای آفریقای سیاه است.	WWW. terrafrica. org
همکاری در زمینهٔ آب کشاورزی در آفریقا[4]	این سازمان مروج سرمایه‌گذاری در مدیریت آب کشاورزی در آفریقا است. اولویت‌های پنج‌گانهٔ آن حمایت، تجهیز منابع، تبادل دانش، هماهنگی وام‌دهندگان و ظرفیت‌سازی است. این نهاد چارچوبی برای همکاری و ارتباط با همکاری‌های زیرمنطقه‌ای مانند میدیریت بهبودیافتهٔ کشاورزی در شرق و جنوب آفریقا[5]، ARID و انجمن منطقه‌ای آبیاری جنوب آفریقا[6] است.	WWW. agwaterforafrica. org
اتحادیهٔ آفریقا[7]	کنوانسیونی برای تأسیس مرکز آفریقایی توسعهٔ کود و کنوانسیون آفریقا پیرامون حفظ طبیعت و منابع طبیعی.	WWW. africa-union. org/root/ael/document/treaties/treaties.htm
مجمع توسعهٔ جنوب آفریقا[8]	ابتکار عمل‌های مشارکتی در مدیریت آب	Giordano and Wolf [2000]

1. Comprehensive Africa Agriculture Development Programme (CAADP)
2. TerrAfrica
3. Sustainable Land Management (SLM)
4. Agricultural Water in Africa (AgWA)
5. Improved Management of Agricultural Water in East and Southern Africa (IMAWESA)
6. The Southern African Regional Irrigation Association (SARIA)
7. African Union (AU)
8. Southern African Development Community (SADC)

ادامه جدول ۳-۵: نمونه‌هایی از همکاری‌های منطقه‌ای در مدیریت زمین و آب

همکاری منطقه‌ای	فعالیت‌های مرتبط با زمین و آب	منابع
سایر مؤسسات همکار		
انجمن کشورهای آسیای جنوب شرقی[1]	استقرار مکانیسم‌هایی برای توسعهٔ پایدار از طریق حفاظت از محیط‌زیست و منابع طبیعی منطقه	ASEAN Ministrael Meeting on Eniranment 2009 WWW. aseansec. org/9601. htm
سازمان ایالات آمریکا[2]	نظام‌های عادلانه و کارامد مالکیت زمین و افزایش بازدهی کشاورزی	WWW/. umn. edu/humanrts/ iachr/oascharter. html
اتحادیهٔ اروپا	کنوانسیون ارزیابی اثرات محیط‌زیستی در زمینه‌های فرامرزی (۱۹۹۱)، کنوانسیون حفاظت و مصرف واحدهای آبی فرامرزی و دریاچه‌های بین‌المللی (۱۹۹۲)؛ دستورالعمل چارچوب آب برای مدیریت یکپارچهٔ حوضهٔ آبریز	Giordano and Wolf [2002]

قاب ۷-۵: مثال‌هایی از حمایت چارچوب جهانی محیط‌زیست از مدیریت پایدار زمین و آب

- در مزارع قهوهٔ آمریکای مرکزی، چارچوب جهانی محیط‌زیست می‌کوشد درآمد کشاورزان را از طریق افزایش برداشت قهوه‌ای که در سایه می‌روید افزایش دهد. این کار به حفاظت تنوع زیستی، کاهش وابستگی به علف‌کش‌ها و ترسیب‌کننده‌های کربن کمک می‌کند.
- سرمایه‌گذاری این چارچوب در احیای مرداب‌های تخریب‌شده در رومانی به حذف حدود ۵۵ تن فسفر، ۱۲۰۰ تن نیتروژن و ۴۰۰۰۰ تن رسوب از رودخانهٔ دانوب قبل از رسیدن به دریای سیاه انجامید.
- پروژه‌های این چارچوب در مناطق گرمسیری مرطوب آمازون، گویان شیلد، قفقاز و هیمالیا برای حفاظت از بزرگترین قطعات باقی‌مانده از جنگل‌های بارانی گرمسیری که زیستگاه میلیون‌ها گونهٔ زیستی است به کار گرفته شده است.
- مناطق جنوب مکزیک و آمریکای مرکزی در حال بازسازی کریدور بیولوژیکی مزو امریکن از طریق پروژهٔ پشتیبانی‌شده توسط این چارچوب می‌باشند، که حفظ طبیعت را با ارتقای استاندارد زندگی مردم منطقه تلفیق می‌کند.
- تحت پروژهٔ چارچوب جهانی محیط‌زیست، تکنیسین‌های برزیلی در حال طراحی توربینی هستند که با گاز بیومس کار می‌کند و از بقایا و ضایعات تصفیهٔ شکر ازجمله ضایعات برداشت و تفالهٔ نیشکر حاصل از مراحل فرآوری آن استفاده می‌کند. توربین‌های جدید، انرژی پاک تولید می‌کنند و انتشار گازها را کاهش می‌دهند.

منبع: GEF (2011)

1. Association of Southeast Asian Nations (ASEAN)
2. Organization of American States (OAS)

ائتلاف بین‌المللی زمین[1]، که حاصل «گردهمایی» ذی‌نفعان جامعهٔ مدنی، دولتی و بین‌الدولی در مورد سیاست‌ها و عملیات مرتبط با زمین است، مأموریت حمایت از افزایش دسترسی فقرا به منابع زمین به‌ویژه از طریق حقوق مالکیت مطمئن را به عهده دارد.

در سال ۱۹۹۶ در بخش آب، سازمان همکاری‌های جهانی آب[2] برای ترویج مدیریت یکپارچهٔ منابع آب و مدیریت هماهنگ زمین و آب ایجاد شد. این سازمان در زمینهٔ رویکردهای مدیریتی به دولت‌ها مشاوره می‌دهد. در سال ۱۹۹۶ نیز شورای جهانی آب[3] برای افزایش آگاهی و ایجاد تعهد در مدیریت پایدار منابع آب تأسیس گردید و با برگزاری کنفرانس برجستهٔ «مجمع جهانی آب[4]» به‌خوبی شناخته شد.

همهٔ این توافق‌نامه‌ها و سازمان‌ها، درچارچوب اصول جامع توافق‌شده در کنفرانس‌های بین‌المللی، برنامه‌های تعریف‌شده‌ای را دنبال می‌کنند و به افزایش آگاهی کمک کرده و اقداماتی را توسط اعضا پیرامون مسائل زمین و آب ترویج می‌کنند، که در برخی موارد موجب تقویت نهادها و حکمرانی شده است. مثلاً همکاران سازمان همکاری‌های جهانی آب در افزایش آگاهی و گنجاندن مدیریت یکپارچهٔ منابع آب در قوانین ملی و در استراتژی‌ها و روش‌ها نقش اساسی داشته‌اند. همهٔ این رویکردها که در اصل مسائل زمین و آب را با هم تلفیق می‌کند مشترک‌اند، ولی عمدتاً به شکل بخشی عمل می‌نمایند. مثلاً سازمان همکاری‌های جهانی آب به طور عمده بر روی آب و ائتلاف بین‌المللی زمین بر روی زمین تمرکز دارد. ایجاد کنوانسیونی بین‌المللی پیرامون مدیریت پایدار زمین و آب می‌تواند به حل این مشکلات کمک کند.

بدین ترتیب چندین سازمان با منابع محدود در یک موضوع مشابه کار می‌کنند که این اثربخشی آن‌ها را کاهش می‌دهد. از موفقیت‌ها و مشکلات این ابتکار عمل‌ها بازخورد کافی وجود ندارد، بنابراین درس‌های برگرفته از تجربه‌ها همیشه در رویکردهای جدید استفاده نمی‌شود. بدین منظور نیاز به یک مجمع دائمی تبادل اطلاعات احساس می‌شود، تا بهترین تجارب و درس‌ها جمع‌آوری شود.

مشارکت در حوضهٔ آبریز

اگرچه در بسیاری از رودخانه‌های فرامرزی فقدان چارچوب مشارکتی مانعی در توسعهٔ بهینه بوده است، لیکن در سال‌های اخیر پیشرفت چشمگیری در دستیابی به درجات متفاوتی از همکاری حاصل شده است. همکاری در مدیریت و توسعهٔ حوضهٔ آبریز معمولاً با همکاری‌های فنی نظیر تبادل اطلاعات شروع شده و در ادامه منجر به همکاری در برنامه‌ریزی، سرمایه‌گذاری و تقسیم منافع گردیده است. فواید همکاری می‌تواند چشمگیر باشد: مطالعه‌ای نشان داده که همکاری بین کشورهای حاشیهٔ نیل آبی می‌تواند سود سالانهٔ خالص رودخانه را تا پنج میلیارد دلار در سال افزایش دهد (Whittington *et al*., 2005).

کنوانسیون ملل متحد با موضوع قانون مصارف غیرکشتیرانی واحدهای آبی بین‌المللی، پیرامون مصرف منصفانه، تعهدات حفاظت و نگهداری از بسترهای آبی بین‌المللی، تبادل اطلاعات و حل و فصل اختلافات، مقرراتی را وضع کرده، ولی تا به حال به دلیل اینکه کنوانسیون را تعداد کافی از اعضا تصویب نکرده‌اند این مقررات لازم‌الاجرا نشده، اما این کنوانسیون مجموعه‌ای از اصول و استانداردها را ارائه نموده که دولت‌های حاشیهٔ رودخانه‌ها می‌توانند به آن‌ها رجوع نمایند.

1. International Land Coalition (ILC)
2. Global Water Partnership (GWP)
3. World Water Council (WWC)
4. World Water Forum (WWF)

در برخی حوضه‌ها، همکاری‌ها منجر به انعقاد معاهده‌ای رسمی و تأسیس سازمان قانونی حوضهٔ آبریز شده است: نمونهٔ آن در مکانگ، سنگال، ولتا و نیجر مشاهده می‌شود (Nkonya *et al*., 2010). کمیسیون حوضهٔ آبریز مکانگ اجازه داد برنامه‌ریزی برای کاهش سیل در دلتا انجام شود. در چارچوب همکاری‌های کمیسیون حوضهٔ دریاچهٔ ویکتوریا، مشکل سنبل آبی در دریاچهٔ ویکتوریا مورد بررسی قرار گرفت (Foster and Briceno-Garmendia, 2010). با این وجود، تجارب نشان می‌دهد که ممکن است توافق کشورها برای پیوستن به مدیریت و توسعهٔ مشترک دهه‌ها به طول انجامد. مثلاً از سال ۱۹۶۰، از میان ۱۸ اقدام برای مشارکت حوضهٔ آبریز در منطقه آفریقای سیاه، تا به حال تنها چهار اقدام به مرحلهٔ قانون مصوب کمیتهٔ حوضهٔ آبریز رسیده است (Grey and Sadof, 2006). در سطح حوضهٔ فرامرزی، برخی برنامه‌ها مدیریت زمین و آب و مسائل تخریب را به طور خاص مد نظر قرار می‌دهد. دو پروژهٔ چارچوب جهانی محیط‌زیست (پروژهٔ فوتا ژالون[5] در غرب آفریقا و پروژهٔ رودخانهٔ کاگرا در شرق آفریقا) و هم‌چنین برنامهٔ توسعهٔ پایدار حوضهٔ دریاچهٔ چاد (قاب ۸–۵)، از مدیریت و پایش محیط‌زیستی برای بهبود مدیریت زمین و آب، مقابله با انتشار کربن و حفظ تنوع زیستی حمایت می‌کنند.

مکانیسم‌ها و مشارکت‌های جدید

احتمالاً تعدادی از اقدام‌ها و مشارکت‌های اخیر اثرات مثبتی بر مدیریت پایدار زمین و آب خواهد داشت. در کنار شرکای سنتی توسعه، نقش جامعهٔ مدنی، سازمان‌های غیر دولتی و بخش خصوصی و بنیادهای خصوصی در پیشبرد توسعهٔ پایدار بسیار مهم است (قاب ۹–۵).

در توسعه و مدیریت زمین و آب، مشارکت‌های دولتی‌ـخصوصی ظاهر شده که یکی از نمونه‌های اخیر آن گوئردانه[6] در مراکش است که کنسرسیومی بین‌المللی است با امتیاز ۳۰ ساله، در ساخت، مشارکت در سرمایه‌گذاری، بهره‌برداری و مدیریت شبکهٔ تأمین و توزیع آب آبیاری؛ مثال دیگر نواحی نیمه‌خشک برزیل است که دولت برای نشان‌دادن گزینه‌های جدید کشت، فناوری و فرآوری تولید، در پروژهٔ بزرگ آبیاری در سطح ۲۰۰۰۰۰ هکتار سرمایه‌گذاری کرده و نظر عموم را به سرمایه‌گذاری خصوصی برای ۳۶۰۰۰۰ هکتار دیگر نیز جلب نموده است.

5. Fauta Djallon
6. Guerdane

قاب ۸-۵ : حمایت‌های بین‌المللی از مدیریت پایدار زمین و آب در حوضهٔ دریاچهٔ چاد

در سال ۲۰۰۷ برنامهٔ توسعهٔ پایدار حوضهٔ دریاچهٔ چاد (PRODEBALT) برای کمک به اجرای برنامهٔ اقدام راهبردی و چشم‌انداز سال ۲۰۲۵ کمیسیون حوضهٔ دریاچهٔ چاد (LCBC) طراحی شد که هدف آن نوسازی و حفاظت از ظرفیت‌های تولیدی اکوسیستم‌های حوضهٔ دریاچهٔ چاد از طریق مدیریت یکپارچه و سنجیدهٔ حوضه است، به گونه‌ای که نظام‌های تولیدی را با تغییرات آب و هوایی سازگار کرده و به این ترتیب فقر را در بین جمعیتی که اطراف دریاچه زندگی می‌کنند کاهش دهد. در سال ۲۰۰۹ این برنامه آغاز شد و مدت آن ۶ سال است. هزینهٔ آن تقریباً ۹۷ میلیون دلار است که به صورت مشترک، نیمی توسط کمک مالی بانک توسعهٔ آفریقا و باقی آن توسط سایر اعطاکنندگان کمک مالی شامل: BGR, GIZ، اتحادیهٔ اروپا، بانک جهانی و بانک توسعهٔ اسلامی، تأمین شده است.
به طور خاص فعالیت‌هایی که در قالب برنامهٔ توسعهٔ پایدار حوضهٔ دریاچهٔ چاد انجام می‌شود عبارت‌اند از:

۱- حفاظت از دریاچهٔ چاد و حوضهٔ آن: حفاظت از خاک؛ احیای اکوسیستم‌های چراگاهی؛ کنترل گیاهان آبزی مهاجم در بسترهای آبی؛ حفاظت از گونهٔ گاو کوری؛ مطالعه و برنامه‌ریزی برای مدیریت بهینهٔ مخازن و نقاط تأمین آب در حوضه

۲- سازگاری نظام‌های تولید با تغییر آب و هوا: گسترش شبکه‌های مشاهداتی پیزومتریک؛ مدیریت پایدار جنگلداری، چراگاه‌ها و آبزیان؛ پایدار نمودن اعتبارات توسعهٔ محلی برای سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های جامعه.

۳- حمایت‌های نهادی: بهبود مهارت‌های ذی‌نفعان؛ ایجاد ظرفیت‌های نهادی کمیسیون حوضهٔ دریاچهٔ چاد (LCBC) شامل تقویت رصدخانه حوضهٔ دریاچه؛ انجام مطالعات و تحقیقات شامل تهیهٔ طرح جامع کنترل فرسایش و رسوب‌گذاری؛ کمک به طراحی نهایی پروژهٔ انتقال آب اوبانگویی (Oubangui) به دریاچهٔ چاد.

منبع: AfDB (2008)

قاب ۹-۵: ابتکار عمل‌ها در بخش خصوصی در مدیریت پایدار زمین و آب

تجارت منصفانه: تجارت منصفانه علاوه بر پرداخت مبلغ خوب به کشاورز بابت محصول باعث افزایش ظرفیت اجتماعی و ارتقای نیروی انسانی را در جوامع نیز می‌شود و هم‌چنین در درازمدت عملیات مدیریت خوب مزرعه را با تأکید بر تولید پایدار رواج می‌دهد. امروزه بیش از ۵ میلیون انسان در ۵۸ کشور در حال توسعه از تجارت منصفانه بهره می‌برند. یک مثال خوب آن تعاونی شبکه سبز تایلند است که در سال ۱۹۹۳ توسط گروهی از تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان شکل گرفت. کشاورزان دچار افزایش هزینه‌های تولید و در عین حال کاهش قیمت محصولات کشاورزی تولیدی شده بودند. در همین حال، مصرف‌کنندگان تایلندی به گونه‌ای فزاینده به اثرات آفت‌کش‌ها بر سلامت و محیط‌زیستشان حساس شده بودند. شبکهٔ سبز اولین (و هنوز هم بزرگترین) عمده‌فروش محصولات ارگانیک تازه در تایلند بوده است. در سال ۲۰۰۲ شبکهٔ سبز، از سوی سازمان برچسب‌گذاری تجارت منصفانه

بین‌الملل (FLO) گواهی گرفت و هم‌اکنون برنج را به صورت تجارت منصفانه به سوییس، بلژیک، آلمان، فرانسه، ایتالیا، اتریش، هلند و سوئد صادر می‌کند (Fairtrade, 2011).

برچسب‌ها و گواهی‌های ارگانیک و سبز: مثال‌های زیادی از برچسب‌ها و گواهی‌ها روی محصولات نظام‌های کشاورزی ارگانیک وجود دارد. کشاورزان خرده‌پا می‌توانند از برنامه‌های گواهی خاص محل خود (مثلاً با ایجاد تعاونی‌ها، یا از طریق عقد قرارداد فروش محصول) بهره برند. محصولات مورد نظر شامل قهوه، چای، کاکائو، محصولات غیرچوبی جنگلی و پنبه است.

اکوتوریسم: کلید اکوتوریسم پایدار مدیریت پایدار اکوسیستم با تقسیم منافع بین جوامع محلی است. اکوسیستم‌های فعال در رونق اکوتوریسم نقشی حیاتی دارند و اکوتوریسم مکانیسم کلیدی در ایجاد انگیزه برای کشاورزی و جنگلداری پایدار در قالب کل اکوسیستم است.

گروه‌های طرفدار محیط‌زیست: بسیاری افراد در ترویج مدیریت پایدار زمین و آب مشارکت فعال دارند. آن‌ها هم نقش سرمایه‌گذار و هم نقش مدافع در ترویج سیاست‌ها و برنامه‌هایی برای پرداختن به اثرات تغییر آب و هوا و ارتقاء تنوع زیستی و کیفیت و کمیت آب را ایفا می‌کنند. مرکز کمک فنی تجارت کشاورزی زامبیا به کشاورزان خرده‌پای زامبیا کمک می‌کند که در بازار باغبانی پایدار که با فروشندگان عمده برای صادرات در ارتباط است، سرمایه‌گذاری کنند. کشاورزان خرده‌پا هم‌اکنون سبزیجات تازهٔ ارگانیک را برای بازارهای اروپایی پرورش می‌دهند.

بنیادها: بنیادی‌های خصوصی مانند بنیاد راکفلر و بنیاد فورد حامی کشاورزی پایدارند. تمرکز بنیاد بیل و ملیندا گیتس بر زمینه‌های کاری اثربخش و راه‌حل‌های پایدار از جمله توسعهٔ کشاورزی است. کمک‌های مالی اخیر در کشاورزی پایدار شامل تأمین اعتبار برای حبوبات تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن در خاک، ارقام ذرت خوشه‌ای و ارزن با عملکرد بالا و تحقیق بر روی محصولاتی است که تحمل شرایط خشکی و ماندابی را دارند. این بنیاد هم‌چنین در تحقیقات ارتقای مدیریت آب کشاورزی برای حمایت از کشاورزان خرده‌پا سرمایه‌گذاری می‌کند.

جدول ۴-۵: تجارت آب مجازی کشورهای منتخب

	کل مصرف منابع آب داخلی در بخش کشاورزی در هر کیلومترمکعب	صرفه‌جویی در آب ناشی از واردات محصولات کشاورزی در هر کیلومتر مکعب	از دست رفتن آب به دلیل صادرات محصولات کشاورزی در هر کیلومتر مکعب	صرفه‌جویی خالص آب از تجارت محصولات کشاورزی در هر کیلومترمکعب	نسبت صرفه‌جویی خالص به مصرف داخلی آب در هر کیلومتر مکعب
چین	–	۷۹	۲۳	۵۶	۰,۰۸
مکزیک	۹۴	۸۳	۱۸	۶۵	۰,۶۹
مراکش	۳۷	۲۹	۱/۶	۲۷	۰,۷۳
ایتالیا	۶۰	۸۷	۲۸	۵۶	۰,۹۸
الجزایر	۲۳	۴۶	۰,۵	۴۵	۱/۹۶
ژاپن	۲۱	۹۶	۱/۹	۹۴	۴/۴۸

منبع: Hoekstra (2010)

جهانی‌شدن فرصت‌های تجارت آب مجازی (آب مصرف‌شده در تولید کالا و خدمات) را نیز افزایش داده است. مفهوم آب مجازی می‌گوید کشورها (در یک نظام تجارت جهانی با عملکرد خوب) بر اساس استعداد منابع طبیعی خودشان کالاها را وارد یا صادر کنند. کشورهایی که در منابع زمین و آب فقیرند، واردکننده‌های خالص کالاهای کشاورزی تولیدشده در کشورهای پرآب خواهند بود. گفته می‌شود که احتمال دارد چنین نظامی به مصرف بهینه‌تری از منابع آب و زمین دست یابد. بسیاری از کشورها هم‌اکنون نیز واردکنندهٔ خالص کالاهای کشاورزی‌اند، بنابراین حجم زیادی از آب مجازی را وارد می‌کنند. مثلاً اردن سالیانه حدود ۶ کیلومتر مکعب آب مجازی وارد کرده و تنها یک کیلومتر مکعب از منابع داخلی‌اش برداشت می‌کند (Hoekstra and Chapagain, 2007). جدول ۴–۵ میزان صرفه‌جویی آب ناشی از تجارت بین‌المللی آب مجازی را نشان می‌دهد.

گفته می‌شود که در تجارت محصولات کشاورزی از مناطق دارای زمین و آب فراوان به مناطقی که در آن‌ها زمین و آب محدود است حجم آب مجازی به افزایش بازدهی مصرف آب و زمین کمک کرده است. از طرفی، به دلیل اینکه در سیاست‌های اقتصاد ملی، نه تنها مقدار آب بلکه طیفی از عوامل بهره‌وری نیز ارزیابی می‌شود، لذا تفهیم «مزیت نسبی» ظاهری آب مجازی دشوار است (Wichelns, 2010). در تعیین مزیت نسبی یک محصول خاص، سهم نیروی کار و انرژی می‌تواند بسیار مهم‌تر از آب باشد. از این رو، موضوع اهمیت آب در کشاورزی نباید بیش از اندازه بزرگ شود. عامل آب ممکن است تعیین‌کننده باشد، اما سایر عوامل تولید نیز می‌توانند به همان اندازه مهم و تعیین‌کننده باشند.

افزایش مشارکت و سرمایه‌گذاری بین‌المللی

سرمایه‌گذاری در زمین و آب، اساس افزایش بازدهی کشاورزی و پایداری تولید است. سرمایه‌گذاری در زمین و آب و کشاورزی در ۵ سال اخیر اندکی افزایش یافته اما میزان این افزایش کمتر از مقداری است که برای تولید متراکم همراه با به حداقل رساندن اثرات منفی آن بر اکوسیستم ضروری است. نگرانی خاصْ کمبود میزان سرمایه‌گذاری در نظام‌های آسیب‌پذیرتر دیم است، که در آن‌ها عامل فقر و عدم امنیت غذایی غالب و خطرات تخریب منابع آب و زمین بیشتر است.

افزایش سود و نیازهای برآورده‌نشده

در بسیاری از کشورها، همکاری بین‌المللی زمین و آب اولویت بالاتری دارد. دغدغه‌های امنیت غذایی، کاهش فقر و حفاظت از محیط‌زیست با افزایش نگرانی ناشی از تغییر آب و هوا و بحران اخیر قیمت غذا هر چه بیشتر تشدید شده است. علاقه به مدیریت پایدار زمین و آب به عنوان محور توسعه نیز با تغییر تفکر در جهت امکان تحقق «اقتصاد سبز» بیشتر شده است (قاب ۱۰–۵). لیکن علی‌رغم این تغییرات مثبت، میزان سرمایه‌گذاری فعلی از میزانی که برای قطع روندهای منفی وضعیت زمین و آب و رشد تولید پایدارتر با رویکرد اکوسیستمی لازم است کمتر است.

قاب ۱۰-۵: کشاورزی سبز برای رسیدن به اقتصاد سبز

با توجه به بحران‌های موجود، بسیاری سؤالات پیرامون اصلاح کلی مدل تجارت جهانی مطرح شده است. یک ایده «اقتصاد سبز» با کربن کم است که به سرمایهٔ طبیعی اهمیت می‌دهد و برای آن ارزش قائل است، به کاهش اثرات تغییر آب و هوا و سازگاری با آن کمک می‌کند و روند منفی کنونی در اکوسیستم را معکوس می‌کند (تخلیهٔ منابع آب، آلودگی، تخریب زمین، از دست رفتن ارزش‌های فرهنگی و اجتماعی، انحطاط شیلات). اقتصاد کشاورزی سبز بهترین عناصر «انقلاب سبز» قدیمی (ارقام زراعی و گونه‌های دام اصلاح شدهٔ سازگار) را در مدیریت زمین و آب که بیشتر دوستدار اکولوژی است به‌کار می‌بندد، به طوری که رویکردی اکوسیستمی را برای پاسخ به تهدیدهای جهانی محیط‌زیستی، افت کیفیت اراضی، خسارت گونه‌های زیستی و به‌خصوص تغییرات آب و هوایی به کار می‌گیرد. این نوع کشاورزی سبز تبدیل به مسیری مهم در هدف‌گذاری برای برنامهٔ ریو+۲۰ شده است.

بسته‌های محرک مالی که بسیاری از کشورها برای پاسخ به بحران‌های مالی اخیر آماده کرده‌اند، حاوی اعتبارات اختصاص‌یافته به پروژه‌های سبز، فناوری‌های کم‌کربن و بهینه‌ساز انرژی، احیای رودخانه‌ها و مدیریت آب است (World Bank, 2009a; Robins *et al*. 2009). وجود این انگیزه‌های سبز نشان داد که رکود اقتصادی فرصتی است برای سرمایه‌گذاری در بخش سبز (حفظ رشد اقتصادی از طریق سرمایه‌گذاری در بازسازی نظام اقتصادی). وجود این انگیزه‌ها هم‌چنین نشان می‌دهد که اقتصاد سبز نیازمند سرمایه‌گذاری اولیهٔ دولتی و رعایت مقررات مربوطه و نیز آمادگی بخش خصوصی برای ارائهٔ فناوری‌های جدید به بازار است.

منبع: Salman *et al*. (2010)

دلیل تمرکز بر مدیریت پایدار زمین و آب

نقش کشاورزی در کاهش فقر حیاتی است و رشد زیاد کشاورزی در کشورهایی که در مدیریت و کاهش فقر موفق بوده‌اند یک ویژگی پایدار است. برای کمک به نیمی از جمعیت فقیر، رشد تولید ناخالص ملی در بخش کشاورزی چهار برابر مؤثرتر از رشد تولید ناخالص ملی در سایر بخش‌ها است (WorldBank, 2007c). افزایش بهره‌وری کشاورزی درآمد کشاورزان را بالا می‌برد، در مزارع اشتغال ایجاد می‌کند، قیمت مواد غذایی را کاهش می‌دهد و در اقتصاد غیرکشاورزی منطقه باعث افزایش معنی‌داری در درآمد و اشتغال می‌شود. همهٔ این موارد فقر را کاهش می‌دهد، زیرا فقرا معمولاً دوسوم درآمدشان را برای تأمین غذا هزینه می‌کنند. تحقق چنین افزایشی در بهره‌وری، نیازمند افزایش سرمایه‌گذاری در کشاورزی و به‌ویژه توسعهٔ زمین و آب خواهد بود.

توجه اخیر به اقتصاد سبز و رویکرد بردـبرد به بهره‌وری و حفظ خدمات اکوسیستم، دلیلی محکمی برای توجه بیشتر به مدیریت پایدار زمین و آب است. قاب ۱۱-۵ سهم مدیریت پایدار زمین و آب در رسیدن به اهداف چندگانهٔ توسعه را به طور خلاصه نشان می‌دهد. لیکن سرمایه‌گذاری در این زمینه‌ها رو به کاهش یا در بهترین حالتْ راکد است. کاهش سرمایه‌گذاری در زمین و آب کشاورزی عمدتاً ناشی از مقایسهٔ نرخ بازگشت سرمایه با گزینه‌های سرمایه‌گذاری در سایر بخش‌ها است، اما موج اخیر در قیمت غذا و بدترشدن شرایط امنیت غذایی، محدودیت این‌گونه راهبردهای کوته‌نظرانه را نشان می‌دهد. علاوه بر این، در این واقعیت که بازگشت سرمایه در بخش کشاورزی با آنچه از بخش‌های خدمات شهری و

صنعت حاصل می‌شود به‌ندرت برابری می‌کند، مزایا و منافع اجتماعی ناشی از سرمایه‌گذاری روستایی و اثرات مستقیم آن بر امنیت غذایی در نظر گرفته نمی‌شود. فقط بخش کشاورزی سالم به همراه اقتصاد غیرکشاورزی رو به رشد و برنامه‌های حمایت اجتماعی و شبکه‌های حفاظتی کارامد می‌تواند با رکود جهانی مقابله و فقر و نبود امنیت غذایی را ریشه‌کن کند.

برخی دستاوردها و ابتکار عمل‌های جدید

با این حال، علائم دلگرم‌کننده‌ای وجود دارد. اول اینکه در سطح ملی و بین‌المللی، برای افزایش تولید کشاورزان خرده‌پا در کشورهای در حال توسعه که دچار کمبود غذا هستند سیاستگذاری‌هایی در حال انجام است. بیانیهٔ مشترک سران جی۸ در مورد امنیت غذایی جهانی در نشست سال ۲۰۰۸ در آکیلای ایتالیا بر ضرورت داشتن استراتژی جامع با تمرکز بر کشاورزان خرده‌پا تأکید می‌کند. دوم اینکه بسیاری از کشورها هم‌اکنون نیز برای از بین بردن گرسنگی گام‌های چشمگیری برداشته‌اند. مثلاً طی ۵ سال اخیر تعداد افراد دچار سوءتغذیه در غنا، مالاوی، موزامبیک، تایلند، ترکیه، اوگاندا و ویتنام به طور چشم‌گیری کاهش یافته است. گرچه اغلب این کشورها به اهداف خود دست نیافته‌اند، اما هشت کشور آفریقایی، به هدف مندرج در بیانیهٔ ماپوتو مبنی بر تخصیص ۱۰ درصد از بودجهٔ دولتی به کشاورزی رسیده‌اند (Fan et al., ۲۰۰۹). بنیادهایی با هدف افزایش بهره‌وری کشاورزی و تولید و افزایش امنیت غذایی، تا به امروز برنامه‌ها، پروژه‌ها و طرح‌هایی را آماده نموده و در انتظار پدیدآمدن ارادهٔ سیاسی و تأمین منابع مالی برای عملی شدن آن‌ها هستند.

سوم اینکه افزایش بازده کمک‌های مالی و انطباق برنامه‌های ملی با بیانیهٔ پاریس در خصوص اثربخشی کمک‌های مالی و برنامهٔ اقدام آکرا (پایتخت غنا) منجر به ایجاد رویکردهای برنامه‌محور برای تأمین منابع مالی در حمایت از سیاست‌ها و استراتژی‌های ملی شده است. در این رابطه، پس از گردهمایی جی۸ در سال ۲۰۰۸، تسهیلات جدید سرمایه‌گذاری نظیر سازوکار کمک مالی به کود آفریقا، یا برنامهٔ جهانی کشاورزی و امنیت غذایی تدوین شده است. لیکن برقراری اعتبارات اختصاصی برای اهداف محدود، ممکن است کارایی کمتری نسبت به منابع جایگزین موجود برای سرمایه‌گذاری در برنامه‌های توسعهٔ یکپارچهٔ ملی داشته باشد.

قاب ۱۱-۵: مدیریت پایدار زمین و آب برای دستیابی به اهداف توسعهٔ جامع‌تر

همکاری در خصوص زمین و آب به تنهایی پایان کار نیست، بلکه روشی برای دستیابی به اهداف بزرگتر توسعهٔ هزاره یعنی امنیت کلی غذایی، ریشه‌کن‌کردن فقر، حفاظت از خدمات اکوسیستم‌های محلی و جهانی است. برای سرمایه‌گذاری در زمین و آب می‌توان از طیف وسیعی از برنامه‌ها و اعتبارات بودجه گرفت.

ارتباطات کلیدی بین اهداف بزرگتر توسعه و مدیریت پایدار زمین و آب شامل موارد زیر است:

- **کاهش فقر روستایی:** کاهش فقر روستایی بستگی مستقیم به بازدهی و سودمندی فعالیت‌های مبتنی بر زمین و آب دارد که همهٔ آن‌ها با تخریب زمین و آب تهدید می‌شود.
- **امنیت غذایی:** امنیت غذایی ملی بستگی شدیدی به تولید پایدار غذا از زمین و آب دارد که به نوبهٔ خود نیازمند مدیریت پایدار زمین و آب است. به‌علاوه، مدیریت پایدار زمین و آب می‌تواند وابستگی به واردات خالص غذا را کاهش دهد و بنابراین منابع مالی مهم را حفظ کند.
- **فراهم کردن طیفی از محصولات امرار معاش مانند چوب، الیاف و سوخت‌های زیستی:** تخریب زمین و آب، بازدهی منابع طبیعی را نه تنها از نظر تولید غذا بلکه برای تولید محصولات دیگر مانند الیاف، مواد ساختمانی، انرژی زیستی و محصولات جنگلی غیرچوبی نیز کاهش می‌دهد.
- **کاهش اثرات تغییر آب و هوا و سازگاری با آن:** مدیریت ضعیف زمین و آب منجر به رهاشدن گازهای گلخانه‌ای می‌شود. روش‌های مدیریت پایدارتر زمین و آب ترسیب کربن را افزایش و انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از کشاورزی را کاهش می‌دهد. این روش‌ها اغلب از طریق افزایش انعطاف‌پذیری در مواجهه با تغییرات آب و هوایی و وقایع حدی به سازگاری با تغییر آب و هوا نیز کمک می‌کنند.
- **حفظ گونه‌های زیستی:** روند تک‌کشتی و مدیریت ضعیف زمین و آب بر گونه‌های زیستی اثر منفی گذاشته است. تطبیق کاربری زمین و آب با ظرفیت اراضی موجب تنوع محصولات و نظام‌های سازگار کاربری زمین شده و برای حفظ باقیماندهٔ گونه‌های زیستی حائز اهمیت است.
- **حفظ سایر عملکردهای اکوسیستم:** مدیریت پایدار زمین و آب نیز می‌تواند از سایر عملکردها یا خدمات اکولوژیکی ازجمله تجزیهٔ ضایعات محصولات، گرده‌افشانی، فعالیت‌های زیستی خاک که سبب حفظ چرخهٔ مواد مغذی و آلی می‌شود و کنترل بیولوژیکی آفت‌ها و بیماری‌ها حمایت کند. این وظایف مهمِ تنظیم‌کننده و فرایند شکل‌گیری خاک تنها می‌تواند از طریق روش‌های مدیریتی زمین و آب حاصل شود.
- **جلوگیری از فجایع طبیعی و کاهش آن‌ها:** مدیریت پایدار زمین و آب می‌تواند انعطاف‌پذیری اکوسیستم‌ها را افزایش داده و در نتیجه خطرات و اثرات فجایع طبیعی مانند سیل، خشکسالی، تگرگ و هجوم آفات را کاهش دهد.
- **سلامت اکوسیستم:** به طور کلی، مدیریت پایدار زمین و آب نه تنها تخریب اکوسیستم را متوقف می‌کند بلکه می‌تواند برخی خدمات خاص نظیر بیومس، سلامت خاک، ذخیره و تأمین آب و بازدهی اقتصادی را بهبود بخشد. جذابیت، گردشگری و ارزش‌های میراث فرهنگی مناظر نیز ممکن است بهبود یابد.
- **ثبات اجتماعی:** رفاه و ثبات اجتماعی در مناطق روستایی مستقیماً با امکان امرار معاش از منابع طبیعی و بنابراین موضوع دسترسی به منابع زمین و آب، امنیت مالکیت و ظرفیت مدیریت این منابع به پایدارترین و سودمندترین شکل، از طریق مدیریت پایدار زمین و آب بستگی دارد.

منابع: Nkonya *et al*. (2010); Salman *et al*. (2010)

جلب منابع مالی برای ترسیب کربن در جهت راهبردهای زمین و آب

یکی از نوآوری مهمْ توسعهٔ بازارهای کربن است. اگرچه ظرفیت کاهش کربن در کشاورزی زیاد است، ولی بازارهای نظارتی مانند سازوکار توسعهٔ پاک[1] تحت پروتکل کیوتو و طرح تجاری انتشار گاز اروپا کشاورزی را از این بازار حذف کرده است. لیکن فعالیت‌هایی برای به میدان آوردن کشاورزی در دست انجام است. به علاوه، با ابتکار عمل سازمان ملل، مذاکره برای اقدام‌های جدیدی در حال انجام است (برنامهٔ سازمان ملل برای کاهش انتشار گاز ناشی از جنگل‌زدایی و تخریب جنگل‌ها) (قاب ۱۲–۵)، که با اجرای آن اجازهٔ پرداخت پاداش برای ترسیب کربن در همهٔ عرصه‌ها از جمله کشاورزی، جنگلداری و سایر کاربری‌های اراضی صادر می‌شود. در کشورهای در حال توسعه، با استانداردهای اختیاری کربن پروژه‌هایی آزمایشی در دست اجرا است. مطالعه‌ای آماری در جهان بر روی پروژه‌های کاهش کربن از طریق کشاورزی نشان داد که ۵۰ پروژه در رابطه با اثرات رشد کشاورزی بر تغییر آب و هوا بوده و مشخصاً ۲۲ پروژه از این ۵۰ تا با هدف کاهش گازهای گلخانه‌ای اجرا شده است.

لیکن هنوز در کشورهای در حال توسعه، مشکلات طراحی طرح‌ها و هم‌چنین تدوین راهبردهای کیفی مناسب به طور کامل حل نشده است. مشکل اصلی در کمّی‌سازی و پایش راهبردهای کاهش در کشاورزی این است که میزان مجاز انتشار گاز قابل اطمینان نیست و هزینه‌ی بالا و قیمت پایینی دارد. در کشورهای در حال توسعه، مشکلات هم در سیاست‌گذاری (نبود تعهدات عمومی برای سرمایه‌گذاری در کاهش اثرات تغییرات آب و هوایی و سازگاری با آن) و هم در اجرا (حقوق مالکیت ضعیف، ظرفیت نهادی اندک) است. چندین پروژهٔ آزمایشی برای غلبه بر این موانع راه‌اندازی شده است (قاب ۱۳–۵).

قاب ۱۲–۵: برنامهٔ مشارکتی سازمان ملل متحد برای کاهش انتشار گازهای ناشی از جنگل‌زدایی و تخریب جنگل‌ها در کشورهای در حال توسعه (UN-REDD)

اقدام مشارکتی سازمان ملل متحد برای کاهش انتشار گازهای ناشی از جنگل‌زدایی و تخریب جنگل‌ها در کشورهای در حال توسعه، تلاشی برای ارزشگذاری مالی کربن ذخیره‌شده در جنگل‌ها است که به کشورهای در حال توسعه برای کاهش انتشار گاز از زمین‌های جنگلی و سرمایه‌گذاری در راه‌های کم‌کربن برای رسیدن به توسعهٔ پایدار انگیزه می‌دهد. برنامهٔ REDD+ فراتر از جنگل‌زدایی و تخریب جنگل‌هاست و شامل نقش حفاظت، مدیریت پایدار جنگل‌ها و افزایش ذخیرهٔ کربن جنگل‌ها می‌شود. در سپتامبر سال ۲۰۰۸ برنامهٔ UN-REDD با همکاری سازمان کشاورزی و خواربار جهانی، برنامهٔ توسعهٔ سازمان ملل و برنامهٔ محیط‌زیستی سازمان ملل راه‌اندازی شد. صندوق سپرده‌ای با چند حامی مالی تأسیس گردید تا با جمع‌آوری کمک‌های مالی، هزینه فعالیت‌های برنامه را تأمین کند. توافق کپنهاگ نقش UN-REDD را تائید و خواستار اقدام سریع برای تعریف سازوکارهای REDD+ می‌باشد. کشورهای توسعه‌یافته متعهد به تأمین نزدیک به ۳۰ میلیارد دلار منابع جدید و اضافی برای پشتیبانی از اقدام جدی در کاهش انتشار گاز از جمله منبع مالی اساسی برای REDD+ شدند.

منبع: UN-REDD (2011)

1. Clean Development Mechanism (CDM)

قاب ۱۳-۵: پروژه‌های کوچک آزمایشی برای اختصاص بودجه به کربن کشاورزان خرده‌پا در چین

هم‌اکنون سازمان کشاورزی و خواربار جهانی با همکاری همتایان ملی‌اش در چین پروژهٔ پایدار چرا در چین را شروع کرده که هدف آن افزایش انعطاف و ترمیم‌پذیری نظام‌های چرای آلپاین با استفاده از سرمایه‌گذاری در کربن است. به علاوه سازمان کشاورزی و خواربار جهانی از طریق کاهش اثرات تغییرات آب و هوایی در کشاورزی (MICCA) چندین پروژهٔ آزمایشی در حمایت از تلاش‌های کشاورزان خرده‌پا برای کاهش تغییر آب و هوا از طریق کشاورزی و حرکت در جهت روش‌های کشاورزی هوشمند نسبت به اقلیم در دست اجرا دارد. این برنامه بر حمایت از تولید دانش در مورد انتشار گازهای گلخانه‌ای و ظرفیت کاهش و آزمودن اینکه چگونه می‌توان روش‌های کاهش اثرات تغییر آب و هوا و عملیات کشاورزی در سطح مزرعه و کشور را تلفیق کرد تأکید دارد.

منبع: FAO (2010e)

بازار داوطلبانهٔ کربن نیز وجود دارد که بودجهٔ آن را شرکت‌هایی تأمین می‌کنند که خواستار جبران رد پای[1] کربن خود هستند (قاب ۱۴-۵). اگر در کشورهای در حال توسعه کشاورزی بتواند از بازار کربن سود ببرد، می‌تواند از ظرفیت این بازارْ منابع مالی چشمگیری را برای راهبردهای محلی و ملی مدیریتی پایدار زمین و آب جذب کند. تحقیقات اولیه (Tennigkeit *et al*., 2009) اشاره دارد که درآمد حاصل از افزایش عملکرد از طریق بهبود روش‌های مدیریتی بسیار بیشتر از وجوهی می‌باشد که قرار است از اعتبارات کربن دریافت گردد و بنابراین در برنامه‌های زمین و آب که به‌خوبی طراحی شده باشد، ممکن است اعتبارات کربن نقش کاتالیزور و مکمل داشته باشد.

اگر سرمایه‌گذاری‌های مورد نیاز مدیریت پایدار زمین و آب نتواند از طریق برنامه‌های موجود یا برنامه‌های احتمالی آینده نظیر برنامهٔ سازمان ملل برای کاهش انتشار گاز ناشی از جنگل‌زدایی و تخریب جنگل‌ها تأمین و جبران شود، یک گزینه این است که اعتبارات خاصی برای تأمین بودجهٔ سرمایه‌گذاری جهت استفادهٔ کشاورزان خرده‌پا از روش‌های مدیریت پایدار زمین و آب منظور گردد. این اعتباراتْ مقرارت و ملزومات خاصی خواهد داشت و طبق موارد توصیه‌شده در این گزارش با برنامه‌های حمایت از سیاست‌ها، راهبردها و اجرای مدیریت پایدار زمین و آب ارتباط دارد.

پرداخت هزینهٔ خدمات محیط‌زیستی

سازوکارهای پرداخت هزینهٔ خدمات محیط‌زیستی علاقه‌مندی و کمک مالی سرمایه‌گذاران را هم درسطح ملی و هم در سطح بین‌المللی جلب کرده است. سامانه‌هایی برای خدمات حوضهٔ آبریز، حفظ تنوع زیستی، تقسیم منافع در توسعهٔ حوضه‌های آبریز فرامرزی و کاهش انتشار کربن وجود دارد (قاب ۱۵-۵).

1. footprint

قاب ۱۴-۵: بازارهای داوطلبانهٔ کربن

بازار داوطلبانه کربن توسط شرکت‌هایی تأمین مالی می‌شود که می‌خواهند به‌عنوان راهی برای قبول مسئولیت، ردپای تولید کربن خود را جبران کنند و می‌تواند به دو نوع تقسیم شود: بورس اقلیمی شیکاگو و تجارت مستقیم بین دو طرف معامله (بازار خارج از بورس)؛ در حال حاضر بازارهای انطباقی (بازارهای نظارتی مانند سازوکار توسعهٔ پاک و طرح تجاری انتشار گاز اتحادیهٔ اروپا) و بازارهای داوطلبانهٔ کربن کمتر از ۲ درصد بازار جهانی کربن (Capoor and Ambrosi, 2009) را تشکیل می‌دهند، اما رو به افزایش می‌باشند.

بورس اقلیمی شیکاگو تنها سامانهٔ حد مجاز و تجارت (cap–and–Trade) داوطلبانه در کربن جهان است (نوعی رویکرد بازار محور که برای کنترل و کاهش آلودگی‌ها از طریق ایجاد انگیزهٔ اقتصادی به کار می‌رود). بورس اقلیمی شیکاگو تنها بازار با سهم قابل ملاحظهٔ پروژه‌های خاک کشاورزی است. لیکن از سال ۲۰۰۷ تا ۲۰۰۸ این سهم از ۴۸ درصد به ۱۵ درصد سقوط کرد. این کاهش در پروژه‌های خاک کشاورزی بخشی به دلیل رشد خود برنامه و بخشی به دلیل تغییرات ایجادشده در پروتکل خاک کشاورزی بود که منجر به کندشدن فرایند صحه‌گذاری گردید. (Hamilton *et al*.2009).

منبع: Salman *et al*. (2010)

قاب ۱۵-۵: پرداخت هزینهٔ خدمات محیط‌زیستی

در سال‌های اخیر چندین سازوکار ایجاد شده است تا این مشکل را که هزینه‌های مدیریت پایدار منابع را ممکن است یک طرف بپردازد اما منافع نصیب طرف دیگر شود حل کند. روش عقد قرارداد بین طرفین برای پرداخت هزینهٔ خدمات محیط‌زیستی شکل‌های مختلفی دارد.

در چارچوب پرداخت خدمات محیط‌زیستی برای خدمات حوضه، معمولاً در برنامه‌های مدیریت حوضه برای توسعهٔ پایدار جوامع فقیر در بالادست حوضهٔ آبریز سرمایه‌گذاری می‌شود، با این توجیه که منافع این یارانهٔ سرمایه‌گذاری عمومی در بالادست عمدتاً به‌صورت آب پاک، کنترل سیل و کاهش رسوب‌گذاری در پایین‌دست نمایان می‌گردد.

در چارچوب پرداخت هزینهٔ خدمات محیط‌زیستی برای تنوع زیستی، برای کاربران اراضی انگیزه‌های مالی در حفظ گونه‌های زیستی مطرح می‌شود. مثلاً در سال ۱۹۹۶ در کاستاریکا برنامه‌ای نوآورانه اجرا گردید که طی آن مالکان جنگل‌ها و درختکاری‌ها به خاطر خدمات محیط‌زیستیِ ملی و جهانیِ جنگل‌هایی که ایجاد کرده‌اند پاداش مالی گرفتند و رسماً از آنان تقدیر شد. سال‌های اولیهٔ اجرای این طرح نشان داد که این برنامه عمدتاً به نفع کشاورزان بزرگتر و آنانی است که از جنگل‌هایشان برای اهداف تفریحی استفاده می‌کنند. از آن پس اقداماتی برای تشویق مشارکت کشاورزان خرده‌پا و جوامع محلی انجام شد.

در مقیاس بزرگتر، اشتراک منافع در توسعهٔ حوضهٔ آبریز فرامرزی سهم اضافی هزینه‌هایی را که یک کشور تحمل می‌کند با منافع دیگری جبران می‌کند. مثلاً از دست دادن آب به دلیل برداشت‌های بالادست ممکن است با منافع برقابی جبران شود.

در پرداخت هزینهٔ محیط‌زیستی بازار کربن پتانسیل‌های مهمی ایجاد می‌کند. مثلاً بخش کشاورزی آفریقا از کل ظرفیت کاهش تغییرات آب و هوایی در جهان حدود ۱۷ درصد را دارد. این امر می‌تواند به طور بالقوه سالانه ۴/۸ میلیارد دلار برای کشورهای آفریقایی گردش مالی به همراه بیاورد. لیکن هنوز لازم است سازوکارهای اجرایی بازارهای کربن اصلاح شود تا کاربران فقیر اراضی بتوانند از آن‌ها سود ببرند.

منبع: Nkonya *et al*. (2010)

درس‌هایی برای آینده

چشم‌انداز اجرای سیاست‌های ترقی‌خواهانهٔ مدیریت زمین و آب برای معکوس‌کردن روند تخریب و حفظ منابع برای آینده تنها زمانی روشن خواهد بود که سازوکارهای نهادی با موضوعات مرتبط با محیط‌زیست و مقیاس کار سازگار باشند و با بهره‌برداران تعامل فراگیرتری (کثرت‌گرایانه‌ای) داشته باشد.

بسته‌ای مرکب از راهکارهای سیاستی متناسب با مقیاس کار، راه‌حل‌های نهادی خلاقانه و برنامه‌ریزی فراگیرتر (اما راهبردی‌تر) می‌تواند برای برآورد نیازهای بشر به تولیدات کشاورزی و خدمات محیط‌زیستی تهیه شود. سؤال این است که آیا این مداخله‌ها تأثیری قابل اندازه‌گیری در حفظ و دوام موهبت‌های طبیعی زمین دارد یا نه؟ و آیا در مناطقی که سرمایه‌های طبیعی تحت تنش قرار دارند، احتمالاً در آینده نهادهای ملی تحت تأثیر برنامه‌های محیط‌زیستی قرار می‌گیرند

یا نه؟ هم‌اکنون موضوع شفاف‌سازی ارزش زمین و آب و ایجاد انگیزه برای مصرف‌کنندگان منابع و سرمایه‌گذاران به‌خوبی جا افتاده است (World Bank, 2009b).

از نظر مدیریت آب، هنوز هم می‌شود از شعار «هر قطره آب، محصول بیشتر»[1] استفاده کرد، اما فشار ناشی از رقابت در تقاضای آب ایجاب می‌کند که این شعار به «محصول بیشتر با استفادهٔ کمتر از آب و اثرات محیط‌زیستی کمتر» تغییر کند. مفهوم این شعار آنست که در مدیریت آب، برای تولید پایدار محصولات و افزایش کشت به کشاورزی دقیق و هوشمندانه‌تر نیاز است و این امر مستلزم متمرکز شدن بر فناوری و دانش خواهد بود. هم‌چنین لازم است که بخش کشاورزی در حسابرسی مصرف آب از نظر اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی مهارت بیشتری کسب نماید. البته باید منافع شخصی کشاورزان را در بهبود نتایج محیط‌زیستی درسطح مزرعه کنترل نمود. به علاوه می‌توان در حمایت از آبیاری پایدارتر برای منافع بخش خصوصی (شامل تأمین مواد شیمیایی کشاورزی و کود) انگیزه ایجاد کرد. همهٔ این چشم‌اندازها بر این دلالت دارد که نقش دولت در بهره‌برداری از طرح‌های آبیاری و نگهداری آن‌ها به نقش نظارت هوشمند تغییر نماید که موجب می‌شود فناوری‌های کارای مدیریت آب توأم با عملیات زراعی دانش‌بنیان بیشتر به کار گرفته شوند.

زمان آن فرا رسیده که مدیریت پایدار زمین و آب در مرکز مباحثات توسعهٔ جهانی در جای درست خود قرار گیرد و توافق پیرامون چشم‌انداز یکپارچهٔ مشترک در سطوح جهانی، منطقه‌ای و ملی اولویت اول باشد. لازم است این چشم‌انداز در راهبرد و چارچوب سرمایه‌گذاری منعکس شود و مشخص کند که چگونه می‌تواند چشم‌انداز مشترک با نقاط عطف ملموس، نیازهای منابع مالی و انسانی و مسئولیت‌های بازیگران مختلف را عملی سازد. این راهبرد و چارچوب بعداً می‌تواند به برنامه‌های راهبردی و سرمایه‌گذاری در سطوح ناحیه‌ای و ملی تبدیل شود.

در سطح جهانی برای جبران سرمایه‌گذاری افزایش یافته، نیاز به کمک مالی وجود دارد. این نیاز می‌تواند به اعتبارات کربن مرتبط شود. لازم است سرمایه‌گذاری در سطح مزرعه، حوضهٔ آبریز یا شبکهٔ آبیاری و در سطح کلان از طریق سرمایه‌گذاری دولتی در نهادها، دانش و کالاهای عمومی و از طریق سرمایه‌گذاری خصوصی در تحقیق و توسعه و ظرفیت‌سازی صورت گیرد. در اجرا نیز به فضای حمایتی قوی و ساختار انگیزشی، حمایت نهادی و سازوکاری قوی برای پایش و ارزیابی نیاز است.

در چشم‌انداز افزایش همکاری‌های بین‌المللی در مورد زمین و آب، همکاری با شرکای بخش خصوصی، سازمان‌های مردم‌نهاد و بنیادهای بین‌المللی وجود دارد. در این ارتباط، لازم است «قواعد تعامل» برای همکاری‌های بین‌المللی تعیین شود تا اطمینان حاصل شود که سرمایه‌گذاری‌های خارجی برای کشورهای دریافت‌کننده مفید است و امکان دسترسی کشاورزان خرده‌پا و فقرا به فرصت‌های اقتصادی فراهم شده است.

1. more crop per drop

فصل ششم
نتیجه‌گیری‌ها و توصیه‌های مهم سیاستی

در این کتاب منابع زمین و آب که کشاورزی به آن‌ها وابسته است با سه چالش روبروست: افزایش تولید غذا تا حدود ۷۰ درصد تا سال ۲۰۵۰؛ کاهش گرسنگی و بهبود معیشت فقیرترین‌ها و به حداقل رساندن یا کاهش تخریب زمین و آب و اکوسیستم‌های وسیع‌تر. در فصل‌های گذشته، طیفی از راه‌حل‌های فنی و نهادی مطرح شد و لازم است که این راه‌حل‌ها با نظام‌های کشاورزی محلی و شرایط اقتصادی-اجتماعی سازگار شوند. آنگاه می‌توان با بهبود برنامه‌ریزی و ایجاد ارتباط آن با بسته‌های انگیزشی هوشمند چارچوبی را برای سرمایه‌گذاری ایجاد نمود که ارزش‌های مشترک را در مورد سرمایه‌های طبیعی اعمال کند و بر اساس آن مدیریت کارامد زمین و آبی که عادلانه و پایدار باشد در همهٔ سطوح اجرا شود.

اخیراً حرکت در جهت این «اقتصاد سبز» جدید آغاز شده است. دولت‌ها، جامعهٔ مدنی و بخش خصوصی به طور فزاینده‌ای در جستجوی فناوری‌ها و رویکردهایی هستند که بتواند بازدهی را بالا برد و در عین حال از منابع طبیعی پایه و اکوسیستم‌های مرتبط محافظت کند. بسته‌هایی برای کشاورزی پایدارتر به کار گرفته شده و اقدام‌هایی برای غلبه بر محدودیت‌های فنی و اقتصادی‌اجتماعی طراحی گردیده است.

لیکن علی‌رغم این پیشرفت، هنوز هم در به‌کارگیری دستاوردها موانع چشمگیری وجود دارد. تعدد ابزارها، کنفرانس‌ها و تعهداتْ با یکدیگر مغایر، پرهزینه و زمان‌بر است و در عمل اثرات خیلی کمی دارد. عزم سیاسی کشورها و جامعهٔ بین‌الملل برای برخورد هماهنگ با مسائل ضروری است.

حرکت در مسیرهای پایدارتر در کشاورزی متراکم و مدیریت اکولوژیکی، نیازمند تلاش‌های بیشتری خواهد بود. برای تجهیز سازمان‌ها و کشاورزان به دانش، انگیزه‌ها و منابع مالی ضروری، بایستی سیاست‌ها، نهادها و استراتژی‌های اجرایی در سطوح محلی، ملی و جهانی اصلاح شود. با این پشتیبانی، کشاورزان می‌توانند تولید خود را به شکلی پایدار بالا برده و نوع کشت خود را هرچه بیشتر با اکوسیستم‌های محلی هماهنگ کنند و بده‌بستان‌ها را به گونه‌ای مدیریت کنند که عوارض جانبی کمینه باشد. تعامل عالمانه در سطوح محلی، ملی و جهانی با تمرکز بر نظام‌های در معرض خطر زمین و آب نهایتاً موجب گسترش منافع رشد اقتصادی‌ـاجتماعی به طور گسترده و طولانی‌مدت می‌شود و باعث کاهش ناامنی غذایی و فقر مرتبط با آن می‌شود.

اطمینان از تولید پایدار در نظام‌های اصلی زمین و آب

از نظر جهانی بسیاری از نظام‌های اصلی زمین و آب مهم‌اند و از نظر پایداری، بهره‌وری و ظرفیت پرداختن به فقر و امنیت غذایی با ریسک زیادی روبرویند. این بخش خلاصه‌ای از چگونگی به‌کارگیری راه‌حل‌های افزایش تولید را در یک چارچوب اکولوژیکی پایدار با تمرکز بر کاهش فقر و افزایش امنیت غذایی در قالب نظام‌های اصلی زمین و آب جهان ارائه می‌کند.

نظام‌های اصلی زمین و آب در معرض خطر

گرچه در بسیاری از نظام‌های زمین و آب ایجاد بهبود در بهره‌وری و در برخی موارد توسعهٔ سطح زیر کشت امکان‌پذیر است، ولی همهٔ نظام‌ها در معرض خطر تخریب و از دست دادن ظرفیت تولیدشان هستند و این وضعیت در نظام‌های مختلف متفاوت است. در بین نظام‌های دیم خارج از مناطق معتدل، بیابان‌زایی و تخریب زمین از خطرهای عمده است. در مناطق معتدل، چشم‌انداز قابل ملاحظه‌ای برای افزایش تولید وجود دارد ولی خطر آلودگی و سایر تخریب‌های اکوسیستمی نیز وجود دارد. در حوضه‌های وسیعی از زمین‌های حاصلخیز آسیا، نظام‌ها معمولاً بسیار توسعه‌یافته‌اند اما با مشکلات کمیابی آب و افت کیفی زمین‌ها روبرویند. نظام‌های دلتاها در معرض خطر بالاآمدن سطح آب دریا و هم‌چنین افزایش آلودگی خواهند بود. در بسیاری مکان‌ها، ممکن است به زیرساخت‌های جدیدی نیاز باشد تا امنیت آب و بهره‌وری آن را در مواجهه با افزایش محتمل اما متغیر الگوهای بارندگی افزایش دهد. همهٔ نظام‌هایی که از آب زیرزمینی استفاده می‌کنند در معرض خطر تخلیهٔ آبخوان و تخریب قرار دارند.

مناطقی که بیشترین مقدار تولید اضافی از آن‌ها به دست خواهد آمد (خصوصاً نظام‌های فاریاب و تولید دیم در مناطق معتدل) در اولویت اقدام قرار دارند. به علاوه، اولویت باید به مناطق جغرافیایی فقیر و آسیب‌پذیر در مقابل تخریب منابع داده شود و هم‌چنین مناطقی که در آن‌ها کشاورزی، دامداری و جنگلداری نقش عمده‌ای در کاهش فقر و امنیت غذایی ایفا می‌کند. مبارزه با مشکلات نظام‌های تولیدی در هر منطقه‌ای که در مقابل تخریب منابع آسیب‌پذیر است نیز در اولویت است: مثلاً نظام‌های حاشیه‌ای کوهستانی، زمین‌های چراگاهی حاشیه‌ای که به کشت دیم تبدیل شده‌اند، یا جنگل‌هایی که به کشاورزی تجاری زودبازده تبدیل گردیده‌اند.

گزینه‌های نظام‌های اصلی زمین و آب

در فصل‌های پیش، مشکلات فعلی و خطرات آتی پیش روی نظام‌های اصلی زمین و آب جهان که در دهه‌های آینده با چالش افزایش شدید تولید روبرویند مطرح شد. در این فصل، گزینه‌های فنی و نهادی که در هریک از این نظام‌ها می‌تواند بازدهی و تولید را افزایش دهد و در عین حال اثرات منفی را کمینه کند به طور خلاصه مطرح می‌شود (جدول ۱ـ۶).

جدول ۱ـ۶: پاسخ‌های فنی و نهادی برای حمایت از مدیریت بهبودیافتهٔ زمین و آب

نظام	پاسخ‌های فنی برای بالابردن بازدهی از طریق بهبود مدیریت زمین و آب	پاسخ‌های نهادی برای حمایت از بهبود پایدار مدیریت زمین و آب
دیم		
زمین‌های مرتفع	• حفاظت از آب و خاک • تراس‌بندی • حفاظت از سیل • احیای جنگل‌ها • کشاورزی حفاظتی	• پرداخت هزینهٔ خدمات محیط‌زیستی در حوضه • ترویج گردشگری • مهاجرت‌های برنامه‌ریزی‌شده • ارائهٔ خدمات و زیرساخت‌های پایه‌ای
مناطق گرمسیری نیمه‌خشک	• هماهنگی بیشتر میان کشاورزی و دامداری • سرمایه‌گذاری در آبیاری و استحصال آب • تغذیهٔ یکپارچهٔ گیاهان • اصلاح ارقام سازگار با شرایط نیمه‌خشک • کشاورزی حفاظتی	• تسهیل رعایت حقوق مالکیت اراضی • بازسازی و تثبیت اراضی در جایی که ممکن است • بیمهٔ محصولات • بهبود مدیریت و سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها (بازارها ـ جاده‌ها) • برنامه‌ریزی مهاجرت • تولید انرژی خورشیدی • مدرسهٔ کشاورزی
نیمه‌گرمسیری	• سازگاری با تغییر آب و هوا • اصلاح ارقام سازگار با شرایط نیمه‌خشک • بهبود حفاظت از آب و خاک • تغذیهٔ یکپارچهٔ گیاهان • کشاورزی حفاظتی	• بازسازی و تثبیت اراضی • بیمهٔ محصولات • سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها و خدمات روستایی • مهاجرت برنامه‌ریزی‌شده

ادامه جدول ۱ـ۶: پاسخ‌های فنی و نهادی برای حمایت از مدیریت بهبودیافتهٔ زمین و آب

پاسخ‌های نهادی برای حمایت از بهبود پایدار مدیریت زمین و آب	پاسخ‌های فنی برای بالابردن بازدهی از طریق بهبود مدیریت زمین و آب	نظام
● برنامه‌ریزی مشارکتی برای گسترش و تمرکز	۱. اروپای غربی ● کنترل آلودگی و کاهش آن ● کشاورزی حفاظتی ● تغذیهٔ یکپارچهٔ گیاهان و مدیریت آفات ۲. جاهای دیگر ● کنترل آلودگی و مقابله با آن ● تغذیهٔ یکپارچهٔ گیاهان و مدیریت آفات ● کشاورزی حفاظتی	معتدل
آبی		
● پرداخت هزینهٔ خدمات محیط‌زیستی	● افزایش ذخیرهٔ آب و تنوع‌بخشی به محصولات (با واردکردن آبزیان و سبزیجات)	مبتنی بر برنج (آسیا)
● مدرسهٔ کشاورزی	● کنترل آلودگی	
● بهبود انگیزه‌ها، دسترسی به بازارها و نهاده‌ها و محصولات اصلاح‌شده ● اصلاح مدیریت دولتی و زیرساخت‌ها ● مدرسهٔ کشاورزی	● سیستم کشت متراکم برنج (SRI)	(آفریقا)
● تشویق به مصرف بهینهٔ آب	● نوکردن طرح‌های آبیاری (زیرساخت‌ها و مدیریت) برای بهبود خدمات آب، افزایش انعطاف‌پذیری و ایجاد اعتماد در نظام‌های تأمین آب برای افزایش تنوع محصولات	نظام‌های حوضهٔ رودخانه
	آماده‌سازی و اجرای برنامه‌های سازگاری با تغییر آب و هوا	
● تنظیم مصرف آب زیرزمینی ● تخصیص بهینه‌تر آب	● افزایش بهره‌وری آب	نظام‌های مبتنی بر سفره‌های زیرزمینی

ادامه جدول ۱ـ۶: پاسخ‌های فنی و نهادی برای حمایت از مدیریت بهبودیافتهٔ زمین و آب

نظام	پاسخ‌های فنی برای بالابردن بازدهی از طریق بهبود مدیریت زمین و آب	پاسخ‌های نهادی برای حمایت از بهبود پایدار مدیریت زمین و آب
سایر		
دلتاها و نواحی ساحلی	• برنامه‌های سازگاری با تغییر آب و هوا • کنترل سیلاب • کنترل آلودگی • مقابله با آلودگی آرسنیک از طریق روش‌های پیشرفتهٔ آبیاری	• برنامه‌ریزی اراضی • کنترل افت کیفی آب زیرزمینی
کشاورزی حاشیهٔ شهرها	• کنترل آلودگی	• دسترسی مطمئن به آب و زمین • تلفیق بهتر کشاورزی شهری در برنامه‌ریزی شهری

گزینه‌ها باید با مشکلات و با فرصت‌ها تطبیق داده شوند. در مورد زمین، تغییر استفاده از آن، تنوع محصول، اقدامات بهبود کیفیت و حاصلخیزی خاک و کشاورزی حفاظتی برای افزایش بهره‌وری، پایداری و انعطاف‌پذیری نظام‌های کشاورزی لازم است و در همهٔ موارد لازم است آگاهی بهتری نسبت به تکنیک‌های زراعی وجود داشته باشد از قبیل: حداقل خاک‌ورزی، استفاده از گیاهان پوششی و تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن در چرخهٔ تناوب، مدیریت مصرف کود و اصلاح‌کننده های آلی، بهبود مدیریت آب و خاک در آبیاری و زهکشی و استفاده از ارقام اصلاح‌شده با بهره‌وری بالای آب. و اما در مورد آب، ترکیبی از اقدامات عرضه‌ـمحور توأم با مدیریت تقاضا برای تنظیم ظرفیت ذخیره و بهبود مدیریت عرضه، کاهش نرخ تخلیهٔ آب زیرزمینی، ترویج مصرف کاراتر و افزایش بهره‌وری آب ضروری است.

نظام‌های دیم مناطق مرتفع مشخصاً از نقطه‌نظر اثرگذاری بر فقر و امنیت غذایی در خطرند. در این مناطق، حفاظت خاک و آب، تراس‌بندی، اقدامات حفاظت از سیلاب و کاشت درخت برای مقابله با اثرات منفی فرسایش و بیابان‌زایی لازم است و این امر نیازمند حمایت از بیرون است زیرا این مناطق معمولاً فقیر هستند و بخشی از منافع سرمایه‌گذاری‌ها به پایین‌دست می‌رسد. اجرای طرح‌های پرداخت هزینهٔ خدمات محیط‌زیستی برای این نظام‌ها بسیار مناسب است، چون حفاظت از ارزش‌های مناظر سبب رونق گردشگری خواهد شد.

نظام‌های دیم مناطق نیمه‌خشک می‌تواند بازدهی کشاورزی و دامداری را با تلفیق بهتر بهبود بخشد و با تغذیهٔ تلفیقی گیاه، ارقام بهتری از محصولات زراعی، بهبود کنترل آب، اجرای آبیاری تکمیلی و استحصال آب، بازدهی محصول افزایش یابد. اقدام‌های نهادی برای بهبود مالکیت زمین و در برخی موارد تأثیر بر اصلاحات ارضی همراه با تحقیق، انتقال فناوری و سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های روستایی برای کمک به افزایش درآمد اهالی و جلوگیری از مهاجرت ضروری است.

نظام‌های دیم مناطق نیمه‌گرمسیری می‌تواند از ظرفیت کشاورزی متراکم از طریق روش‌های حفاظت خاک و آب، تغذیهٔ تلفیقی گیاه و استفاده از ارقام اصلاح‌شده و سازگارتر بهره‌برداری کند. اقدامات پشتیبانی نهادی شامل اصلاحات ارضی و یکپارچه‌سازی اراضی و سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های روستایی است.

نظام‌های دیم مناطق معتدل در برخی نواحی ظرفیت برای کشاورزی متراکم و توسعه بیشتر را دارند اما لازم است

به‌دقت بر خطرات آلودگی نظارت شود و آن‌ها را مدیریت کرد. در تغذیهٔ گیاهان و مدیریت آفات استفاده از رویکردهای تلفیقی در اولویت است. اقدامات پشتیبانی نهادی مورد نیاز شامل تحقیقات در مورد سازوکارهای نظارتی و برنامه‌ریزی و اجرای آن‌ها برای توسعهٔ منظم مناطق زیر کشت است.

معمولاً نظام‌های فاریاب در معرض خطر بزرگتری هستند. در نظام‌های مبتنی بر برنج در آسیا، اولویت‌ها شامل بهبود ذخیره‌سازی آب برای کنترل آن و جلوگیری از سیلاب و تنوع‌بخشی به محصولات با ارزش‌تر و نظام‌های چندمنظوره (مثلاً برنج/ شیلات) و کنترل اثرات آلودگی در پایین‌دست است. برای نظام‌های فاریاب در آفریقا، بهبود وضعیت دسترسی به بازار همراه با بهبود وضعیت حکمرانی و مدیریت آبیاری کلید اصلی خواهد بود.

در همه نظام‌های حوضهٔ آبریز، نوسازی زیرساخت‌ها و نهادها می‌تواند وضعیت ارائهٔ خدمات آب را بهبود بخشد و از کشاورزی متراکم و تنوع‌بخشی به محصولات حمایت کند برای افزایش کارایی مصرف آب باید ساختارهای انگیزشی اصلاح شود. برنامه‌ریزی برای ایجاد سازگاری با تغییر آب و هوا نیز ضروری است. در نظام‌های آب زیرزمینی حمایت از رشد کشاورزی می‌تواند ادامه یابد، اما این تنها در صورتی ممکن است که کاربران تشویق شوند میزان تقاضای خود را در محدودهٔ تغذیهٔ آبخوان‌ها نگه دارند. در نظام‌های دشت‌های ساحلی و دلتاهای در معرض خطر اولویت اول باید با سازگاری با تغییر آب و هوا و راهبردها و سرمایه‌گذاری مربوط به سازگاری و کنترل سیلاب باشد. هم‌چنین اولویت اول برای ترمیم نظام‌های تخریب شده و جلوگیری از ایجاد اثرات منفی بیشتر در آن‌ها با اقدامات فنی و زیربنایی در کنترل آلودگی خواهد بود. در نهایت کشاورزی در حاشیهٔ شهرها نیازمند ساختاری نظارتی برای استفادهٔ مجدد از فاضلاب خواهد بود.

سیاست‌ها و راهبردهای مدیریت پایدار زمین و آب

پرداختن به نظام‌های در معرض خطر از اهداف برنامه‌های منطقه‌ای و جهانی است، اما اصلاح واقعی این نظام‌ها از مدیریت بهتر زمین و آب در سطوح محلی و ملی آغاز می‌شود؛ چون در این سطح می‌توان از سیاست‌ها و سرمایه‌گذاری ملی بهره گرفت. با در نظر گرفتن همهٔ این اهداف، برای پشتیبانی و اجرای مدیریت کارامدتر در سطح ملی چه اقدام‌های عملی‌ای می‌تواند انجام شود؟

فضای سیاستگذاری‌های کلان

در سطح ملی، دولت‌ها وظیفه دارند امکان توسعهٔ کشاورزی پایدار، کارامد و عادلانه را فراهم آورند. چارچوب این وظیفه بر اساس اعمال سیاست قیمت و تجارت، سیاست‌های مالی و تخصیص بودجه، قانون‌گذاری و ایجاد ساختارهای نهادی برای ادارهٔ زمین و آب و خدمات تولیدکننده است. در حالت آرمانی، چارچوب‌های سیاستی بر اساس فرایندهای مشارکتی و شفاف به وجود می‌آیند و منجر به ایجاد سیاست‌ها و نهادهایی می‌شوند که کارامدند و به نفع فقرا و پایداری اکوسیستم عمل می‌کنند.

تشویق به هم‌افزایی چندجانبه و تصمیم‌گیری در خصوص بده‌بستان‌های مربوط به تولید متراکمیا توسعهٔ سطح زیر کشت، هم افزایی بین نظام‌های تولید پایدار و امنیت غذایی، محافظت و استفادهٔ پایدار از تنوع زیستی و سازگاری با تغییر آب و هوا و کاهش آن از اقدام‌های کلیدی است. بده‌بستان‌هایی که باید درنظر گرفته شوند عبارت‌اند از: حفظ منافع کوتاه‌مدت یا بلندمدت، تولید یا حفاظت از خدمات اکوسیستمی موجود، محصولات غذایی یا مواد اولیهٔ سوخت‌های زیستی، کشاورزی تجاری یا کشاورزی خرد، تخصیص منابع به کشاورزی یا تخصیص منابع به بخش‌های شهری و صنعتی و منافع محلی یا کالاهای جهانی.

ایجاد ساختار انگیزشی

در مدیریت پایدار، بایستی برنامه‌های ترویجی از نظر فنی مناسب باشند و دسترسی به دانش، کمک مالی و بازار ضروری است. مهم‌تر از همه، باید انگیزه‌ها و حمایت‌های مالی یا یارانه‌ها به اندازه‌ای افزایش یابد که کشاورزان را در انتخاب روش‌های پایدار نسبت به روش‌های کمترپایدار ترغیب نماید.

وجود ساختار انگیزشی حمایتی امری حیاتی است، اما لازم است این ساختار با منافع مصرف‌کننده منطبق باشد. اغلب در سطح محلی، ملی و جهانی انگیزه‌های کاملاً متفاوتی وجود دارد. توزیع عادلانه و منصفانهٔ هزینه‌ها و منافع مدیریت پایدار زمین و آب و همین‌طور اختصاص انواعی از یارانه‌های هوشمند به کشاورزانی که متحمل هزینه می‌شوند اما منافعی دریافت نمی‌کنند ضروری است. این موضوع باید مثلاً از طریق قراردادهای پرداخت هزینهٔ خدمات محیط‌زیستی طراحی شود. ممکن است انگیزه‌هایی نیز برای جبران خسارت کشاورزان به دلیل فاصلهٔ زمانی بین سرمایه‌گذاری و حصول منافع لازم باشد. باید مراقب بود که پرداخت هر نوع یارانه‌ای در راستای سیاست‌های هدف‌گذاری شده، حفظ محیط‌زیست و به نفع فقرا باشد.

برقراری امنیت دسترسی به منابع زمین و آب

کشاورزان فناوری و روش‌های جدید را به کار می‌گیرند، مشروط بر اینکه از دسترسی پایدار به منابع زمین و آب مطمئن باشند. از این رو، استفاده از نظام‌های مالکیت زمین و حقوق استفاده از آب امری ضروری است. این نظام‌ها این امکان را برای کشاورزان فراهم می‌آورند که از مزیت‌های نسبی کالاهای غذایی اساسی و محصولات با ارزش افزوده بهره‌مند شوند. استفاده از این نظام‌ها نیازمند تجزیه و تحلیل وضعیت از همان ابتدای کار است. توسعهٔ اعتبارات روستایی و ارائهٔ کمک مالی، که برای نظام‌های کشاورزی خاص مناسب است، نیز پیش‌شرطی ضروری است. اما این امر نباید تنها مبتنی بر اعتبارات تولید سالانه باشد، بلکه باید شامل کمک مالی بلندمدت‌تر برای سرمایه‌گذاری در منابع زمین و آب شود. این اقدام‌ها بایستی با نشر فناوری و عملیات خوب کشاورزی تکمیل شود. بنابراین به سرمایه‌گذاری عمومی به میزان کافی نیاز است.

راهبردهای ملی برای مدیریت پایدار زمین و آب

با فرض وجود فضای سیاستی توانمندی که لازم است، بایستی برنامه‌های محلی و ملی برای مدیریت پایدار زمین و آب به برنامه‌های راهبردی و سرمایه‌گذاری تبدیل شود و باید تجزیه و تحلیل هزینه‌ـفایده برای این اقدام‌ها انجام شود تا سرمایه‌گذاری‌های راهبردی مشخص شود، سرمایه‌گذاری‌هایی که استفاده از بهترین روش‌ها را در مدیریت زمین و آب تسهیل خواهد کرد. قاب ۱-۶ خلاصه‌ای از مراحل آماده‌سازی راهبردهای ملی برای مدیریت پایدار زمین و آب را نشان می‌دهد. چنین برنامه‌ریزی‌ای بایستی با مشارکت کامل مردم محلی صورت گیرد.

قاب ۱-۶: راهبرد ملی برای مدیریت پایدار زمین و آب

تشخیص: تشخیص مشارکتی و تجزیه و تحلیل دقیق از شرایط به عنوان نقطهٔ مرجع برای توسعهٔ راهبردها لازم است.
راهبرد اجرا. راهبرد مشخص می‌کند یک چشم‌انداز مشترک برای مدیریت پایدار زمین و آب چگونه می‌تواند اجرا شود. راهبرد باید نقاط عطف ملموس، نیازهای منابع مالی و انسانی و جزئیات نقش‌ها و مسئولیت‌های دست‌اندرکاران مختلف (دولت، سازمان‌های اجتماعی، سازمان‌های مردم‌نهاد و بخش خصوصی) را مشخص نماید.
حمایت‌های نهادی جدی و مناسب اجرا. همکاری در مدیریت پایدار زمین و آب نیازمند نهادهای قوی با حمایت بودجهٔ پایدار، پایش و ارزیابی قوی، سازوکارهای حل اختلاف و سایر سازوکارهای پاسخگویی است. وجود پایگاه اطلاعاتی خوب و سازوکارهای تبادل دانش و اطلاعات پیرامون زمین و آب ضروری است. نهادها هم‌چنین باید قابلیت سازگاری داشته باشند تا بتوانند به نیازهای متغیر پاسخ دهند.
سطح سرمایه‌گذاری ـ استفاده از چارچوب‌های سرمایه‌گذاری. چارچوب سرمایه‌گذاری باید با تجزیه و تحلیل درست سود–هزینه پشتیبانی شود و سرمایه‌گذاری‌های راهبردی را مشخص‌کند که باعث ترویج سریع به‌کارگیری بهترین روش‌های مدیریت پایدار زمین و آب خواهد شد. می‌توان از چارچوب‌های سرمایه‌گذاری در مدیریت زمین و آب برای هدف قرار دادن ذی‌نفعان و پشتیبانی ساختاری استفاده کرد.
انتشار دانش. تبادل دانش و انتشار آن عنصر کلیدی در تعیین راهبردی برای مدیریت پایدار زمین و آب است. باید از اطلاعات محلی به بهترین وجه استفاده شود، پشتوانهٔ تحقیقاتی وجود داشته باشد و تبادل در سطح منطقه‌ای و بین‌المللی انجام گیرد. انتشار جهانی گاز (کاتوگ‌ها) وقتی با مشارکت افراد محلی و در راستای اهداف و سیاست‌های ملی با شرایط محلی سازگار شود نقش مهمی ایفا خواهد کرد.
پایش و ارزیابی. راهبردهای اجرایی و چارچوب‌های سرمایه‌گذاری باید با چارچوب ساده، جامع و شفافی برای ارزیابی و پایش (M&E) که هم بر جنبه‌های اجرایی و هم بر اثرات راهبردها تمرکز دارد همراه باشد.

حمایت نهادی

مدیریت پایدار زمین و آب نیازمند حمایت نهادی قوی با تخصیص بودجهٔ پایدار برای مدیریت استفاده از منابع طبیعی در جهت منافع عمومی است. لازم است نهادها قابلیت سازگاری داشته باشند تا بتوانند نیازهای متغیر را در نظر گرفته و به منابع اطلاعاتی مورد نیاز دسترسی داشته باشند. در سطح کشوری، اصلاحات نهادی مورد نیاز برای حمایت از مدیریت پایدار زمین و آب شامل موارد زیر است:

اصلاح نهادهای زمین و آب برای حمایت از مالکیت عادلانه‌تر و مدیریت مسئولانه‌تر. تأمین دسترسی پایدار به زمین و آب، ایجاد انگیزه برای مدیریت مسئولانه و ملزم به حفظ سلامت محیط‌زیست، از موارد کلیدی است.

توسعه و تقویت نهادها برای مدیریت یکپارچهٔ زمین و آب در سطح پروژه یا طرح، شامل برنامه‌های نوسازی نهادها و زیرساخت‌های آبیاری با مشارکت کامل بهره‌برداران در تصمیم‌گیری و کمک مالی.

در سطح حوضهٔ آبریز، هرجا ارگان‌های توسعهٔ منطقه‌ای یا نهادهای مسئول وجود دارند، باید برنامه‌هایی اجرا شود که مدیریت زمین و آب را در سطح منطقه یا حوضه هر چه بیشتر تلفیق نماید. ممکن است نیاز به برنامه‌های مدیریت حوضه

باشد و این برنامه‌ها باید در یک چارچوب زمانی طولانی با پایش و ارزیابی خوب و با هدف سنجش تغییرات اثرات متقابل و پیچیدهٔ بالادست بر پایین‌دست و بالعکس اجرا شود.

ایجاد چارچوبی برای کارامد نمودن بازارهای رقابتی نهاده‌ها و تولیدات

ارائهٔ بسته‌های تحقیقی و ترویجی و برنامه‌های توسعه‌ای مانند مدرسه در مزرعه، با مشارکت گروه‌های کشاورزان محلی، سازمان‌های مردم‌نهاد و بخش خصوصی.

در این ارتباط هم‌چنین همکاری سازمان‌های عمومی و کشاورزان با ادارات محلی، ارگان‌های فنی، سازمان‌های مردم‌نهاد و بخش خصوصی با رویکرد مشارکتی برای مدیریت پایدار منابع محلی حائز اهمیت است.

میزان سرمایه‌گذاری مناسب، سرمایه‌گذاری در جایی که بیشترین نیاز وجود دارد

ترکیبی از سرمایه‌گذاری دولتی و خصوصی در سطح ملی مورد نیاز است که باید با حمایت‌های راهبردی بین‌المللی تقویت شود. افزایشی که اخیراً در تخصیص منابع به بخش کشاورزی در برخی از کشورهای آفریقایی رخ داده امیدوارکننده است. اما در سطح سیاست‌گذاری باید تعهدات مدیریت پایدار زمین و آب با تخصیص بیشتر و راهبردی‌تر منابع عمومی و با سازوکارهایی برای به کار گرفتن سرمایه‌گذاری‌های بخش خصوصی همراه و هماهنگ شود. چارچوب سرمایه‌گذاری، که شرح آن در فصل ۵ آمد، می‌تواند در برنامه‌ریزی برای منابع مالی عمومی و خصوصی به منظور دستیابی به کشاورزی سازمان‌یافته استفاده شود، تا هم پاسخگوی اهداف توسعهٔ ملی و هم پاسخگوی میزان متغیر تقاضای تولید و خدمات محیط‌زیستی باشد.

در کشورها، سرمایه‌گذاری در سه سطح می‌تواند انجام شود. در سطح ملی، سرمایه‌گذاری دولت می‌بایستی به گونه‌ای با بازارهای محلی پیوند یابد که بتواند تقاضای محلی را برآورده نموده و به ایجاد روزافزون بازارهای منطقه‌ای کمک کند. این کار نیازمند سرمایه‌گذاری در طرح‌های عمومی مانند جاده‌ها و انبارها است، اما می‌تواند سهم بزرگی از سرمایه‌گذاری خصوصی را نیز شامل شود. به علاوه، دولت‌ها باید در نهادهایی سرمایه‌گذاری کنند که بر مدیریت پایدار زمین و آب نظارت و آن را ترویج می‌کنند: تحقیق و توسعهٔ عملیات مناسب برای تولید متراکم پایدار محصول، دام و شیلات؛ مدیریت تلفیقی مواد مغذی[1] و مدیریت تلفیقی آفات؛ ایجاد انگیزه و ایجاد نظام‌های نظارتی مروج کشاورزی متراکم پایدار؛ و هرجا مناسب باشد، برنامه‌ریزی برای کاربری زمین و مدیریت آب از جمله مذاکره پیرامون توافقنامه‌های همکاری در مورد منابع آب فرامرزی.

در سطح حوضهٔ آبریز یا شبکهٔ آبیاری، وجود رویکرد برنامه‌ریزی یکپارچه موجب سرمایه‌گذاری منظم روی زمین و آب خواهد شد. در شبکه‌های آبیاری، نیاز به تمرکز بر نوسازی زیرساخت‌ها و امکانات نهادی برای افزایش بازدهی در هریک از شبکه‌ها و کاهش تخریب منابع و اثرات جانبی وجود دارد. در جهت ترغیب مدیریت محلی و کاهش فشار بر منابع مالی عمومی محدود، توسعهٔ انجمن‌های آب‌بران، بازگشت هزینه‌های بهره‌برداری و آموزش مدیریت پیشرفتهٔ آبیاری در اولویت خواهد بود. اهمیت این تمهیدات ساختاری به اندازهٔ سرمایه‌گذاری در فناوری‌های کارامدتر استفاده از آب است و اگر به صورت یکپارچه و مرتبط با موضوع انجام گیرد احتمال موفقیت بیشتر خواهد بود.

در سطح محلی، حمایت‌ها برای توانمندسازی کشاورزان و گله‌داران در به‌کارگیری روش‌های مدیریت پایدار می‌تواند از طریق انتقال دانش، انگیزه‌ها و منابع (ازجمله اعتبارات) صورت پذیرد. اما در نهایت، تصمیم با کاربران زمین خواهند

1. Integrated Nutrient Management (INM)

بود. طراحی هر بسته‌ای باید بر اساس شرایط محیط‌زیستی و اقتصادی‌ـاجتماعی صورت گیرد و به‌کارگیری و تغییرات آن بایستی پایش شود و در صورت نیاز اصلاح گردد.

کاربرد دانش

برای تبدیل اصول و سرمایه به عمل نیاز به توسعهٔ دانش و انتقال آن است. اطلاعات زیادی در زمینهٔ فناوری‌ها و رویکردهای مدیریت پایدار زمین و آب ازجمله دانش محلی وجود دارد، اما تبادل کافی تجارب بین ذی‌نفعان در کلیهٔ سطوح و بین کشورها یا مناطق وجود ندارد. بنابراین ایجاد محیط توانمند، تقویت همکاری بهتر میان شبکه‌های موجود و رسانه‌ها، برای تبادل و انتشار اطلاعات و شناسایی و پر کردن خلأ اطلاعاتی گام اصلی در این زمینه است.

برای تدوین استراتژی، تحقیقات در زمینهٔ نظام‌های کشاورزی ضروری است. در این تحقیقات، علاوه بر فناوری تولید و داده، باید به عوامل اقتصادی‌ـاجتماعی نظیر اندازهٔ زمین، اندازهٔ خانوار، امنیت غذایی و دسترسی به سرمایه و بازار نیز توجه شود. اگر قرار است تولید دیم با بهبود ذخیرهٔ رطوبتی خاک تثبیت شود، باید شرایط فیزیکی و اقتصادی‌ـاجتماعی برای تحقق این امر کاملاً مشخص گردد.

پایش و ارزیابی

تأثیر تدریجی اصلاحات نهادی و سرمایه‌گذاری باید به‌دقت پایش و ارزیابی شود. این کار می‌تواند به عنوان بخشی از چارچوب سرمایه‌گذاری انجام گیرد. شاخص‌های اندازه‌گیری را می‌توان از بانک اطلاعاتی عرضه و تقاضای زمین و آب در موارد زیر گرفت: وضعیت و تغییرات کاربری زمین، پوشش زمین و تخریب اراضی، تغییرات سلامت آب و خاک، شاخص‌های تنوع زیستی و ذخیرهٔ کربن در زیر و روی زمین، تغییرات در میزان دسترسی فقرا به آب و زمین، تغییر در میزان بهره‌وری کشاورزی، تغییرات در میزان فقر روستایی و نرخ به‌کارگیری روش‌های مدیریت پایدار زمین و آب. سازمان تسهیلات جهانی محیط‌زیست و کنوانسیون سازمان ملل برای مقابله با کویرزایی[1] مجموعه‌ای از شاخص‌های استاندارد تعریف کرده‌اند که بتواند در سطح برنامه‌های کشوری به کار رود.

اصلاح همکاری‌های بین‌المللی در مدیریت زمین و آب

توافق در اصول و رویکردها

در سطح بین‌المللی، تا به حال هیچ چارچوب برای مدیریت پایدار زمین و آب وجود نداشته که همه بر روی آن اتفاق نظر داشته باشند. لیکن در چند برنامهٔ جهانی چشم‌انداز و راهبردهایی ارائه شده که می‌تواند زیربنایی برای اصول و روش‌های اقدامات اصلی برای مدیریت پایدار زمین و آب باشد.

چنین توافقی می‌تواند اولویت‌های مشترک و اهداف و راهبردهای کلی توسعه مرتبط با نظام‌های در معرض خطر را تعریف کند، که در مدیریت پایدار زمین و آب به این اولویت‌ها پرداخته می‌شود. این توافق‌ها می‌تواند در زمینهٔ افزایش امنیت غذایی، بهبود معیشت روستایی، حفاظت پایدار و بهبود خدمات اکوسیستمی، ترسیب کربن و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای صورت گیرد. به این ترتیب چشم‌انداز مشترک می‌تواند در سطح بین‌المللی در نهادها، سیاست‌ها و برنامه‌ها در سطوح محلی و ملی منعکس گردد.

1. United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD)

برای اجرای این چشم‌انداز مشترک، لازم است توافق‌نامه‌ای تهیه شود که با راهبرد چند بخشی و چارچوب سرمایه‌گذاری همراه باشد و در آن چگونگی اجرای چشم‌انداز مشترک مدیریت زمین و آب با نیازهای منابع مالی و انسانی، جزییات مسئولیت‌ها و نقش دست‌اندرکاران مختلف در بدنهٔ دولت، سازمان‌های بین‌المللی، سازمان‌های غیردولتی، سازمان‌های اجتماعی و بخش خصوصی، مشخص شده باشد.

سرآغاز همکاری‌های بین‌المللی

اخیراً چندین محرک از جمله نگرانی درباره تغییرات آب و هوایی، بحران‌های اخیر قیمت غذا و رکود جهانی و هم‌چنین حرکت جهانی به سمت اقتصادی سبزتر باعث شده همکاری‌های بین‌المللی افزایش یابد. همهٔ این محرک‌ها باعث افزایش آگاهی و ضرورت نیاز به همکاری شده و علاقه به تعیین سازوکارهای همکاری را بیشتر کرده است. در حال حاضر زمینهٔ بسیاری از همکاری‌های بین‌المللی پیرامون زمین و آب وجود دارد و نیز در حال شکل‌گیری است. برخی از این همکاری‌ها ممکن است سرآغاز افزایش همکاری باشد و سبب افزایش حمایت در به‌کارگیری و اجرای رویکردهای مدیریت پایدار زمین و آب شود (قاب ۲-۶).

کمک مالی

واضح است که نیاز به منابع مالی چشمگیری برای مدیریت پایدار زمین و آب وجود دارد، ولی کیفیت سرمایه‌گذاری‌ها مهم است و بایستی کارامدترین سازوکارها برای رساندن کمک مالی به سرمایه‌گذاری‌های افزایش‌یافتهٔ چه از طریق اعتبارات موجود مانند سازمان تسهیات جهانی محیط‌زیست یا انجمن بین‌المللی توسعه[1] یا از طریق منابع بخش خصوصی و بازار در نظر گرفته شود. اثربخشی کمک‌های مالی بایستی مطابق اصول بیانیهٔ پاریس و در مورد آفریقا طبق دستورالعمل آکرا[2] باشد. احتمالاً امکان تخصیص اعتبار برای حمایت از مدیریت پایدار زمین و آب در سطح خرد بایستی در قالب مذاکرات جهانی تغییرات آب و هوایی و در زمینهٔ اقدامات سازگاری یا کمک مالی برای ترسیب کربن ارزیابی شود. در موافقت‌نامه‌های کمک مالی، باید سازوکارهایی برای ایجاد انگیزه در کشاورزان (به‌ویژه برای توانمندنمودن کشاورزان خرده‌پا و ضعیف در به‌کارگیری روش‌های مدیریت پایدار) گنجانده شود.

طراحی برنامه‌های حمایت از مدیریت پایدار زمین و آب و تأمین منابع مالی برای آن‌ها می‌بایست با انگیزه‌ها و سازوکارهایی انجام شود که باعث ترویج به‌کارگیری فناوری‌ها را در سطح محلی و توسط فقرا، اهداف جهانی مانند احیای جنگل و تثبیت کربن و کاهش اثرات منفی محیط‌زیستی ازجمله انتشار گازهای گلخانه‌ای شود. استفاده از مفهوم پرداخت هزینهٔ خدمات محیط‌زیستی کمک می‌کند که تعادل انگیزه‌ها به نفع مدیریت اکولوژیکی بهبود یابد و کشاورزانی که توانایی به‌کارگیری رویکردهای مدیریت پایدار را ندارند و یا تمایلی به آن ندارند آن را بپذیرند و بیشتر به کار گیرند.

در دههٔ اخیر نقش مهم سرمایه‌گذاری‌های مستقیم خارجی و افزایش سریع آن‌ها به اثبات رسیده است. لذا برقراری مقرراتی که مفید بودن سرمایه‌گذاری خارجی برای کشورهای میزبان و کاربران اراضی را امری اساسی می‌داند ضروری است.

1. International Development Association (IDA)
2. Accra Agenda for Action

قاب ۲-۶: سرآغاز افزایش همکاری پیرامون زمین و آب

بسیاری از همکاری‌های جاری و در حال ظهور در خصوص زمین و آب، نقاط عزیمتی برای افزایش همکاری‌ها هستند که شامل موارد زیر است:

- ایجاد فرصت مشارکت در بخش خصوصی در مواردی مانند تجارت منصفانه، گواهی و برچسب‌های ارگانیک و سبز، اکوتوریسم.
- مشارکت با بنیادهای بین‌المللی نظیر فورد، راکفلر و گیتس.
- پرداخت هزینهٔ خدمات حوضه، حفاظت از تنوع زیستی، تشریک مساعی در حوضه‌های آبریز فرامرزی و کاهش انتشار کربن.
- نگرانی پیرامون تغییر آب و هوا: حمایت‌های فنی، نهادی و مالی که پیرامون این مسئله در جریان است و ممکن است در سطح جهانی، منطقه‌ای و ملی در دسترس باشد می‌تواند اثرات مثبت بزرگی را برای برنامه زمین و آب به دنبال داشته باشد (مثلاً در قالب اعتبارات کربن).
- سرمایه‌گذاری برای رسیدن به «اقتصاد سبز» جدید: تفکر جهانی در جهت حمایت از رویکردهای «اقتصاد سبز» است و با برنامهٔ Rio+20 تقویت می‌شود. به این ترتیب ممکن است دلایل ایجاد اقتصاد سبز باعث تقویت روش‌های پایدار زمین و آب برای دسترسی به طیفی از منابع مالی شود و هم‌چنین ممکن است منجر به برقراری تسهیلات جدیدی شود که اصلاحات در مدیریت زمین و آب از آن بهره‌مند شود.

سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در بخش کشاورزی در کشورهای در حال توسعه خطرها و فرصت‌هایی به همراه دارد. در همکاری‌های بین‌المللی چشم‌اندازی برای تدوین «قوانین معامله» در مورد تضمین سودمندی سرمایه‌گذاری خارجی برای کشورهای میزبان و اینکه در نتیجهٔ آن کشاورزان کوچک و فقرا به فرصت‌های اقتصادی بیشتری دست یابند، وجود دارد. همکاری از طریق قوانین بین‌المللی و سیاست‌های دولت و درگیرکردن جامعهٔ مدنی و رسانه و جوامع محلی می‌تواند به تضمین نتیجهٔ برد ـ برد برای این کار کمک کند.

دانش

در اجرای همکاری بین‌المللی زمین و آب یک عامل کلیدی می‌تواند ایجاد بانک اطلاعاتی در زمینهٔ نظام‌های زمین و آب جهان با تمرکز بر نظام‌های در معرض خطر و امکانات پایش منظم و گزارش وضعیت و روند آن‌ها باشد (قاب ۳-۶). بانک اطلاعاتی جهانی می‌تواند راهنمایی برای انتخاب گزینه‌ها در سطوح بین‌المللی، منطقه‌ای و ملی باشد و در تدوین اصول و رویکردها و تعیین اولویت‌ها به کشورها و شرکای آن‌ها یاری رساند. بروشورهای حاوی بهترین عملیات (کشاورزی)، تجارب موفق و رویکردهای موجود در مدیریت پایدار زمین و آب می‌تواند بهبود یافته و در سطح وسیع‌تری منتشر شود. دانش سنتزشدهٔ بین‌المللی می‌تواند برای استفاده در نظام‌های کشاورزی و در سطوح ملی و محلی با وضع موجود تطبیق داده شود.

قاب ۳-۶: پایش نظام‌های زمین و آب در معرض خطر

میزان چشمگیری از سرمایه‌گذاری فکری و مالی صرف توسعه و انتشار دانش در خصوص زمین و آب شده است، که باید جمع‌بندی شده و در بانک اطلاعاتی از نظام‌های جهانی زمین و آب جمع‌آوری شود. چنین بانک اطلاعاتی‌ای شامل موارد زیر خواهد بود: (۱) تشخیص مشترک بین اعضای همکار در مورد وضعیت و موقعیت منابع زمین و آب در نظام‌های عمدهٔ کشاورزی (۲) بانک اطلاعاتی از تقاضا برای کالا و خدماتی که از زمین و آب حاصل می‌شود (۳) تجزیه و تحلیل موانع و فرصت‌های به‌کارگیری فناوری‌های مدیریت پایدار زمین و آب در سطوح نهادی، بودجه‌ای و سیاستی. این تجزیه وتحلیل بایستی ساده، شفاف و از نظر علمی معتبر باشد و به مثابه مرجع و پایه‌ای برای تبادل اطلاعات و همکاری‌های بین‌المللی مورد استناد قرار گیرد.

برای تکمیل بانک اطلاعاتی و تجهیز دولت‌ها، برنامه‌ریزان و مجریان به بهترین ابزارهای اجرایی، بایستی رویکردهای موجود مدیریت پایدار زمین و آب ارتقا یافته و منتشر شود. این رویکردها شامل بهترین دانش تجربی پیرامون راه‌حل‌ها، گزینه‌ها و درس‌هایی برای مدیریت پایدار زمین و آب است از جمله اینکه چه کارهایی، کجا و چگونه انجام شود و هم‌چنین تعیین شرایط برای موفقیت، تعیین موانع پذیرش و بسط فناوری‌ها، تعیین بهترین رویکردها (از نظر چشم‌انداز، مشارکت و مدیریت حوضه آبریز)، مشخص‌کردن بهترین بستهٔ فناوری‌های موفق (کشاورزی حفاظتی، بیشه‌زراعی، کشاورزی ارگانیک، تلفیق زراعت و دامداری)، فرصت‌های جدید و توسعهٔ فناوری‌های نویدبخش، به همراه ارزیابی خطرات و منافع.

در زمینه ارزش‌گذاری خدمات اکوسیستمی، باید کار بیشتری در چارچوب حسابرسی منابع طبیعی انجام شود. گرچه تحقیقات چشمگیری به‌خصوص در نظام‌های پیچیدهٔ جنگل‌های حاره‌ای در دست انجام است، ولی هنوز هیچ روشی برای ارزیابی و ارزش‌گذاری خدمات اکوسیستمی ارائه نشده که بر روی آن توافقی وجود داشته باشد و هنوز ابزارهای طبقه‌بندی اولویت زمین برای تبدیل وضعیت یا حفاظت و ارزیابی و صحت‌سنجی خروجی‌ها وجود ندارد. در خصوص نظام‌های در معرض خطر زمین و آب، باید در راستای اهداف بانک اطلاعات جهانی چارچوب پایشی برای پیگیری تخریب و روند مدیریت پایدار زمین، همراه با روش‌هایی برای ارزش‌گذاری خدمات و کالاهای اکوسیستمی، ایجاد شود. این چارچوب روابط مستقیم نظیر رابطهٔ بین سلامت خاک و تولید را اندازه‌گیری و قیمت‌گذاری می‌کند. این روش‌ها نیز اثرات جانبی را کمی‌سازی و قیمت‌گذاری می‌کند و سودها و هزینه‌های کلی و هم‌افزایی‌ها و بده‌بستان‌های تخریب و روش‌های جلوگیری، کاهش یا بازگرداندن آن را ارزیابی می‌کند. لازم است دولت‌ها و جامعهٔ جهانی تحقیقاتی را دنبال کنند که بر اساس آن روش های انجام برآوردهای پیچیدهٔ بده‌بستان‌ها و ارزیابی اثرات جانبی به دست آید.

نهادها

رویکردهای فعلی سازمان‌های منطقه‌ای و جهانی عموماً به صورت بخشی است و تمرکز بر جنبه‌های خاصی از مدیریت زمین یا آب دارد. چندین کنوانسیون و ابتکار عمل که ارتباط مستقیم با مدیریت زمین و آب دارند، چارچوب یکپارچه‌تری برای فعالیت‌ها ارائه می‌کنند، اما باید همکاری میان آن‌ها برای جلوگیری از دوباره‌کاری و داشتن اثرات ملموس تقویت

شود. توافق بین‌المللی برای مدیریت پایدار زمین و آب راه‌هایی را برای رسیدن به رویکردهای یکپارچه‌تر نشان داده که انگیزه‌ای برای ایجاد این تغییرات ضروری خواهد بود.

در حوضه‌های آبریز بین‌المللی، چارچوب‌های همکاری و نهادهای مدیریتی در سطح حوزه هم‌چنان ارزش اقتصادی را بهینه می‌کند و تضمینی برای تقسیم منافع عادلانه و مشترک خواهد بود. برای حوضه‌های عمدهٔ در معرض خطر، باید برنامه‌های هماهنگ اقتصادی، نهادی و مهندسی‌ـکشاورزی در جهت کاهش سرعت یا معکوس‌کردن روند تخریب زمین و آب و غلبه بر کمبود ساختگی این منابع طراحی و اجرا شود. بهتر است برای ترویج مدیریت پایدار زمین و آب، ایجاد نهادهای خصوصی و بازارـمحور مانند سازمان‌های برچسب‌گذاری تجارت منصفانه و اکولوژیکی ترویج شود و بهتر است توافق‌های تجاری جهانی به نفع روش‌های کشاورزی پایدار باشد.

نگاه به آینده

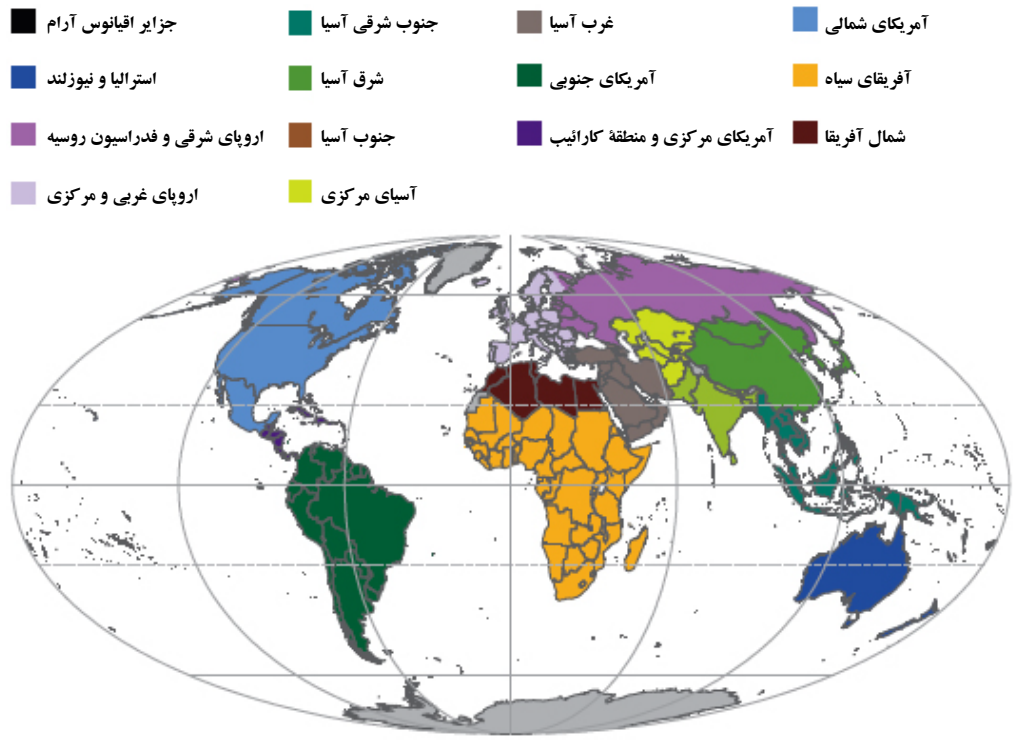
چالش‌هایی که فراروی کشاورزی و منابع زمین و آب وابسته به آن قرار دارد شفاف و چندگانه است: چالش‌های تولید حداقل ۷۰ درصد غذای بیشتر تا سال ۲۰۵۰، سازگاری کاربری منابع زمین و آب با حفاظت از اکوسیستم‌های وسیع‌تر و بهبود امنیت غذایی و معیشت روستاییان فقیر. در همهٔ این چالش‌ها بایستی شرایط تغییر آب و هوا و خطرات مرتبط با آن در نظر گرفته شود.

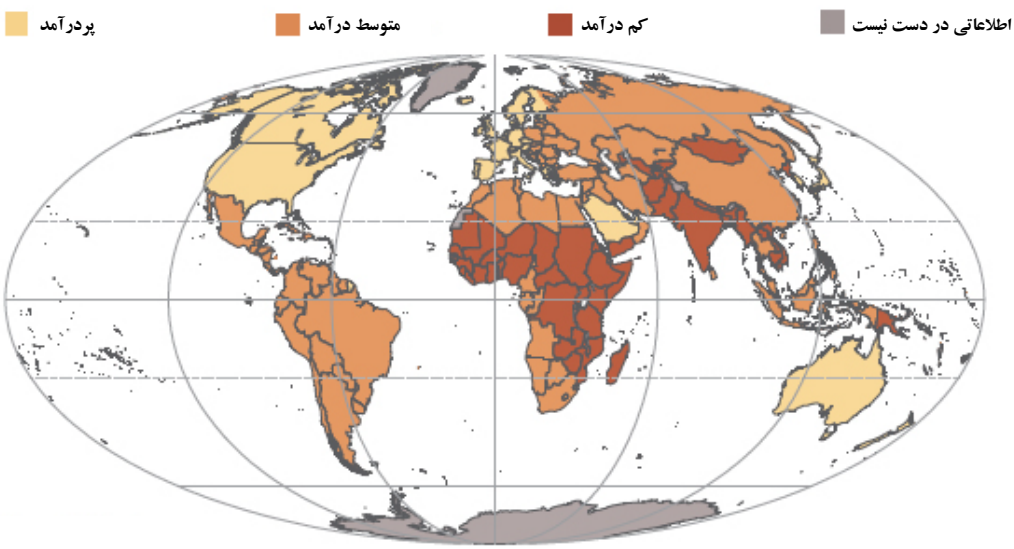
این کتاب شواهدی ارائه کرد که بخش‌های بزرگی از منابع زمین و آب جهان دچار تنش است یا از الگوهای فعلی و در حال ظهور عملیات کشاورزی آسیب می‌بینند. با افزایش تقاضا، این خطر وجود دارد که روندهای فعلی بدتر شود و به تهدید امنیت غذایی محلی و منابع پایه که معیشت و تولید به آن‌ها بستگی دارد منجر گردد. پیامدهای احتمالی این روند در امنیت غذایی جهان قابل چشم‌پوشی نیست. فقرای جهان در معرض خطر شدیدی قرار دارند. بنابراین این کتاب پیشنهاد می‌دهد هرچه سریع‌تر مدیریت پایدار زمین و آب اجرا شود، که می‌تواند تولید را به طور مؤثر افزایش دهد و در عین حال اثرات افزایش تولید بر اکوسیستم‌هایی که جهان به آن‌ها وابسته است را کم کند.

در این راستا در سطوح ملی و جهانی، نیاز به اصلاح سیاست‌ها، نهادها، انگیزه‌ها، برنامه‌ها، سرمایه‌گذاری‌ها و دانش وجود دارد و از همه مهم‌تر، این امر مستلزم این است که کشاورزان بپذیرند الگوهای رشد کشاورزی و روش‌های گسترش سطح زیر کشت فعلی ناپایدار است و به خاطر منافع بلندمدت خودشان باید تغییر کند. برای ایجاد این تغییر، نیاز است جامعهٔ جهانی و همهٔ ملت‌ها با داشتن عزم سیاسی، از راه‌های رشد کشاورزی متراکم پایدار استفاده کنند و حمایت‌های مالی و نهادی لازم را فراهم آورند. تنها با این تغییرات است که جهان می‌تواند تغذیهٔ ساکنانش را در کوتاه‌مدت و بلندمدت تأمین نماید، یعنی از راه کشاورزی پایدار که از اکوسیستم وابسته به خود حفاظت کند و به آن آسیب نرساند و دسترسی عادلانه و برابر به منابع را برای کسانی که این منابع را مدیریت می‌کنند فراهم کند.

پیوست‌ها

الف ۱- گروه‌بندی کشورها





الف۱-۱: گروه‌بندی کشورها بر حسب زیرمنطقه

قاره مناطق	زیر منطقه	کشورها
آفریقا		الجزیره، آنگولا، بنین، بوتسوانا، بورکینافاسو، بروندی، کامرون، کیپ ورده، جمهوری آفریقای مرکزی، چاد، کوموروس، کنگو، ساحل عاج، جمهوری دموکراتیک کنگو، جیبوتی، مصر، گینهٔ استوایی، اریتره، اتیوپی، گابون، گامبیا، غنا، گینه، گینهٔ بیسائو، کنیا، لسوتو، لیبریا، جماهیرعربی لیبی، ماداگاسکار، مالاوی، مالی، موریتانی، موریس، مراکش، موزامبیک، نامیبیا، نیجر، نیجریه، رواندا، سائوتومه و پرینسیپ، سنگال، سیشل، سیرالئون، سومالی، آفریقای جنوبی، سودان، سوازیلند، توگو، تونس، اوگاندا، جمهوری متحد تانزانیا، زامبیا، زیمباوه
آفریقای شمالی		الجزایر، مصر، جماهیر عربی لیبی، مراکش، تونس
آفریقای سیاه		آنگولا، بنین، بوتسوانا، بورکینافاسو، بروندی، کامرون، کیپ ورده، جمهوری آفریقای مرکزی، چاد، کوموروس، کنگو، ساحل عاج، جمهوری دموکراتیک کنگو، جیبوتی، گینهٔ استوایی، اریتره، اتیوپی، گابون، گامبیا، غنا، گینه، گینهٔ بیسائو، کنیا، لسوتو، لیبریا، ماداگاسکار، مالاوی، مالی، موریتانی موریس، موزامبیک، نامیبیا، نیجریه، نیجر، رواندا، سائوتومه و پرینسیپ، سنگال، سیشل، سیرالئون، سومالی، آفریقای جنوبی، سودان، سوازیلند، توگو، اوگاندا، جمهوری متحد تانزانیا، زامبیا، زیمباوه
	سودان و ساحلیان	بورکینافاسو، کیپ ورده، چاد، جیبوتی، اریتره، گامبیا، مالی، موریتانی، نیجر، سنگال، سومالی، سودان
	خلیج گینه	بنین، ساحل عاج، غنا، گینهٔ بیسائو، لیبریا، نیجریه، سیرالئون، توگو
	آفریقای مرکزی	آنگولا، کامرون، جمهوری آفریقای مرکزی‌کنگو، جمهوری دموکراتیک کنگو، گینهٔ استوایی، گابون، سائوتومه و پرینسیپ
	آفریقای شرقی	بروندی، اتیوپی، کنیا، رواندا، اوگاندا، جمهوری متحد تانزانیا
	آفریقای جنوبی	بوتسوانا، لسوتو، مالاوی، موزامبیک، نامیبیا، آفریقای جنوبی، سوازیلند، زامبیا، زیمباوه
	جزایر اقیانوس هند	کوموروس، ماداگاسکار، موریس، سیشل
قارهٔ آمریکا		آنتیگوا و باربودا، آرژانتین، باهاماس، باربادوس، بلیز، بولیوی (ایالت پولورینشنال)، برزیل، کانادا، شیلی، کلمبیا، کاستاریکا، کوبا، (دومینیکا)، جمهوری دومینیکن، اکوادور، ال سالوادور، گویان فرانسه (فرانسه)، گرانادا، گواتمالا، گویان، هائیتی، هندوراس، جامائیکا، مکزیک، نیکاراگوئه، پاناما، پاراگوئه، پرو، پورتوریکو (ایالات متحدهٔ آمریکا)، سنت‌کیتس و نویس، سنت‌لوسیا، سنت‌وینسنت و گرنادین‌ها، سورینام، ترینیداد و توباگو، ایالات متحدهٔ آمریکا، اروگوئه، ونزوئلا (جمهوری بولیواری)

ادامه الف۱-۱: گروه‌بندی کشورها بر حسب زیرمنطقه

قاره مناطق	زیر منطقه	کشورها
آمریکای شمالی		کانادا، ایالات متحدهٔ آمریکا
	آمریکای شمالی	کانادا، مکزیک، ایالات متحدهٔ آمریکا
	مکزیک	مکزیک
آمریکای مرکزی و کارائیب		آنتیگوا و باربودا، باهاماس، باربادوس، بلایز، کاستاریکا، کوبا، دومینیکا، جمهوری دومینیکن، السالوادور، گرانادا، گواتمالا، هائیتی، هندوراس، جامائیکا، نیکاراگوئه، پاناما، پورتوریکو (ایالات متحدهٔ آمریکا)، سنت‌کیتس و نویس، سنت‌لوسیا، سنت‌وینسنت و گرنادین‌ها، ترینیداد و توباگو
	آمریکای مرکزی	بلایز، کاستاریکا، السالوادور، گواتمالا، هندوراس، نیکاراگوئه، پاناما
	آنتیل بزرگ	کوبا، جمهوری دومینیکا، هائیتی، جامائیکا، پورتوریکو (ایالات متحدهٔ آمریکا)
	آنتیل کوچک و باهاماس	آنتیگوا و باربودا، باهاماس، بارابادوس، دومینیکا، گرانادا، سنت‌کیتس و نویس، سنت‌لوسیا، سنت‌وینسنت و گرنادین‌ها، ترینیداد و توباگو
آمریکای جنوبی		آرژانتین، بولیوی (ایالت پلورینشنال)، برزیل، شیلی، کلمبیا، اکوادور، گویان فرانسه (فرانسوی)، گویان، پاراگوئه، پرو، سورینام، اروگوئه، ونزوئلا (جمهوری بولیواری)
	گویان	گویان فرانسه (فرانسوی)، گویان، سورینام
	آند	بولیویا (ایالت پلورینشنال)، کلمبیا، اکوادور، پرو، ونزوئلا (جمهوری بولیواری)
	برزیل	برزیل
	آمریکای جنوبی	آرژانتین، شیلی، پاراگوئه، اروگوئه
آسیا		افغانستان، ارمنستان، آذربایجان، بحرین، بنگلادش، بوتان، دارالسلامِ برونئی، کامبوج، چین، جمهوری مردمی دموکراتیک کره، گرجستان، هند، اندونزی، ایران (جمهوری اسلامی)، عراق، اسرائیل، ژاپن، اردن، قزاقستان، کویت، قرقیزستان، جمهوری دموکراتیک لائوس، لبنان، مالزی، مالدیو، مغولستان، میانمار، نپال، فلسطین، عمان، پاکستان، گینهٔ نوپائوپا، فیلیپین، قطر، جمهوری کره، عربستان سعودی، سنگاپور، سریلانکا، جمهوری عربی سوریه، تاجیکستان، تایلند، لسته تیمور، ترکیه، ترکمنستان، امارات متحدهٔ عربی، ازبکستان، ویتنام، یمن
خاورمیانه (آسیای غربی)		ارمنستان، آذربایجان، بحرین، گرجستان، ایران (جمهوری اسلامی)، اسرائیل، اردن، کویت، لبنان، فلسطین اشغالی، عمان، قطر، عربستان سعودی، جمهوری عربی سوریه، ترکیه، امارات متحدهٔ عربی، یمن

ادامه الف ۱-۱: گروه‌بندی کشورها بر حسب زیرمنطقه

قاره مناطق	زیر منطقه	کشورها
	شبه‌جزیرهٔ عرب	بحرین، کویت، عمان، قطر، امارات متحدهٔ عربی، یمن، عربستان سعودی
	قفقاز	ارمنستان، آذربایجان، گرجستان
	جمهوری اسلامی ایران	ایران (جمهوری اسلامی)
	خاور نزدیک	عراق، اسرائیل، اردن، لبنان، فلسطین اشغالی، جمهوری عربی سوریه، ترکیه
آسیای مرکزی		افغانستان، قزاقستان، قرقیزستان، تاجیکستان، ترکمنستان، ازبکستان
آسیای جنوبی و شرقی		بنگلادش، بوتان، دارالسلام برونئی، کامبوج، چین، جمهوری دموکراتیک خلق کره، هند، اندونزی، ژاپن، جمهوری دموکراتیک لائوس، مالزی، مالدیو، مغولستان، میانمار، نپال، پاکستان، گینهٔ نوپائوپا، فیلیپین، جمهوری کره، سنگاپور، سریلانکا، تایلند، لسته تیمور، ویتنام
	آسیای جنوبی	بنگلادش، بوتان، هند، مالدیو، نپال، پاکستان، سریلانکا،
	آسیای شرقی	چین، جمهوری دموکراتیک خلق کره، ژاپن، مغولستان، جمهوری کره
	آسیای جنوب شرقی	دارالسلام برونئی، کامبوج، اندونزی، جمهوری دموکراتیک لائوس، مالزی، میانمار، گینهٔ نوپائوپا، فیلیپین، سنگاپور، تایلند، لسته تیمور، ویتنام
اروپا		آلبانی، آندورا، اتریش، بلاروس، بلژیک، بوسنی و هرزگوین، بلغارستان، کرواسی، قبرس، جمهوری چک، دانمارک، استونی، جزایر فارو، فنلاند، فرانسه، آلمان، یونان، هولی‌سی، مجارستان، ایسلند، ایرلند، لتونی، ایتالیا، لیختن اشتاین، لیتوانی، لوکزامبورگ، مالت، موناکو، مونته‌نگرو، هلند، نروژ، لهستان، پرتقال، جمهوری مولداوی، رومانی، روسیه، سن‌مارینو، صربستان، اسلواکی، اسلوونی، اسپانیا، سوئد، سوئیس، جمهوری سابق یوگوسلاوی و مقدونیه، اوکراین، انگلستان
اروپای غربی و مرکزی		آلبانی، آندورا، اتریش، بلژیک، بوسنی و هرزگوین، بلغارستان، قبرس، کرواسی، جمهوری‌چک، دانمارک، استونی، جزایر فارو، فنلاند، فرانسه، آلمان، یونان، هولی‌سی، مجارستان، ایسلند، ایرلند، ایتالیا، لیختن اشتاین، لوکزامبورگ، مالت، موناکو، مونته‌نگرو، هلند، نروژ، لهستان، پرتقال، رومانی، سن‌مارینو، صربستان، اسلواکی، اسلوونی، اسپانیا، سوئد، سوئیس، جمهوری سابق یوگوسلاوی و مقدونیه، انگلستان
	اروپای شمالی	دانمارک، جزایر فارو، فنلاند، ایسلند، نروژ، سوئد
	اروپای غربی	آندورا، اتریش، بلژیک، فرانسه، آلمان، ایرلند، لیختن اشتاین، لوکزامبوگ، هلند، سوئیس، انگلستان
	اروپای مرکزی	بوسنی و هرزگوین، بلغارستان، کرواسی، جمهوری چک، مجارستان، مونته‌نگرو، لهستان، رومانی، صربستان، اسلواکی، اسلوونی
	اروپای مدیترانه‌ای	آلبانی، قبرس، یونان، هولی‌سی، ایتالیا، مالت، موناکو، پرتقال، سن‌مارینو، اسپانیا، جمهوری سابق یوگوسلاوی و مقدونیه

ادامه الف۱-۱: گروه‌بندی کشورها بر حسب زیرمنطقه

قاره مناطق	زیر منطقه	کشورها
اروپای شرقی		بلاروس، استونی، لیتوانی، لتونی، جمهوری مولداوی، روسیه، اوکراین
	اروپای شرقی	بلاروس، استونی، لیتوانی، لتونی، جمهوری مولداوی، اوکراین
	فدراسیون روسیه	فدراسیوان روسیه
اقیانوسیه		استرالیا، جزیرهٔ کوک، فیجی، کیری‌باتی، میکرونزی (دولت فدرال)، نائورو، زلاندنو، نیوئه، پالائو، سامائو، جزایر سودومن، تونگا، تووالو، وانواتو
استرالیا و زلاندنو		استرالیا و زلاندنو
جزایر اقیانوس آرام		جزایر کوک، فیجی، کیری‌باتی، میکرونزی (دولت فدرال)، نائورو، نیوئه، پالائو، سامائو، جزایر سولومون، تونگلا، تووالو، وانواتو
جهان		افغانستان، آلبانی، الجزیره، آندورا، آنگولا، آنتیگوا و باربودا، آرژانتین، ارمنستان، اتریش، استرالیا، آذربایجان، باهاماس، بحرین، بنگلادش، باربادوس، بلاروس، بلژیک، بلایز، بنین، بوتان، بولیوی، بوسنی و هرزگوین، بوتسوانا، برزیل، دارالسلامِ برونئی، بلغارستان، جمهوری آفریقای مرکزی، چاد، شیلی، چین، کلمبیا، کومور، بورکینافاسو، بروندی، کامبوج، کامرون، کانادا، کیپ ورده، کنگو، جزایر کوک، کاستاریکا، ساحل عاج، کرواسی، کوبا، قبرس، جمهوری چک، جمهوری دموکراتیک خلق کره، جمهوری کنگو، دانمارک، جیبوتی، دومنیکا، جمهوری دمنیکن، اکوادور، مصر، السالوادور، گینهٔ استوایی، اریتره، اتیوپی، جزایر فارو، فیجی، فنلاند، فرانسه، گویان فرانسه، گابون، گامبیا، گرجستان، آلمان، غنا، یونان، گرانادا، گواتمالا، گینه، گینهٔ بیسائو، گویان، هائیتی، هولی‌سی، هندوراس، مجارستان، ایسلند، هند، اندونزی، ایران (جمهوری اسلامی)، عراق، ایرلند، اسرائیل، ایتالیا، جامائیکا، ژاپن، اردن، قزاقستان، کنیا، کیری‌باتی، کویت، قرقیزستان، جمهوری دموکراتیک خلق لائوس، لتونی، لبنان، لسوتو، لیبریا، جماهیرعربی‌لیبی، لیختن‌اشتاین لیتوانی، لوکزامبورگ، ماداگاسکار، مالاوی، مالزی، مالدیو، مالی، مالت، موریتانی، موریس، مکزیک، میکرونزی (ایالات فدرال)، موناکو، مغولستان، مونته‌نگرو، مراکش، موزامبیک، میانمار، نامیبیا، نائورو، نپال، هلند، زلاندنو، نیکاراگوئه، نیجر، نیجریه، نیوئه، نروژ، فلسطین اشغالی، امان، پاکستان، پالائو، پاناما، گینهٔ نوپاپوآ، پاراگوئه، پرو، فیلیپین، لهستان، پرتقال، پورتوریکو، قطر، جمهوری کره، جمهوری مولداوی، رومانی، فدراسیون روسیه، رواندا، سنت‌کیتس و نویس، سنت‌لوسیا، سنت‌وینسنت، عربستان سعودی، سنگال، صربستان، سیشل، سیرالئون، سنگاپور، اسلوواکی، اسلوونی، جزایر ایسلند، سومالی، آفریقای جنوبی، اسپانیا، سریلانکا، سودان، سورینام، سوازیلند، سوئد، سوئیس، جمهوری عربی سوریه، تاجیکستان، تایلند، جمهوری سابق یوگوسلاوی و مقدونیه، تیمور لسته، تونگو، تونگا، ترینیداد و توباگو، تونس، ترکیه، ترکمنستان، تووالو، اوگاندا، اوکراین، امارات متحدهٔ عربی، انگلستان، اوگاندا، جمهوری متحدهٔ تانزانیا، ایالات متحدهٔ آمریکا، اروگوئه، ازبکستان، وانوآتا، ونزوئلا (جمهوری بولیواری)، ویتنام، یمن، زامبیا، زیمباوه

کشورهای کم‌درآمد دچار کمبود غذا[1]

از نظر سازمان کشاورزی و خواربار جهانی، طبقه‌بندی هر کشور مبتنی است بر: (۱) اینکه آیا درآمد سرانهٔ آن کشور در محدودهٔ تاریخی مورد نظر بانک جهانی آن را واجد شرایط دریافت کمک‌های توسعهٔ بین‌المللی می‌کند یا نه (۲) وضعیت کشور از لحاظ تجارت خالص مواد غذایی (واردات ناخالص منهای صادرات ناخالص)؛ و (۳) اینکه آیا کشور مشخصاً خواستار این هست که از سوی سازمان کشاورزی و خواربار جهانی در زمرهٔ کشورهای کم‌درآمد دچار کمبود غذا قرار نگیرد یا نه.

آفریقا:

آنگولا، بنین، بورکینافاسو، بروندی، کامرون، جمهوری آفریقای مرکزی، چاد، کوموروس، کنگو، ساحل عاج، جمهوری دموکراتیک کنگو، جیبوتی، مصر، گینهٔ استوایی، اریتره، اتیوپی، گامبیا، غنا، گینه، گینهٔ بیسائو، کنیا، لسوتو، لیبریا، ماداگاسکار، مالاوی، مالی، موریتانی، مراکش، موزامبیک، نیجر، نیجریه، رواندا، سائوتومه و پرینسیپ، سنگال، سیرالئون، سومالی، سودان، سوازیلند، توگو، اوگاندا، جمهوری متحد تانزانیا، زامبیا، زیمباوه.

آسیا:

افغانستان، ارمنستان، آذربایجان، بنگلادش، بوتان، کامبوج، چین، جمهوری دموکراتیک خلق کره، گرجستان، هند، اندونزی، عراق، قرقیزستان، جمهوری دموکراتیک خلق لائوس، مغولستان، نپال، پاکستان، فیلیپین، سریلانکا، جمهوری عربی سوریه، تاجیکستان، تیمور لسته، ترکمنستان، ازبکستان، یمن.

اروپا:

جمهوری مولداوی.

آمریکا:

هائیتی، هندوراس، نیکاراگوئه.

اقیانوسیه:

کیری‌باتی، گینهٔ نوپاپوآ، جزایر ایسلند، تووالو، وانوآتو.

کشورها و مناطق بیشتر یا کمتر توسعه‌یافته یا با حداقل توسعه‌یافتگی

الف) مناطق بیشترتوسعه‌یافته شامل اروپا، آمریکای شمالی، استرالیا/ زلاندنو و ژاپن است.

ب) مناطق کمترتوسعه‌یافته شامل همهٔ مناطق آفریقا، آسیا (جز ژاپن)، آمریکای لاتین و کارائیب، به علاوهٔ ملانزی، میکرونزی و پلی‌نزی است.

ج) گروه کشورهای با حداقل توسعه‌یافتگی طبق تعریف مجمع عمومی ملل متحد در قطعنامه‌های شمارهٔ (۵۹/۲۰۹، ۵۹/۲۱۰، ۶۰/۳۳) سال ۲۰۰۷، شامل ۴۹ کشور است که ۳۳ کشور در آفریقا، ۱۰ کشور در آسیا و یک کشور در آمریکای لاتین و کارائیب و ۵ کشور در اقیانوسیه قرار دارند.

د) سایر کشورهای کمترتوسعه‌یافته شامل مناطق کمترتوسعه‌یافته با حذف مناطق با حداقل توسعه‌یافتگی است.

منبع: ملل متحد (۲۰۰۹)

1. Low-income food-deficit countries (LIFDC)

الف ۲ـ اثرات جانبی محیط‌زیستی مرتبط با کشاورزی فاریاب

الف ۲ـ اثرات جانبی محیط‌زیستی مرتبط با کشاورزی فاریاب

علت	محل	ماهیت اثر جانبی
تخلیهٔ جریان رودخانه به دلیل مصرف آب توسط گیاه در سامانهٔ آبیاری	در رودخانه، پایین‌دست	• کاهش جریان • تغییر الگوی جریان‌ها مخصوصاً جریان‌های کم • نتایج احتمالی: شرایط بی‌اکسیژن، دمای بالا، تجمع نمک • از بین رفتن زیستگاه، گیاهان و جانوران: ذخیرهٔ آبزیان برای امرار معاش
	ساحل رودخانه	• از بین رفتن پوشش گیاهی اطراف رودخانه، تالاب‌ها • افزایش فرسایش پشتهٔ رودخانه و ورود رسوب از زمین‌های مجاور • از بین رفتن جانداران نزدیک پشتهٔ رودخانه • از بین رفتن ظرفیت بافری حاشیهٔ روخانه • شورشدن سواحل و پیکره‌های آبی مجاور
	تالاب‌ها	• تغییر الگوهای خیس‌شدگی و تقلیل جریان‌های ورودی • افت سطح تالاب و معیشت‌های مرتبط • از دست رفتن پوشش گیاهی و درختان: مقدار و ترکیب گونه‌ها
	دشت سیلابی	• از دست رفتن قدرت جریان رودخانه ـ محو شدن مسیل های طبیعی و مسیرهای سیلاب • رسوب‌گذاری در آبراهه ها • از بین رفتن تغذیهٔ آب زیرزمینی
	خلیج	• ازدست رفتن جریان‌های ورودی و تغییر زیستگاه‌ها؛ تغییر الگو و میزان نفوذ شوری
سایر اثرات ذخیرهٔ جریان رودخانه یا رواناب در سدها و مخازن	در رودخانه	• کاهش دفعات جریان‌های سیلابی متوسط و حداقل (کاهش طغیان رودخانه‌ها) • ته‌نشینی در سدها ـ فرسایش پایین‌دست (ظرفیت فرسایشی بالاتر) • برعکس شدن جریان: بیشتر از جریان‌های طبیعی در فصل آبیاری (فصل خشک) و جریان کمتر در فصل مرطوب
	بالادست ـ پایین‌دست خلیج	• ایجاد مانع برای مهاجرت ماهیان برای تخم‌ریزی ـ کاهش جمعیت • تغییر شدید رسوب
توسعهٔ حوضهٔ آبریز بالادست	آبراهه‌های پایین‌دست، مخازن و سدهای انحرافی موجود	• کاهش رواناب و دسترسی به آب • امکان کاهش تغذیهٔ آب زیرزمینی

ادامه الف ۲ـ اثرات جانبی محیط‌زیستی مرتبط با کشاورزی فاریاب

علت	محل	ماهیت اثر جانبی
برداشت بی‌رویهٔ آب زیرزمینی (متوسط برداشت بیش از متوسط تغذیه)	در آبخوان‌ها	• کاهش سطح سفره‌ها ـ افزایش هزینه‌های پمپاژ • آلودگی به آرسنیک و فلوراید در مکان‌های مستعد • اختلاط آب شور با آب شیرین سفره در نقاط مرتبط • نشست زمین • از دست رفتن آب زیرزمینی ـ تالاب‌های وابسته • از بین رفتن پوشش درختی در جایی که وابسته به سطح سفره است
	پایین‌دست	• کاهش جریان پایه در رودخانه‌ها • افزایش نشت از رودخانه‌ها به آبخوان کم عمق (افت جریان رودخانه)
آبیاری در مناطق با خاک‌های شور یا آب زیرزمینی شور نزدیک به سطح زمین	در سامانه‌های آبیاری	• شور شدن شدید خاک که نیازمند اصلاح، زهکشی و آبشویی است • افت بازده محصول • صدمه به ساختمان خاک • از دست رفتن تنوع زیستی (جز گیاهان متحمل شوری)
	پایین‌دست	• شوری‌زایی منطقه‌ای (آب و خاک) • وقوع شوری دوره‌ای در شبکهٔ رودخانه (خصوصاً پس از بارش سنگین) ـ از بین رفتن گونه‌های گیاهی و جانوری • شورشدن رستنی‌های ساحلی و تالاب‌ها • از دست رفتن درخت‌ها در مناظر طبیعی • افت کیفی آب آبیاری در پایین‌دست
توسعهٔ زمین‌های آبیاری	مختلف	• در دشت‌های سیلابی (ایجاد خاکریز، بند، سدبندی) ـ از دست رفتن بازده سیل • از دست رفتن تالاب‌ها (زهکشی)ـ از بین رفتن معیشت • شالیزارهای برنج کارکرد محدودی در مقابله با سیلاب دارند اما برنج غرقاب‌شدن بیش از ۴ تا ۵ روز را تحمل نخواهد کرد • از دست رفتن جانداران، درختان و زیستگاه‌های بومی
آبیاری خاک‌های غیرشور هنگامی که تبخیر و تعرق سالانه بیش از بارندگی سالانه باشد	در سامانه‌های آبیاری	• تجمع نمک • شوری‌زایی بالقوه • محدودشدن بازده و گزینه‌های الگوی کشت • قابل مدیریت با آبشویی و زهکشی محدود
آبیاری خاک‌های سدیمی	نواحی ساحلی	• پراکندگی خاک و انتقال رسوب ـ تنزل اکوسیستم‌های ساحلی مانند صخره‌های مرجانی، خصوصاً اگر همراه با فسفات جذب شده باشد.

ادامه الف ۲ـ اثرات جانبی محیط‌زیستی مرتبط با کشاورزی فاریاب

علت	محل	ماهیت اثر جانبی
کاربرد بیش از حد یا کود شیمیایی نیتروژنهٔ ناکافی	در سامانه‌های آبیاری	• اسیدی‌کردن خاک در درازمدت (خاک‌های تحت کشت برنج با ترکیب‌های آمونیوم: خاک‌های مناطق خشک با طیفی از ترکیب‌ها)
	پایین‌دست	• آلودگی آبراهه‌ها و پیکره‌های آبی به نیترات (تغذیه‌گرایی) • رشد بیش از حد علف‌های هرز آبزی (مثلاً سنبل آبی)
	آب زیرزمینی	• آلودگی آب آشامیدنی به نیترات (بهداشت عمومی)، خصوصاً در چاه‌های سطحی؛ امکان وقوع تغذیه‌گرایی
کاربرد ناکافی یا اضافی کود شیمیایی فسفاته	پایین‌دست	• طغیان دوره‌ای فسفات مرتبط با تغییرات کشت (کنترل علف‌های هرز، پیری) در رسوب‌گذاری در زهکش‌ها و رودخانه‌ها تغذیه‌گرایی و تمایل به شکوفایی جلبک‌های سمی
	آب زیرزمینی	• به‌ندرت گزارش‌شده، اما از طریق جریانات ترجیحی و فسفر قابل انحلال اتفاق می‌افتد، عواقب نامشخص است
کاربرد علف‌کش‌ها	آب زیرزمینی	• آلودگی آب زیرزمینی در درازمدت، محدودشدن برداشت آب برای شرب (مانند آترازین در آمریکا)
مدیریت ضعیف استفاده از حشره‌کش‌ها	مناظر طبیعی	• از دست رفتن تنوع زیستی، شکارچیان طبیعی • مرگ‌های تصادفی و بیماری‌های مزمن • تجمع در زنجیرهٔ غذایی (هم‌اکنون نادر است)
	شبکهٔ آب‌های جاری و آب زیرزمینی	• از دست رفتن آبزیان و گونه‌های جاندار • آلودگی آب شرب (رودخانه‌ها، آب زیرزمینی و چاه‌های سطحی)
استفاده از پسماندهای آلی و فاضلاب‌هایی که تا حدی تصفیه شده است	موقعیت مکانی	• بو • آلودگی به کلیفورم‌ها و مدفوع و انگل‌های کیست‌شدهٔ تولیدی در فضولات (بهداشت عمومی) • تجمع فلزات سنگین (خصوصاً تجمع مس ناشی از پرورش متراکم خوک) • آلودگی آب زیرزمینی به کلیفورم‌ها و انگل‌های کیست‌شدهٔ تولیدی در فضولات
تک‌کشتی طولانی‌مدت	منظره طبیعی	• از دست رفتن فزایندهٔ تنوع زیستی: کاهش گرده‌افشان‌ها • شیوع دوره‌ای حشرات و بیماری‌های گیاهی به دلیل از دست رفتن شکارچیان طبیعی • تسریع تخلیه مواد غذایی خاک و ریزمغذی‌ها
مدیریت ضعیف کشت دامداری	خاک‌های مرطوب	• از بین رفتن ساختمان خاک، تهویه • فشرده شدن • کاهش بازدهی

ادامه الف ۲ـ اثرات جانبی محیط‌زیستی مرتبط با کشاورزی فاریاب

علت	محل	ماهیت اثر جانبی
کاربرد زیاد آب به دلیل آبیاری ضعیف (تکنولوژی/مدیریت)	در سامانه/آب زیرزمینی سطحی/مسیل‌ها	• سفره آب زیرزمینی معلق • شوری‌زایی (اگر به آب شور زیرزمینی عمیق متصل شود) • ماندابی‌شدن و کاهش محصول • جریان زهاب که آلاینده‌ها را به مسیل‌های آبی منتقل می‌کند
دبی زیاد یا روش آبیاری جوی و پشته‌ای شیب‌دار	در مزرعه و پایین‌دست	• فرسایش، ایجاد رسوب، از دست رفتن خاک سطحی در محل

الف ۳- برنامهٔ کشورها برای مدیریت پایدار زمین

برنامه‌های مدیریت پایدار زمین در کشورها می‌تواند طی چند گام اجرا شود: (۱) دخالت‌دادن و مشارکت ذی‌نفعان؛ (۲) ارزیابی و تشخیص؛ (۳) اولویت‌بندی و برنامه‌ریزی (۴) فرمول‌بندی سرمایه‌گذاری؛ و (۵) اجرا و پایش و ارزیابی. گام‌های فوق در زیر شرح داده شده‌اند. این گام‌ها به‌عنوان طرح قطعی در نظر گرفته نمی‌شوند بلکه باید آن‌ها را الگوی فعالیتی دید که می‌تواند با هر کشور و شرایط محلی آن سازگار شود.

برای ایجاد «چارچوب سرمایه‌گذاری در مدیریت پایدار زمین» که اصول، سیاست‌ها و رویکردهای ساختاری و هم‌چنین اولویت‌ها، برنامه‌های سرمایه‌گذاری و تأمین مالی و نحوهٔ اجرا را مشخص خواهد کرد، پنج مرحله یا گام طراحی شده‌اند.

معمولاً فعالیت‌های مدیریت پایدار زمین در داخل برنامه‌های موجود قرار می‌گیرد و از طریق برنامه‌های در دست اقدام و امکانات ارگان‌ها و نهادهای مسئول (دولتی، اتحادیه‌ها، خصوصی) در سطح ملی یا محلی اجرا می‌شود. بنابراین مدیریت پایدار زمین نه فعالیتی مجزا، بلکه مکملی است برای سیاست‌ها و ساختارهای اجرایی و نهادی‌ای که از قبل وجود داشته است.

گام اول: دخالت‌دادن و مشارکت ذی‌نفعان

هدف گام اول این است که اتحاد و هماهنگی وسیعی بر پایهٔ مدیریت پایدار زمین ایجاد شود که در بر گیرندهٔ ادارات دولتی در سطح مرکزی و محلی، جامعهٔ مدنی، یاری‌رسانان و از همه مهم‌تر خود کاربران اراضی باشد. با چنین هماهنگی‌ای، کشوری می‌تواند در گروه مدیریت پایدار زمین قرار گیرد که لزوماً عملکردی انعطاف‌پذیر داشته باشد و از وضع مقررات اضافی و دست‌وپاگیر پرهیز کند و زمینه را برای اجرای فعالیت‌های زیر فراهم آورد:

ایجاد چشم‌انداز مشترک در مورد مدیریت پایدار زمین بین وزارتخانه‌های فنی (نظیر کشاورزی، محیط‌زیست، نیرو، دولت‌های محلی، نهادهای تأمین مالی و نهادهای برنامه‌ریز)، مجامع یاری‌رسان، بخش خصوصی و سازمان‌های مردم‌نهاد، سازمان‌های جامعهٔ مدنی (شامل سازمان‌های کشاورزان و انجمن‌های آب‌بران و نمایندگان کاربران اراضی. البته دخالت‌دادن جامعهٔ مدنی و طیفی از نمایندگان بخش خصوصی امری کلیدی است زیرا نمایندگان دولتی ممکن است، رویکردهای مشارکتی را تضعیف کنند.

تضمین تعهدات سیاسی مؤثر و درازمدت در قبال مدیریت پایدار زمین از سوی عالی‌رتبه‌ترین مسئولان (نظیر رئیس‌جمهور، نخست‌وزیر و هیئت وزیران).

افزایش آگاهی‌ها پیرامون ضرورت رویکرد برنامه‌ریزی برای مدیریت پایدار زمین.

توسعهٔ مشارکت بهتر، هماهنگی و اتحاد بین شرکا. روش‌های توافق شده می‌تواند در «شرح وظایف مدیریت پایدار زمین» خلاصه شود.

گام دوم: ارزیابی و تشخیص

شناسایی برنامه‌های موجود و فعالیت همهٔ بخش‌ها و شناسایی تنگناها و فرصت‌ها برای گسترش و اجرای مدیریت پایدار زمین. ضرورت دارد که مطالعه‌ای تشخیصی و مشارکتی با دامنه‌ای گسترده اجرا شود. این مطالعه پیرامون پنج جزء مختلف انجام می‌شود:

- **جزء فنی:** از طریق بازخوانی و ارزیابی تجارب گذشتهٔ اجرای مدیریت پایدار زمین و درس‌های برگرفته از آن، این جزء بهترین روش‌هایی را که می‌تواند برای اجرا توصیه شود به همراه گزینه‌هایی برای انواع مختلف کاربری اراضی و نواحی جغرافیایی مشخص می‌کند.
- **جزء اکوسیستمی/ مکانی:** از طریق ارزیابی اراضی عمده از نظر کشاورزی ـ اکولوژیکی و کاربری اراضی، این جزء تنگناها و فرصت‌های افزایش بهره‌وری و پایداری آن و بهبود سایر خدمات اکوسیستمی را مشخص می‌کند (ازجمله وارونه‌کردن روند تخریب زمین‌ها) و معرفی و گسترش مدیریت پایدار زمین را برجسته می‌سازد.
- **جزء چارچوب سیاسی و انگیزشی:** این چارچوب بر پایهٔ مرور محدودیت‌ها و فرصت‌ها در سیاست‌های بخشی و بین‌بخشی و استراتژی‌های مرتبط با منابع آب و زمین تعیین می‌شود. در این جزء، مدیریت پایدار زمین در سیاست‌های ملی قرار خواهد گرفت و تغییرات برای ورود به مدیریت پایدار زمین و گسترش آن شناسایی خواهد شد. عنصر کلیدی در این جزء تجزیه و تحلیل انگیزه‌هایی است که محرک روش‌های مدیریت پایدار زمین و آب و انطباق فرصت‌های مجدد ایجاد انگیزه در راستای توسعهٔ مدیریت پایدار زمین خواهد بود.
- **جزء ساختاری:** از طریق تجزیه و تحلیل نهادهای دولتی و خصوصی مرتبط با آب و زمین در سطح ملی و منطقه‌ای، ادارات مسئول زمین و آب را در نواحی مربوط مشخص و نقش آن‌ها را در ارائهٔ مدیریت پایدار زمین همانطور که هست و یا باید باشد تعیین می‌کند و شکاف‌ها و ضعف‌ها را بررسی و توصیه‌هایی برای افزایش بازدهی ارائه خواهد کرد.
- **جزء مالی:** این مؤلفه از طریق ارزیابی منابع مالی موجود برای مدیریت پایدار اراضی سازوکارهای عمدهٔ مالی موجود و بالقوه و تنگناها و فرصت‌های گسترش آن را مشخص می‌کند. هدف این جزء حصول اطمینان از این است که منابع مالی تنها در جایی صرف شود که مدیریت پایدار زمین در سطح کشاورزان رواج یابد. سازوکارهای مالی هم سطح محلی (مثلاً از طریق طرح‌های اعتباری)، و هم سطح برنامه‌های ملی و جهانی مانند اعتبارات کربن را پوشش خواهد داد.

گروه مدیریت پایدار اراضی کشوری ممکن است بر پایهٔ مطالعهٔ تشخیصی نوعی سرفصل‌های راهبردی تهیه کند که اولویت‌های اصلی مدیریت پایدار زمین را مشخص سازد (فناوری‌ها، نواحی، اعضا) و نیز فشار روی چارچوب‌های سرمایه‌گذاری مدیریت پایدار زمین را، که در حال توسعه‌اند، مشخص کند (گام سوم را ببینید). بایستی سرفصل‌های راهبردی به روشی کاملاً مشارکتی تهیه شود و متضمن این باشد که چشم‌اندازهای کاربران اراضی و جامعهٔ مدنی با هم تلفیق شوند.

گام سوم: برنامه‌ریزی و تعیین چارچوب سرمایه‌گذاری: تصمیم‌گیری در مورد اولویت‌ها

پیشرانه‌های اصلی مشخص‌شده بایستی با مطالعهٔ تشخیصی (و گنجانده‌شده در سرفصل‌های راهبردی) از نظر وجود هماهنگی، بررسی شکاف‌ها و مغایرت‌ها و ارتباط با اولویت‌های توسعهٔ ملی ارزیابی شوند و با توجه به اینکه کدامیک بالاترین هماهنگی و نقش تکمیلی را ارائه می‌کنند رتبه‌بندی شوند. بر پایهٔ این نتایج یک چارچوب اولیه برای سرمایه‌گذاری تهیه می‌شود. چارچوب سرمایه‌گذاری از طریق مجموعه‌ای از رایزنی‌ها، کارگاه‌های اعتبارسنجی و ارزیابی هر پروژهٔ آزمایشی یا سایر فعالیت‌های کاتالیزوری در دست اجرا می‌تواند نهایی شود. در این مرحله بایستی گفتگوهایی با کاربران اراضی و انجمن‌ها داشت تا از اینکه به نیازها و اولویت‌های آنان به‌خوبی توجه شده و به‌خصوص موضوع حق مالکیت اراضی برای آنان به‌حساب آورده می‌شود اطمینان حاصل شود.

گام چهارم: فرمول‌بندی سرمایه‌گذاری و هزینه‌ها

این مرحله شامل جزئیات فرمول‌بندی فعالیت‌های مدیریت پایدار اراضی و سرمایه‌گذاری‌ها با مشارکت همهٔ ذی‌نفعان و هماهنگ با اعضا و پشتیبانان است. پیشنهادهای سرمایه‌گذاری بیشتر با منابع مالی و برنامه‌های ملی آرمانی درازمدت که دارای منابع مالی پایدار خارجی هستند انطباق خواهد یافت تا برنامه‌های کوتاه‌مدت و تک پروژه‌ای.

گام پنجم: اجرا، پایش و ارزیابی

در صورت امکان، نخستین سرمایه‌گذاری‌ها بایستی به گونه‌ای باشد که به‌سرعت به اجرا در آید و به نتایج سریعی دست یابد.، مثلاً در جایی که تقاضای محلی شدید است و پشتیبانی وجود دارد و اقتصاد کشاورزی و شرایط آب و زمین هم به موفقیت آن کمک کند. علائم زودهنگام و موفقیت در سرمایه‌گذاری درس‌هایی برای برنامه‌ها به همراه خواهد داشت و زمینه را برای گسترش مدیریت پایدار زمین در حیطه‌های بزرگتر فراهم خواهد ساخت.

پایش و ارزیابی باید هم شاخص‌های بازده و هم اثرات را در بر گیرد و ترجیحاً از طریق ارزیابی‌های ساده، مقرون‌به‌صرفه و سریع و با استفاده از فناوری‌ها (ترکیبی از عکس‌های زمینی، سیستم موقعیت جهانی، فرم داده‌ها، نقشه‌های زمین مرجع) انجام شود.

جدول زمانی و هزینه‌ها

به طور کلی، انتظار می‌رود که آماده‌سازی چارچوبی برای سرمایه‌گذاری (گام اول و سوم) بین ۶ تا ۱۲ ماه به طول بیانجامد و بین ۰۰۰,۱۰۰ تا ۰۰۰,۲۰۰ دلار هزینه داشته باشد. این مقدار هزینه برای برنامه‌هایی که از طریق به‌کار بستن مدیریت پایدار زمین در مقیاس بزرگ منجر به دستاوردهای چندگانه در سطح ملی و در سطح خانوارها می‌شود ناچیز است.

الف ۴- شاخص‌های اصلی زمین و آب برحسب کشور یا منطقه

الف۱-۴: سطح زمین زیر کشت، تراکم کشت و سطح زمین برداشت‌شده

قاره / مناطق	سال	کل زمین زیر کشت			زمین دیم			زمین آبی*		
		سطح زمین زیر کشت (میلیون هکتار)	تراکم کشت (درصد)	سطح زمین برداشت‌شده (میلیون هکتار)	سطح زمین زیر کشت (میلیون هکتار)	تراکم کشت (درصد)	سطح زمین برداشت‌شده (میلیون هکتار)	سطح زمین زیر کشت (میلیون هکتار)	تراکم کشت (درصد)	سطح زمین برداشت‌شده (میلیون هکتار)
آفریقا	۲۰۰۹	۲۵۱	۸۵	۲۱۴	۲۳۹	۸۳	۱۹۹	۱۲	۱۳۱	۱۵
	۲۰۵۰	۳۴۲	۷۹	۲۷۰	۳۲۶	۷۷	۲۵۰	۱۵	۱۲۹	۲۰
آفریقای شمالی	۲۰۰۹	۲۸	۷۴	۲۱	۲۲	۵۴	۱۲	۶	۱۴۹	۹
	۲۰۵۰	۲۷	۹۲	۲۵	۱۹	۷۰	۱۳	۷	۱۴۹	۱۱
منطقه جنوب صحرای آفریقا	۲۰۰۹	۲۲۳	۸۷	۱۹۴	۲۱۷	۸۶	۱۸۷	۶	۱۱۲	۶
	۲۰۵۰	۳۱۵	۷۸	۲۴۵	۳۰۷	۷۷	۲۳۷	۸	۱۱۱	۹
آمریکا	۲۰۰۹	۳۹۵	۶۹	۲۷۳	۳۵۶	۶۶	۲۳۳	۴۰	۱۰۲	۴۰
	۲۰۵۰	۴۶۸	۸۲	۳۸۴	۴۲۷	۸۰	۳۴۰	۴۱	۱۰۶	۴۴
آمریکای شمالی	۲۰۰۹	۲۵۳	۵۸	۱۴۶	۲۲۴	۵۲	۱۱۷	۲۹	۱۰۰	۲۹
	۲۰۵۰	۲۴۱	۸۰	۱۹۲	۲۱۴	۷۷	۱۶۵	۲۷	۱۰۰	۲۷
آمریکای مرکزی و کارائیب	۲۰۰۹	۱۵	۶۴	۱۰	۱۴	۵۶	۸	۱	۱۶۲	۲
	۲۰۵۰	۱۵	۸۰	۱۲	۱۳	۷۳	۹	۲	۱۲۰	۳
آمریکای جنوبی	۲۰۰۹	۱۲۷	۹۳	۱۱۸	۱۱۸	۹۲	۱۰۸	۱۰	۱۰۰	۱۰
	۲۰۵۰	۲۱۳	۸۵	۱۸۱	۲۰۰	۸۳	۱۶۶	۱۲	۱۱۷	۱۴
آسیا	۲۰۰۹	۵۴۲	۱۰۹	۵۸۸	۳۵۷	۹۴	۳۳۵	۱۸۵	۱۳۷	۲۵۳
	۲۰۵۰	۵۴۱	۱۱۸	۶۴۱	۳۴۰	۱۰۱	۳۴۴	۲۰۱	۱۴۸	۲۹۷
آسیای غربی	۲۰۰۹	۶۴	۶۶	۴۳	۴۷	۴۷	۲۲	۱۸	۱۱۷	۲۱
	۲۰۵۰	۵۵	۹۳	۵۲	۳۱	۸۰	۲۴	۲۵	۱۱۰	۲۷
آسیای مرکزی	۲۰۰۹	۳۹	۶۹	۲۷	۲۸	۵۶	۱۵	۱۲	۱۰۰	۱۲
	۲۰۵۰	۳۳	۹۴	۳۱	۲۰	۹۰	۱۸	۱۳	۱۰۰	۱۳

ادامه الف۱-۴: سطح زمین زیر کشت، تراکم کشت و سطح زمین برداشت‌شده

قاره / مناطق	سال	کل زمین زیر کشت			زمین دیم			زمین آبی*		
		سطح زمین زیر کشت (میلیون هکتار)	تراکم کشت (درصد)	سطح زمین برداشت‌شده (میلیون هکتار)	سطح زمین زیر کشت (میلیون هکتار)	تراکم کشت (درصد)	سطح زمین برداشت‌شده (میلیون هکتار)	سطح زمین زیر کشت (میلیون هکتار)	تراکم کشت (درصد)	سطح زمین برداشت‌شده (میلیون هکتار)
آسیای جنوبی	۲۰۰۹	۲۰۴	۱۱۳	۲۳۲	۱۲۶	۱۰۸	۱۳۶	۷۸	۱۲۲	۹۵
	۲۰۵۰	۲۱۲	۱۱۵	۲۴۳	۱۳۵	۹۷	۱۳۱	۷۷	۱۴۵	۱۱۲
آسیای شرقی	۲۰۰۹	۱۳۳	۱۳۳	۱۷۶	۷۴	۹۹	۷۴	۵۸	۱۷۵	۱۰۲
	۲۰۵۰	۱۳۳	۱۴۴	۱۹۱	۶۷	۱۱۶	۷۷	۶۶	۱۷۲	۱۱۴
آسیای جنوب شرقی	۲۰۰۹	۱۰۱	۱۰۹	۱۱۱	۸۲	۱۰۷	۸۸	۱۹	۱۱۸	۲۳
	۲۰۵۰	۱۰۷	۱۱۵	۱۲۴	۸۸	۱۰۶	۹۳	۱۹	۱۵۶	۳۰
اروپا	۲۰۰۹	۲۹۳	۶۳	۱۸۴	۲۸۰	۶۰	۱۶۸	۱۳	۱۱۹	۱۶
	۲۰۵۰	۲۶۴	۸۳	۱۱۹	۲۴۵	۸۲	۲۰۰	۱۹	۱۰۰	۱۹
اروپای غربی و مرکزی	۲۰۰۹	۱۲۵	۷۶	۹۴	۱۱۳	۷۳	۸۳	۱۲	۱۰۰	۱۲
	۲۰۵۰	۱۲۵	۸۹	۱۱۱	۱۱۱	۸۷	۹۷	۱۴	۱۰۰	۱۴
اروپای شرقی و روسیه	۲۰۰۹	۱۶۸	۵۳	۸۹	۱۶۷	۵۱	۸۵	۲	۲۴۹	۴
	۲۰۵۰	۱۳۹	۷۸	۱۰۸	۱۳۴	۷۷	۱۰۳	۵	۱۰۰	۵
اقیانوسیه	۲۰۰۹	۴۶	۵۷	۲۶	۴۲	۵۲	۲۲	۳	۱۰۰	۳
	۲۰۵۰	۵۸	۸۳	۴۸	۵۵	۸۲	۴۵	۲	۱۰۱	۲
استرالیا و زلاندنو	۲۰۰۹	۴۵	۵۶	۲۵	۴۲	۵۳	۲۲	۳	۱۰۰	۳
	۲۰۵۰	۵۸	۸۳	۴۸	۵۵	۸۲	۴۵	۲	۱۰۱	۲
اقیانوس آرام	۲۰۰۹	۱	۷۰	۰/۴	۱	—	—	۰۰۴/۰	—	—
	۲۰۵۰	—	—	—	—	—	—	—	—	—

ادامه الف۱-۴: سطح زمین زیر کشت، تراکم کشت و سطح زمین برداشت‌شده

قاره مناطق	سال	کل زمین زیر کشت			زمین دیم			زمین آبی*		
		سطح زمین زیر کشت (میلیون هکتار)	تراکم کشت (درصد)	سطح زمین برداشت‌شده (میلیون هکتار)	سطح زمین زیر کشت (میلیون هکتار)	تراکم کشت (درصد)	سطح زمین برداشت‌شده (میلیون هکتار)	سطح زمین زیر کشت (میلیون هکتار)	تراکم کشت (درصد)	سطح زمین برداشت‌شده (میلیون هکتار)
جهان	۲۰۰۹	۱۵۲۷	۸۴	۱۲۸۶	۱۲۷۴	۷۵	۹۵۸	۲۵۳	۱۳۰	۳۲۷
	۲۰۵۰	۱۶۷۳	۹۳	۱۵۶۲	۱۳۹۳	۸۵	۱۱۷۹	۲۷۹	۱۳۷	۳۸۲
پردرآمد	۲۰۰۹	۳۶۸	۶۱	۲۲۵	۳۲۶	۵۶	۱۸۲	۴۲	۱۰۲	۴۳
	۲۰۵۰	۳۵۳	۸۶	۳۰۲	۳۱۴	۸۳	۲۶۱	۳۹	۱۰۸	۴۲
با درآمد متوسط	۲۰۰۹	۴۴۴	۱۳۶	۶۰۳	۳۳۱	۱۳۲	۴۳۶	۱۱۴	۱۴۷	۱۶۷
	۲۰۵۰	۷۶۹	۹۵	۷۲۶	۶۲۸	۸۴	۵۲۸	۱۴۱	۱۴۲	۲۰۰
کم‌درآمد	۲۰۰۹	۷۱۴	۶۴	۴۵۸	۶۱۷	۵۵	۳۴۱	۹۷	۱۲۱	۱۱۷
	۲۰۵۰	۵۵۱	۹۷	۵۳۲	۴۵۱	۸۷	۳۹۱	۱۰۰	۱۴۱	۱۴۰
کم‌درآمد و دچار کمبود غذا	۲۰۰۹	۶۴۲	۱۰۷	۶۸۵	۴۷۶	۹۵	۴۵۳	۱۶۷	۱۳۹	۲۳۲
	۲۰۵۰	۷۶۶	۱۰۴	۷۹۴	۵۸۷	۸۹	۵۲۴	۱۷۹	۱۵۱	۲۷۰
کمترین توسعه‌یافتگی	۲۰۰۹	۱۷۳	۹۴	۱۶۳	۱۵۹	۹۲	۱۴۶	۱۴	۱۱۸	۱۷
	۲۰۵۰	۲۲۷	۸۲	۱۸۷	۲۱۱	۷۸	۱۶۴	۱۶	۱۴۵	۲۴

منبع: FAO (2010a, b)

الف۲-۴: سرانهٔ زمین برحسب نوع پوشش اصلی فعلی زمین برای جمعیت سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۵۰ (نفر در هکتار)

مناطق	زمین زیر کشت		مرتع و بیشه‌زار		زمین جنگلی		زمین لخت و با اندک پوشش گیاهی		زیرساخت‌های مسکونی	
	۲۰۰۰	۲۰۵۰	۲۰۰۰	۲۰۵۰	۲۰۰۰	۲۰۵۰	۲۰۰۰	۲۰۵۰	۲۰۰۰	۲۰۵۰
آفریقای شمالی	۰/۱۳	۰/۰۸	۰/۲۳	۰/۱۳	۰/۰۴	۰/۰۲	۳/۳۶	۱/۹۹	۰/۰۲	۰/۰۱
آفریقای سیاه	۰/۳۳	۰/۱۳	۱/۶۱	۰/۶۲	۰/۷۷	۰/۲۹	۰/۸	۰/۳۱	۰/۰۳	۰/۰۱
آمریکای شمالی	۰/۶۲	۰/۴۵	۱/۷۷	۱/۲۸	۱/۶۱	۱/۱۷	۰/۶۶	۰/۴۸	۰/۰۴	۰/۰۳
آمریکای مرکزی و کارائیب	۰/۲۱	۰/۱۳	۰/۳۳	۰/۲	۰/۴	۰/۲۵	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۱
آمریکای جنوبی	۰/۳۷	۰/۲۷	۱/۸۹	۱/۳۶	۲/۴۵	۱/۷۶	۰/۲۸	۰/۲	۰/۰۳	۰/۰۲
آسیای غربی	۰/۲۴	۰/۱۳	۰/۳۹	۰/۲۱	۰/۰۷	۰/۰۴	۱/۶۶	۰/۹۱	۰/۰۲	۰/۰۱
آسیای مرکزی	۰/۶	۰/۳	۱/۸۲	۰/۹	۰/۰۷	۰/۰۴	۳/۴۴	۱/۷۱	۰/۰۳	۰/۰۲
آسیای جنوبی	۰/۱۵	۰/۰۹	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۱
آسیای شرقی	۰/۱	۰/۰۹	۰/۲۶	۰/۲۴	۰/۱۵	۰/۱۴	۰/۲۴	۰/۲۲	۰/۰۲	۰/۰۲
آسیای جنوب شرقی	۰/۱۹	۰/۱۳	۰/۲۴	۰/۱۶	۰/۴۶	۰/۳۱	-۰-	۰	۰/۰۲	۰/۰۱
اروپای غربی و مرکزی	۰/۲۶	۰/۲۵	۰/۳	۰/۲۸	۰/۳۳	۰/۳۱	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۰۳
اروپای شمالی و روسیه	۰/۸	۱/۰۳	۲/۷۱	۳/۵۲	۳/۴۸	۴/۹۹	۰/۶۵	۰/۸۵	۰/۰۳	۰/۰۴
استرالیا و زلاندنو	۲/۲۱	۱/۴۹	۲۲/۱۴	۱۴/۹۷	۴/۲۴	۲/۸۷	۵/۵۳	۳/۷۴	۰/۰۵	۰/۰۴
جزایر اقیانوس آرام	۰/۳۲	۰/۱۹	۰/۵۵	۰/۳۲	۲/۲۶	۱/۳۲	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۲

منبع: فیشر و همکاران، ۲۰۱۰

الف۳-۴: سهم زمین زیر کشت فعلی مناسب برای کشت در نظام‌های مناسب تولید

مناطق	درجه یک Mha	خوب Mha	حاشیه‌ای Mha	کل Mha
آفریقای شمالی	۳	۹	۷	۱۹
آفریقای سیاه	۷۱	۱۲۸	۲۶	۲۲۵
آمریکای شمالی	۹۴	۱۳۶	۲۸	۲۵۷
آمریکای مرکزی و کارائیب	۷	۸	۲	۱۹
آمریکای جنوبی	۴۱	۷۷	۱۰	۱۲۹
آسیای غربی	۴	۳۴	۲۳	۶۱
آسیای مرکزی	۰/۳	۳۲	۱۳	۴۶
آسیای جنوبی	۵۷	۸۴	۶۰	۲۰۱
آسیای شرقی	۲۵	۷۲	۵۳	۱۵۰
آسیای جنوب شرقی	۲۸	۵۴	۱۶	۹۸
اروپای مرکزی و غربی	۵۰	۵۴	۲۷	۱۳۱
اروپای شرقی و روسیه	۵۹	۱۰۲	۱۲	۱۷۳
استرالیا و زلاند نو	۴	۲۶	۲۱	۵۱
جزایر اقیانوس آرام	۰	۰	۰	۰
کل (میلیون هکتار)	**۴۴۲**	**۸۱۶**	**۲۹۸**	**۱۵۵۶**
کل (٪)	**۲۸**	**۵۳**	**۱۹**	**۱۰۰**

ستون نشان داده شده تحت عنوان حاشیه‌ای شامل زمین‌های حاشیه‌ای و زمین‌های نامناسب برای تولید محصولات است.

منبع: بر گرفته از Fischer *et al*. (2010)

الف۴-۴: محدودیت‌های خاک و توپوگرافی در زمین‌های زیر کشت و کم‌نهادهٔ فعلی (برحسب درصد سهم منطقه)

مناطق	بدون محدودیت یا با محدودیت کم	مواد مغذی خاک	عمق خاک	زهکشی خاک	شور/ سدیمی	کلسیم کربناته/گچی	کارایی خاک	شیب زمین	خاک منجمد
آفریقای شمالی	۵۷	۱۳	۵	۵	۲	۱	۷	۹	۰
منطقه سیاه آفریقا	۴۱	۳۷	۳	۶	۱	۰	۹	۲	۰
آمریکای شمالی	۶۴	۱۴	۲	۱۳	۲	۰	۲	۲	۱
آمریکای مرکزی و کارائیب	۴۷	۱۸	۱	۳	۰	۱	۱۷	۱۴	۰
آمریکای جنوبی	۳۶	۴۲	۲	۶	۲	۰	۸	۴	۰
آسیای غربی	۴۹	۷	۱۶	۳	۴	۴	۴	۱۴	۰
آسیای مرکزی	۶۸	۱۲	۲	۵	۶	۳	۰	۴	۰
آسیای جنوبی	۴۹	۱۲	۳	۶	۶	۱	۲۰	۳	۰
آسیای شرقی	۴۱	۲۲	۶	۱۴	۲	۱	۲	۱۲	۰
آسیای جنوب شرقی	۲۰	۴۶	۵	۱۷	۰	۰	۶	۶	۰
اروپای غربی و مرکزی	۴۷	۱۶	۱۴	۱۲	۱	۲	۵	۳	۰
اروپای شرقی و روسیه	۷۳	۱۵	۲	۷	۳	۰	۰	۰	۱
استرالیا و زلاندنو	۴۱	۲۰	۱	۱۷	۱۷	۰	۳	۱	۰
جزایر اقیانوس آرام	۵۸	۸	۱۵	۱	۰	۰	۰	۱۸	۰
کشورهای کم‌درآمد	۴۴	۲۴	۳	۷	۳	۱	۱۴	۳	۰
کشورهای با درآمد متوسط	۴۹	۲۴	۴	۹	۲	۱	۴	۶	۰
کشورهای پردرآمد	۵۶	۱۷	۶	۱۳	۳	۱	۲	۱	۰

منبع: بر گرفته از Fischer *et al*. (2010)

واژه‌نامهٔ عبارات و تعاریف استفاده شده در این گزارش

جذب سطحی (Adsorption): پروسه‌ای که در آن مولکول‌ها به سطح ماده‌ای (جامد یا مایع) جذب و روی آن می‌مانند.

زمین کشاورزی (Agricultural land): زمین‌هایی که در درجهٔ اول برای اهداف کشاورزی استفاده می‌شوند. ادارهٔ آمار سازمان جهانی غذا و کشاورزی سطح زمین‌های کشاورزی را مجموع مساحت (۱) زمین‌های قابل کشت، (۲) محصولات دائمی (زمین‌های زیر کاشت طولانی‌مدت که برای چندین سال نباید مجدداً کشت شود) و (۳) چمنزارها و مراتع دائمی تعریف می‌کند.

بیشه‌زراعی (Agroforestray): نظام‌های کاربری زمین و یا روش‌هایی که طی آن عمداً درختان با زراعت و دام در یک واحد مدیریتی زمین تلفیق می‌شود.

قلیایی‌کردن (Alkalinization): افزایش خالص نمک‌های قلیایی در لایهٔ سطحی خاک که منجر به کاهش بازدهی کشاورزی می‌شود.

فعالیت‌های انسانی (Anthropogenic activities): فعالیت‌های مرتبط با انسان‌ها

زمین‌های قابل کشت (Arable lands): زمین زیر کشت موقت محصولات کشاورزی، علفزار موقت برای تولید علوفه یا چرا و زمین‌های آیش موقت. زمین‌های رهاشدهٔ خارج از کشت مشمول این طبقه نمی‌شود. داده‌های مربوط به زمین‌های قابل کشت به معنی مقدار اراضی با قابلیت کشت بالقوه نیست.

جریان پایه (Baseflow): بخشی از جریان رودخانه که عمدتاً ناشی از تخلیهٔ آب زیرزمینی به رودخانه است.

ترسیب کربن (Carbon sequestration): پروسهٔ گرفتن کربن از اتمسفر و ذخیره آن در مخازنی مانند اقیانوس‌ها، جنگل‌ها یا خاک‌ها از طریق پروسهٔ فیزیکی و بیولوژیکی.

مصرف توأم (Conjunctive use) (آب سطحی و زیرزمینی): مدیریت هماهنگ شدهٔ عرضهٔ آب سطحی و زیرزمینی برای حداکثر نمودن آبدهی کل.

کشاورزی حفاظتی (CA, Conservation Agriculture): رویکرد مدیریت اگرواکوسیستم‌ها برای بهبود و حفظ بازدهی، افزایش منافع و امنیت غذایی و هم‌زمان نگهداری منابع پایه و تقویت محیط‌زیست. کشاورزی حفاظتی با سه اصل مشخص می‌شود: نگه‌داشتن میزان به هم خوردگی مکانیکی خاک در حداقل، پوشش دائمی خاک با مواد آلی و تنوع‌بخشی گونه‌های گیاهی زراعی در قالب برنامه‌های سلسله‌مراتبی.

خاک‌ورزی حفاظتی (Conservation tillage): رویکردی در مدیریت خاک که عملیات متعارف شخم را، که خاک را برمی‌گرداند و بقایای گیاهی را دفن می‌کند، حذف کرده است. پنج نوع سیستم خاک‌ورزی حفاظتی عبارت‌اند از: بدون خاک‌ورزی (کاشت شیاری)، خاک‌ورزی با حفظ بقایای گیاهی یا مالچ‌پاشی، خاک‌ورزی نواری یا ناحیه‌ای، خاک‌ورزی پشته‌ای (ازجمله بدون خاک‌ورزی روی پشته‌ها) و خاک‌ورزی کاهش‌یافته یا حداقلی.

آب مصرفی (Consumptive use of water): قسمتی از آب برداشت‌شده از منبع برای استفاده در کشاورزی، صنعت و مصرف خانگی که تبخیر شده، تعرق یافته یا در فرآورده‌ها ذخیره شده است. آن قسمت از آب برداشت‌شده که مصرف نشده آب برگشتی نام دارد.

زمین‌های زیر کشت (Cropland): در این گزارش، عبارت زمین زیر کشت برای نشان‌دادن زمین‌هایی به کار می‌رود که زیر کشت محصولات کشاورزی قرار دارند. در اصطلاح آماری، زمین‌های زیر کشت، مجموع زمین‌های قابل کشت (به زمین‌های قابل کشت مراجعه شود) و میزان محصولات دائمی است.

بیابان‌زایی (Desertification): تخریب زمین‌ها در نواحی خشک، نیمه‌خشک و نواحی خشک نیمه‌مرطوب به چندین دلیل ازجمله تغییرات آب و هوایی و فعالیت‌های انسانی.

مناطق خشک (Drylands): نواحی خشک، نیمه‌خشک و خشک نیمه‌مرطوب (غیر از مناطق قطبی و نیمه‌قطبی) که در آن نسبت متوسط بارندگی سالانه به متوسط تبخیر و تعرق مرجع سالانه بین ۰/۰۵ تا ۰/۶۵ تغییر می‌کند.

اکوسیستم (Ecosystem): مجموعه‌ای پویا از جوامع گیاهی، حیوانی، میکروارگانیسم‌ها و اجزای فیزیکی غیرزندهٔ محیط‌زیست (مانند هوا، خاک، آب و نور خورشید) که به عنوان یک واحد فعال با هم تعامل دارند.

خدمات اکوسیستمی (Ecosystem services) (خدمات محیط‌زیستی): منافعی که مردم از اکوسیستم‌ها کسب می‌کنند. این منافع شامل ارائهٔ خدمات (مانند غذا و آب)، خدمات نظارتی (مانند نظارت بر سیل، خشکی، تخریب زمین و بیماری)، خدمات پشتیبانی یا حمایت‌کننده (مانند تشکیل خاک و چرخهٔ غذایی) و خدمات فرهنگی (نظیر تفریحی، معنوی، مذهبی و سایر منافع غیر مادی) است.

تغذیه‌گرایی (Eutrophication): انباشته شدن بسترهای آب شیرین با مواد غیر آلی (نیترات، فسفات) که معمولاً منجر به رشد بیش از حد جلبک‌ها می‌شود.

تبخیر و تعرق (Evapotranspiration): ترکیب تبخیر از سطح خاک و تعرق گیاهان.

اثرات خارجی (Externality): تبعات (مثبت و منفی) حاصل از تولید یا مصرف کالا و خدمات که توسط طرف سوم نامرتبط تجربه می‌شود و به نحو مقتضی جبران نمی‌شود.

کودآبیاری (Fertigation): به کار بردن کود همراه با آب آبیاری.

آب شیرین (Freshwater): آبی که به طور طبیعی در روی سطح زمین در دریاچه‌ها و رودخانه‌ها و زیر زمین در آبخوان‌ها پدیدار می‌شود. ویژگی کلیدی آن غلظت پایین نمک‌های محلول است. در این گزارش، عبارت آب مترادف آب شیرین به کار رفته است، مگر در جایی که مشخص شده باشد.

میزان زیاد نهاده/ مدیریت پیشرفته (High-level inputs/ Advanced management): در سناریوی پهنه‌های اکولوژیکی-کشاورزی جهان با میزان زیاد نهاده‌ها و مدیریت پیشرفته (IIASA/FAO/2010)، نظام کشاورزی عمدتاً بازارمحور است. هدف مدیریتی تولید تجاری است. تولید مبتنی بر استفاده از ارقام اصلاح‌شدهٔ پرمحصول، مکانیزاسیون کامل با تراکم پایین نیروی کارگری و کاربرد بهینهٔ مواد مغذی و مواد شیمیایی در مبارزه با آفات، بیماری‌ها و کنترل علف‌های هرز است.

مدیریت تلفیقی مواد مغذی (INM, Integrated nutrient management): (یا مدیریت تلفیقی تغذیهٔ گیاه[1]). رویکردی که طی آن تغذیهٔ گیاه از طریق بهینه‌سازی منافع از تمامی منابع ممکن مواد مغذی تأمین می‌شود. اهداف اصلی کاهش نیاز به کودهای معدنی، ذخیره‌کردن مواد آلی در خاک، افزایش کارایی مصرف کود و حفظ کیفیت خاک از نظر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی است.

مدیریت تلفیقی آفات (IPM, Integrated pest management): رویکردی اکوسیستمی در تولید و حفاظت از محصول که راهبردهای مدیریتی و روش‌های مختلف را برای تولید محصولات سالم با حداقل مصرف آفت‌کش‌ها به کار می‌گیرد.

میزان متوسط نهاده/ مدیریت ارتقایافته (Intermediate-level inputs/ improved management): در سناریوی پهنه‌های اکولوژیکی-کشاورزی جهان با سطح متوسط نهاده و مدیریت بهبودیافته (IIASA/ FAO /2010)، نظام کشاورزی تا حدی بازارمحور است. هدف مدیریتی تولید برای امرار معاش به اضافهٔ فروش تجاری است. تولید بر پایهٔ استفاده از ارقام اصلاح‌شده با نیروی کارگری و ابزارهای دستی یا نیروی حیوانی و تا حدی با مکانیزاسیون انجام می‌شود. این روش از نظر تمرکز نیروی

1. Integrated Plant Nutrition Management (IPNS)

کارگری متوسط است و مقداری کود و مواد شیمیایی برای مبارزه با آفات و کنترل علف‌ها و یا بیماری‌ها استفاده کرده و آیش لازم و اقدامات حفاظتی محدود انجام می‌دهد.

منابع آب تجدیدپذیر داخلی (Internal Renewable Water Resources, IRWR): اندازه‌گیری مرسوم از آب شیرین در دسترس یک کشور (آب سطحی و زیرزمینی)، شامل منابعی که حاصل از بارندگی در مرزهای کشور است. این منابع منابع آب فرامرزی و فسیلی را شامل نمی‌شود.

تخریب زمین (Land degradation): کاهش ظرفیت زمین در تأمین کالا و خدمات اکوسیستم در یک دورهٔ زمانی برای ذی‌نفعان.

میزان کم نهاده/ مدیریت سنتی (Low-level inputs/traditional management): در سناریوی پهنه‌های اکولوژیکی-کشاورزی جهان با میزان کم نهاده و مدیریت سنتی (IIASA/FAO/2010) نظام کشاورزی به‌شدت مبتنی بر معیشت است و ضرورتاً بازارمحور نیست. تولید بر اساس استفاده از انواع محصولات سنتی (اگر از انواع محصولات اصلاح‌شده هم استفاده شود، با این انواع محصول به روشی رفتار می‌کنند مه با همان انواع محصولات محلی)، تکنیک‌های متمرکز بر کارگر، عدم استفاده از مواد مغذی و مواد شیمیایی برای کنترل بیماری‌ها و آفات و حداقل روش‌های حفاظتی است.

میزان مختلط نهاده (Mixed-level of inputs): در سناریوی پهنه‌های اکولوژیکی-کشاورزی جهان با میزان نهاده‌های مختلط (IIASA/FAO/2010) فرض بر این است که تنها از بهترین زمین‌ها برای کشاورزی با نهاده‌های بالا استفاده می‌شود و زمین‌های متوسط و حاشیه‌ای برای شرایط سطح متوسط و یا سطح پایین مدیریت و نهاده‌ها استفاده می‌شوند.

مدرنیزه‌کردن (Modrnization): در آبیاری، مدرنیزه‌کردن به فرایند ارتقای فنی و مدیریتی (در مقایسه با اصلاح صرف) شبکه‌های آبیاری و در صورت لزوم همراه با اصلاحات نهادی گفته می‌شود که هدف آن بهبود بهره‌برداری از منابع (نیروی کار، اقتصاد آب، محیط‌زیست) و خدمات تحویل آب به مزارع است.

میکوریزیا (Mycorrhiza): قارچ‌هایی که یک زندگی همزیست با ریشه‌های گیاهانی خاص دارند و از این طریق این گیاهان از دسترسی بیشتر مواد غذایی نفع می‌برند.

ارگانوکلرین‌ها (Organchlorines): مواد شیمیایی که ویژگی آن‌ها وجود کلر و کربن در ساختمان آن‌ها است. برخی آفت‌کش‌های پردوام در محیط‌زیست (مانند د.د.ت) ارگانوکلرین هستند.

پرداخت هزینهٔ خدمات محیط‌زیستی: معامله‌ای داوطلبانه که طی آن مبلغی توسط ذی‌نفعان (یا از طرف آنان) به ارائه‌دهندهٔ خدمات محیط‌زیستی بابت تداوم استفاده از روش‌هایی در کاربری زمین پرداخت می‌شود که انتظار می‌رود منجر به ارائهٔ خدمات محیط‌زیستی بهبودیافته‌ای شود فراتر از آنچه بدون پرداخت انجام خواهد شد.

قنات (Qanat): حفر کانال زیرزمینی که آب زیرزمینی را از آبخوان‌های بالا دست به خارج هدایت می‌کند.

مرتع (Rangrland): زمین‌هایی که پوشش گیاهی بومی آن (اوج و زیراوجی) علف‌ها، گیاهان شبه علف، درختچه‌ها و علف‌های هرزی است که چرا می‌شوند و یا قابلیت چرا دارند و به عنوان اکوسیستمی طبیعی برای تولید دام و حیات وحش استفاده می‌شود.

ساحل‌نشینی (ساحلی) (Riparian): مربوط به زمین‌های هم‌جوار یک رودخانه یا آبراهه.

رواناب (Runoff): بخشی از آب باران یا آبیاری که روی سطح زمین در آبراهه جریان می‌یابد و در زمین جذب نمی‌شود.

شوری‌زایی (Salinization): فرایندی که طی آن نمک در خاک یا روی آن تجمع می‌یابد. شورشدن ناشی از فعالیت انسان اغلب مربوط به روش‌های ضعیف آبیاری است.

شادوف (Shaduf): وسیلهٔ آبیاری است که از تیرکی تشکیل شده که در یک طرف آن یک دلو (سطل بزرگ) و در طرف دیگر وزنه‌ای قرار داده شده است.

سیلوپستورالیسم (Silvopastoralism): نظام‌های کاربری زمین و روش‌هایی که در آن درختان و علفزار تعمداً با دام تلفیق شده است.

خاک سدیمی (Sodic soil): خاکی حاوی سدیم به اندازه‌ای که تأثیر منفی بر رشد اغلب گیاهان دارد (خاک‌های سدیمی خاک‌هایی هستند که درصد سدیم قابل تبادلی آن‌ها بیش از ۱۵ است).

نظام افزایش کشت متراکم برنج (SRI, System of rice intensification): یک نظام یکپارچهٔ تولید برنج است که در آن افزایش بازده از طریق تغییرات در روش‌های مدیریتی حاصل می‌شود تا از طریق افزایش نهاده‌ها، محور اصولی این نظام است، مدیریت رطوبت خاک (عدم استفاده از خاک‌های دائماً اشباع)، تک‌کاشتی و فاصلهٔ کشت بهینه و نشاکردن در طی ۱۵ روز پس از جوانه‌زنی است.

ورتی‌سول (Vertisols): خاک‌های غنی از رس تیره‌رنگ با خصوصیات وَرَم‌کردن و منقبض شدن.

وادی (Wadi): بستر یا درهٔ یک آبراههٔ فصلی در نواحی خشک و نیمه‌خشک که معمولاً جز در زمان کوتاه پس از وقوع سیل (چندین ساعت تا چندین روز) خشک است.

حسابرسی آب (Water accounting): روش نظام‌مند سازمان‌دهی و ارائهٔ اطلاعات مرتبط با حجم فیزیکی و جریان آب در محیط‌زیست، هم‌چنین جنبه‌های اقتصادی عرضه و مصرف آب است.

ممیزی آب (Water audit): مطالعهٔ نظام‌مندی وضعیت کنونی و روند آینده در عرضه و تقاضای آب، با تمرکز ویژه بر موضوع‌های مرتبط با دسترسی، عدم قطعیت و حکمرانی در یک محدودهٔ مکانی مشخص است.

مدیریت تقاضای آب (Water demand management): مجموعه‌ای از اقدامات شامل کنترل تقاضای آب، یا با افزایش کارایی مصرف آن (تعریف پایین را ببینید) و یا از طریق تخصیص مجدد بین‌بخشی و درون‌بخشی منابع آب.

استحصال آب (Water harvesting): فناوری که طی آن آب باران جمع‌آوری می‌شود و مستقیماً به محصول داده می‌شود و در پروفیل خاک برای جذب سریع توسط گیاه ذخیره می‌شود (آبیاری با رواناب)، یا برای مصارف تولیدی آینده در مخازن آب ذخیره می‌شود (مانند مصرف برای آبیاری تکمیلی).

بهره‌وری آب (Water productivity): مقدار یا ارزش خروجی (از جمله خدمات) حاصل از آب، در ارتباط با حجم آب استفاده شده. بهره‌وری آب محصول به نسبت بین بازده محصول و عرضهٔ آب اشاره دارد. بهره‌وری اقتصادی آب به نسبت بین ارزش افزودهٔ یک محصول و عرضهٔ آب گفته می‌شود.

ارزیابی منابع آب (Water resources assessment): ارزیابی منابع آب توجه به طرف عرضهٔ حسابرسی آب دارد و یک ارزیابی نظام‌مند از منابع آب شامل تغییرات و روندهای آن ارائه می‌کند. حسابرسی آب را نیز ببینید.

حقوق آب (Water right): از نظر قانونی، حقی است قانونی برای برداشت، انحراف و مصرف آب از منبعی طبیعی، برداشت یا ذخیرهٔ مقدار معینی آب در یک منبع طبیعی پشت سد یا سایر سازه‌های هیدرولیکی، یا استفاده و نگهداری آب در شرایط طبیعی (جریان اکولوژیکی در یک رودخانه، آب مورد استفاده برای تفریحات، اعمال مذهبی/روحانی، آشامیدن، شستشو، استحمام یا تغذیهٔ حیوانات).

کارایی مصرف آب (Water use efficiency): نسبت مقدار آبی که به طور واقعی برای یک هدف خاص استفاده شده به مقدار آب برداشته‌شده یا انتقال‌یافته از منبع برای آن هدف.

برداشت آب (Water withdrawal): آب برداشت‌شده از آبراهه‌ها، آبخوان‌ها و یا دریاچه‌ها برای هر هدفی (آبیاری، صنعتی، خانگی، تجاری).

ماندابی‌شدن (Waterlogging): وضعیتی از زمین که در آن سفرهٔ آب نزدیک سطح خاک یا در سطح خاک قرار دارد و بازده محصولات را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

یادداشت: تشریح نقشه‌های جهانیِ ارائه‌شده در این گزارش

گزارش وضعیت جهانی منابع زمین و آب حاوی مجموعهٔ محدودی از نقشه‌های جهانی است که به‌دقت برای انتقال پیام اصلی این گزارش انتخاب شده است. در حالی‌که برخی از این نقشه‌ها قبلاً منتشر شده‌اند، تعدادی از آن‌ها به طور خاص برای این گزارش آماده شده‌اند که برای اولین بار منتشر می‌شود. این یادداشت توضیحات مختصری دربارهٔ روش تهیهٔ نقشه‌های جدید به همراه منابع برای آن‌هایی که قبلاً منتشر شده‌اند ارائه می‌کند. جزییات مستندات در تارنمای گزارش وضعیت جهانی منابع زمین و آب قابل دسترسی است: /WWW.fao.org/nr/solaw.

نقشهٔ ۱ـ۱: پوشش و کاربری غالب زمین

این نقشهٔ توزیع جهانی کلاس‌های اصلی پوشش زمین را نشان می‌دهد که شامل اجزای کاربری زمین است که بر اساس آن زمین زیر کشت از گروه علفزار و درختچهٔ طبیعی جدا شده است. این نقشه از پایگاه داده‌های مناطق اگرواکولوژیکی جهان (GAEZ v3.0) که توسط سازمان جهانی غذا و کشاورزی و مؤسسهٔ بین‌المللی آنالیز سامانه‌های کاربردی نگهداری و به عنوان مبنایی برای مطالعات چشم‌انداز کشاورزی استفاده می‌شود استخراج شده است.

منبع: IIASA/FAO/2010

نقشهٔ ۲ـ۱: توزیع جهانی کمیابی فیزیکی آب در حوضه‌های آبریز اصلی

این نقشه تصویری از میزان کمیابی آب در حوضه‌های آبریز اصلی ارائه می‌کند که به صورت نسبت بین آب آبیاری، که توسط گیاهان از طریق تبخیر تعرق مصرف می‌شود، به منابع آب شیرین تجدیدپذیر نشان داده شده است. برخلاف نقشه‌های قبلی کمیابی آب، این نقشه به جای برداشت آب،از آب مصرفی استفاده کرده است. منابع آب شیرین تجدیدپذیر و هم‌چنین نیازهای خالص آب آبیاری در حوضه‌های آبریز، با استفاده از مدل بیلان آب و داده‌های هواشناسی، خاک و کشاورزی فاریاب به عنوان ورودی محاسبه شده است.

منبع: مطالعهٔ حاضر

نقشهٔ ۳ـ۱ : نظام‌های اصلی کشاورزی

این نقشه که بر اساس کار دیکسون و همکاران (Dixon *et al*., 2003) در نقشه‌نگاری نظام‌های اصلی کشاورزی بنا شده، مبنایی برای تحلیل نظام‌های در معرض خطر در گزارش وضعیت جهانی منابع زمین و آب است. این نقشه بر اساس تفسیر داده‌های جهانی پوشش زمین و هم‌چنین پایگاه داده‌های موضوعی که اراضی فاریاب و وسعت زمین‌های برنج را نشان می‌دهد تهیه شده است.

منبع: مطالعهٔ حاضر

نقشهٔ ۴ـ۱: محدودیت‌های غالب خاک و توپوگرافی برای کشاورزی کم‌نهاده

این نقشه محدودیت‌های خاک و توپوگرافی برای شرایط کشاورزی کم‌نهاده را نشان می‌دهد. این نقشه بخشی از ویرایش سوم مناطق اگرواکولوژیکی جهان (IIASA/FAO) است. شرایط محدودکنندهٔ خاک و شیب زمین محاسبه و از طریق رتبه‌بندی کیفیت خاک در تجزیه و تحلیل‌ها وارد شده است.

منبع: IIASA/FAO/2010

نقشهٔ ۵ـ۱: شکاف میان بازده مجموعه‌ای از محصولات اصلی

این نقشه نسبت بین تولید واقعی محصول در سال ۲۰۰۰ و تولید بالقوهٔ قابل دستیابی با کشاورزی پیشرفته در زمین‌های زیر کشت موجود را برای مجموعه‌ای از محصولات اصلی ارائه می‌کند. این نقشه بیانگر شکاف بازدهی در اثر استفادهٔ کم از نهاده‌ها و مدیریت ضعیف یا منافع بالقوه‌ای است که می‌تواند با تغییر کشاورزی کنونی به کشاورزی پیشرفته حاصل شود.

منبع: IIASA/FAO/2010

نقشهٔ ۶ـ۱: مناطق مجهز به نظام آبیاری بر حسب درصد مساحت زمین

این نقشه گسترهٔ مساحت زمین‌هایی را که در پایان قرن بیستم به نظام آبیاری مجهز شده‌اند، بر پایهٔ نقشهٔ جهانی نواحی آبیاری‌شده (ویرایش ۴–۰–۱) به همراه نواحی کشت دیم برگرفته از نقشهٔ ۱ـ۳ نشان می‌دهد.

منبع: سایبرت[1] و همکاران/۲۰۰۷

نقشهٔ ۷ـ۱: درصد نواحی آبیاری‌شده با آب زیرزمینی

اغلب نظام‌های آبیاری در دنیا یا از آب سطحی یا از آب زیرزمینی یا از تلفیقی از هر دو (استفادهٔ هم‌زمان آب) استفاده می‌کنند. این نقشه بر اساس ترکیبی از نقشهٔ ۶ـ۱ و پایگاه داده‌های جهانی آبیاری با آب زیرزمینی تهیه شده است. هم نواحی‌ای که با آب زیرزمینی آبیاری می‌شوند و هم نواحی‌ای که هم‌زمان از آب سطحی و زیرزمینی استفاده می‌کنند هر دو در این نقشه ارائه شده‌اند.

منبع: سایبرت و همکاران/۲۰۰۷

نقشهٔ ۱ـ۲: شیوع قدکوتاهی میان کودکان

این نقشه از نظام داده‌های جغرافیایی جهانی اقتباس شده است که توسط سازمان کشاورزی و خواربار جهانی در مورد عدم امنیت غذایی، فقر و محیط‌زیست ایجاد شده است. این نقشه بر اساس داده‌های رواج کوتاهی قد بین کودکان زیر ۵ سال در سال ۲۰۰۰ است.

منبع:FAO/2007

1. Siebert

نقشهٔ ۲ـ۲: توزیع جمعیت فقرا در کشورهای در حال توسعه بر اساس قدکوتاهی در کودکان

کوتاهی قد در بین کودکان شاخصی از عدم امنیت غذایی و فقر است که سازمان کشاورزی و خواربار جهانی از آن استفاده می‌کند. این نقشه با هم‌پوشانی نرخ کوتاهی قد (نقشهٔ ۲ ـ ۱) و تراکم جمعیت، توزیع تراکم جمعیت فقرا در کشورهای در حال توسعه را نشان می‌دهد.

منبع: مطالعهٔ حاضر

نقشهٔ ۱ـ۳: نسبت زمین‌های شورشده به خاطر آبیاری

این نقشه توزیع مکانی زمین‌های تحت آبیاری که تحت تأثیر مقادیری شوری قرار گرفته‌اند را نشان می‌دهد. این نقشه با ترکیب سامانهٔ اطلاعات جهانی آب و کشاورزی فائو در مورد آمار کشوری نواحی آبیاری‌شده‌ای که تحت تأثیر شوری قرارگرفته‌اند با اطلاعات مکانی نواحی آبیاری‌شده‌ای که در آن‌ها بارندگی برای شستن بقایای نمکی که در اثر آبیاری روی خاک ایجاد شده کافی نیست، ترسیم شده است.

منبع: مطالعهٔ حاضر

نقشهٔ ۲ـ۳: نظام‌های کشاورزی در معرض خطر: فشارهای انسان بر زمین و آب

این نقشه گستره‌ای را نشان می‌دهد که در آن نظام‌های کشاورزی آبی و دیم آنطور که در نقشهٔ ۳ـ۱ مشخص شده با کمبود آب و/یا زمین روبرو است. کمبود اراضی در کشاورزی دیم از مقایسهٔ تراکم جمعیت روستایی با مطلوبیت برای کشت دیم و نسبت‌دادن ظرفیت جمعیتی خاصی به هر طبقهٔ مطلوبیت ارزیابی شده است. کمبود آب در نواحی تحت آبیاری از ترکیب نقشهٔ ۱ـ۲ با نقشهٔ جهانی نواحی تحت آبیاری ارزیابی شده است. نواحی‌ای که با کمیابی زمین در آب و هواهای خشک روبرویند، مناطق دارای کمبود آب و زمین در نظر گرفته می‌شوند.

منبع: مطالعهٔ حاضر

همهٔ داده‌های ورودی در نشریات عمومی سازمان کشاورزی و خواربار جهانی، ازجمله منابع این کتاب، در خزانهٔ شبکهٔ جغرافیایی فرادادهٔ‌ای سازمان کشاورزی و خواربار جهانی در دسترس همگان است.

http://www.fao.org/geonetwork

مراجع

AfDB 2008. *Lake Chad Basin Sustainable Development Programme* (PRODEBALT).Appraisal Report, October 2008. Abidjan and Tunis, African Development Bank Group. (Available at: http://www.afdb.org/fileadmin/uploads/afdb/ Documents/Project-and-Operations/30771454-EN-LACTCHAD-DEC-2008.PDF)

Aguilar-Manjarrez, J., Kapetsky, J. M. and Soto, D. The potential of spatial planning tools to support the ecosystem approach to aquaculture. Expert Workshop. 19–21 November 2008, Rome, Italy. FAO Fisheries and Aquaculture Proceedings. No.17. Rome, FAO.

Akroyd, s. & Smith, L. 2007. *Review of public spending to agriculture. London/Washington*, DC, DFID/ World Bank. (Available at: http://www1.worldbank.org/publicsector/pe/pfma07/OPMReview.pdf)

Alexandratos, N. 2005. Countries with rapid population growth and resourceconstraints: issues of food, agriculture, and development. *Population andDevelopment Review*, 31(2): 237–258.

Alexandratos, N. 2009. World food and agriculture to 2030/50: highlights andviews from 2009. 32 pp. In: *How to feed the world in 2050*. Proceedings of an expertmeeting, FAO, Rome, 24–26 June 2009. (Available at: ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/012/ak542e/ak542e04.pdf)

Batchelor C. H., Rama Mohan Rao, M. S. Manohar Rao, S. 2003. Watershed development:A solution to water shortages in semi-arid India or part of the problem?*Land Use and Water Resources Research* 3:1–10. (http://www.luwrr.com)

Bates, B. C., Kundzewicz, Z.W., Wu, S. and Palutikof, J. P. 2008. *Climate change and water*. Technical Paper VI of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC Secretariat. Geneva, 210 pp. (Available at: http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data_technical_papers.shtml)

Bhattarai, M. and Narayanamoorthy, A. 2003. Impact of irrigation on rural poverty in India: an aggregate panel-data analysis. *Water Policy*, 5(5–6): 443–458.

Bickel, M. and Breuer, T. 2009. Foreign direct investments in land in developing countries. Rural 21 – *The International Journal for Rural Development*, 43(2), April.

Bingham, G., Wolf, A. and Wohlgenant, T. 1994. *Resolving water disputes*. Washington, DC, USAID. (Available at: http://www.beyondintractability.org/articlesummary/10049/)

Binswanger, H. P. 1991. Brazilian policies that encourage deforestation in the Amazon. *World Development*, 19(7): 821–829.

Blench, R. 1999. Extensive pastoral livestock systems: issues and options for the future. Rome, FAO. (Available at: http://www.smallstock.info/reference/FAO/kyokai/document2.pdf)

Blomquist, W. 1992. *Dividing the waters: governing groundwater in southern California.* San Francisco, CA, Institute for Contemporary Studies.

Boonman, J. G. and Mikhalev, S. S. 2005. The Russian Steppe. In: Suttie, J. M., Reynolds, S. G. & Batello, C. (eds.) *Grasslands of the World*. Rome. FAO Plant Production and Protection Series No. 34, 381–416.

Bostock, J., McAndrew, B, Richards, R., Jauncey, K., Telfer, T, Lorenzen, K., Little, D., Ross,L., Handisyde, N., Gatward, I. and Corner, R. 2010. *Aquaculture: global status and trends. Philosophical Transactions of the Royal Society* B 365: 2897–2912. (doi:10.1098/rstb.2010.0170)

Brismar, A. 1999. Environmental challenges and impacts of land use conversion in the Yellow River basin. Interim Report IR-99-016. Laxenburg, IIASA. (Available at: http://www.iiasa.ac.at/ Publications/Documents/IR-99-016.pdf)

Bruinsma, J. 2003. *World agriculture: towards 2015/2030. An FAO perspective*. London/Rome, Earthscan/FAO. (Available at: ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/005/y4252e/y4252e.pdf)

Bruinsma, J. 2009. *The resource outlook to 2050: by how much do land, water use and crop yields need to increase by 2050?* Expert Meeting on How to Feed the World in 2050. Rome, FAO and ESDD. (Available at: ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/012/ak542e/ak542e06.pdf)

Bruns, B. R., Ringler, C. and Meinzen-Dick, R. 2005. Reforming water rights: governance, tenure and transfers. pp 283–309. In: Bruns et al. (eds) *Water Rights Reform*. Washington, DC, IFPRI. (Available at: http://www.ifpri.org/sites/ default/files/publications/oc49.pdf)

Caponera, D. A. 1992. *Principles of water law and administration: national and international*. Rotterdam/Den Haag, Balkema.

Capoor, K. and Ambrosi, F. 2009. *State and trends of the carbon market 2007: a focus on Africa.* Washington, DC, World Bank. (Available at: http://siteresources.worldbank. org/INTCARBON-FINANCE/Resources/State___Trends_of_the_Carbon_ Market_2009-FINAL_26_May09.pdf)

Carpenter, S. and Bennet, E. (2011) Reconsideration of the planetary boundary for phosphorus. *Environmental Research Letters*. 6: 014009 (12pp).

CDE 2010. Coping with degradation through SLWM. Centre for Development and Environment. SOLAW Background Thematic Report – TR12. Rome, FAO. (Availlable at: http://www.fao.org/nr/solaw/)

Charalambous, A. N. and Garratt P. 2009. Recharge–abstraction relationships and sustainable yield in the Arani-Kortalaiyar groundwater basin, India. *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology,* 42: 39–50. (doi:10.1144/1470- 9236/07-065)

Chorley, R. C. (ed) 1969. *Water, earth and man*. London, Methuen.

Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., o'Neill, R. V., Paruelo, J., Raskin, R. G., Sutton, P. and van den Belt, M. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital.Nature, 387. (Available at: http://www.uvm.edu/giee/ publications/Nature_Paper.pdf)

Cotula, L. 2010. Land tenure issues in agricultural investment. SOLAW Background Thematic Report TR05B. Rome, FAO. (Available at: http://www.fao.org/nr/solaw/)

Cotula, L., Vermeulen, S., Leonard, R. and Keeley, J. 2009. *Land grab or development opportunity? Agricultural investment and international land deals in Africa.* Rome/London, Food and Agriculture Organization of the UN (FAO)/International Fund for Agricultural Development (IFAD)/International Institute for Environment and Development (IIED). (Available at: http://pubs.iied.org/pdfs/12561IIED.pdf)

Coudouel, A., Hentschel, J. and Wodon, Q. 2002. Poverty measurement and analysis. In: Klugman, J. (ed.) *A sourcebook for poverty reduction strategies, volume 1: core techniques and cross-cutting issues,* pp. 29–74. Washington, DC, World Bank. (Available at: http://www-wds.worldbank.org/external/default/main?pageP K=64193027&piPK=64187937&theSitePK=523679&menuPK=64187510&searchMenuPK=64787511&theSitePK=523679)

De Fraiture, C., Giordano, M. and Yougsong, L. 2008. Biofuels and implications for agricultural water use: blue impacts of green energy. *Water Policy*, 10 (Supplement 1): 67–81.

den Biggelaar, C., Lal, R., Wiebe, K., Eswaran, H., Breneman, V. and Reich, P. 2003. The global impact of soil erosion on productivity ii: effects on crop yields and production over time. *Advances in Agronomy*, 81: 49–95.

Dixon, J. and Gulliver, A., with Gibbon, D. (2001) *Farming systems and poverty: improving farmers' livelihoods in a changing world*. Rome, Italy/Washington, DC, FAO/World Bank.

Ellis, E. C. and N. Ramankutty. 2008. Putting people in the map: anthropogenic biomes of the world. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 6(8):439-447 doi:10.1890/070062.

Ellis, F. 2000. *Rural livelihoods and diversity in developing countries.*Oxford, UK, OUP.

Eswaran, H., Lal, R. and Reich, P. F. 2001. Land degradation: an overview. In: Bridges, E. M., I. D. Hannam, L. R. Oldeman, F. W. T. Pening de Vries, S. J. Scherr, and S. Sompatpanit (eds.) *Responses to Land Degradation*. Proc. 2nd. International Conference on Land Degradation and Desertification, Khon Kaen, Thailand. New Delhi, India, Oxford Press.

European Commission. 2010. EU Water Framework Directive. (Available at: http:// ec.europa.eu/environment/water/water-framework/index_en.html)

Fairtrade. 2011. Fairtrade International. (Website: http://www.fairtrade.net/)

Fan, S., Omilola, B. and Lambert, M. *2009. Public spending for agriculture in Africa: trends and composition*. Regional Strategic Analysis and Knowledge Support Systems (ReSAKSS) Working Paper No. 28. Washington, DC, IFPRI. (Available at: http://www.resakss.org/index.php?pdf=42375)

FAO 1976. *A framework for land evaluation. FAO Soils Bulletin,* 32. Rome, FAO. (Available at: http://www.fao.org/docrep/x5310e/x5310e00.HTM)

FAO 1996. *Control of water pollution from agriculture*. Irrigation and drainage paper 55. Rome. (Available at: http://www.fao.org/docrep/W2598E/W2598E00.htm)

FAO 2000. *The elimination of food insecurity in the Horn of Africa. A strategy for concerted government and UN agency action.* Summary report of the inter-agency task force on the UN response to long-term food security, agricultural development and related aspects in the Horn of Africa. Rome. 13 pp. (Available at: http://www.fao.org/docrep/003/x8530e/x8530e00.htm#TopOfPage)

FAO 2002a. *Land tenure and rural development*. FAO Land Tenure Studies 3. Rome. (Available at: ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/005/y4307e/y4307e00.pdf)

FAO 2002b. *Land-water linkages in rural watersheds*. Land and Water Bulletin 9. Rome. (Available at: ftp://ftp.fao.org/agl/aglw/docs/lw9e.pdf)

FAO 2002c. *Gender and access to land*. FAO Land Tenure Studies 4. Rome. (Available at: ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/005/y4308e/y4308e00.pdf)

FAO 2003. *Legislation on water users' organization: a comparative analysis*. Legislative Study 79. (Available at: http://www.fao.org/DOCREP/006/Y5049E/Y5049E00.HTM)

FAO 2004a. *Decentralization and rural property taxation*. Rome, FAO Land Tenure Studies 7. Rome. (Available at: ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/007/y5444e/y5444e00.pdf)

FAO 2004b. *Land and Water*. Legislative Study 79. (Available at: http://www.fao.org/DOCREP/006/Y5049E/Y5049E00.HTM)

FAO 2004c. *Water charging in irrigated agriculture. An analysis of international experience*. Rome, FAO Water Report 28. (Available at: ftp://ftp.fao.org/agl/aglw/docs/wr28e.pdf)

FAO 2006a. *Integrated Agriculture-Aquaculture*. FAO Fisheries Technical Paper 407. Rome, FAO.

FAO 2006b. *World agriculture: towards 2030/2050. Interim report. Prospects for food, nutrition, agriculture and major commodity groups.* Rome, FAO. (Available at: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/esag/docs/Interim_report_AT2050web.pdf)

FAO 2006c. *Livestock's long shadow.* Rome, FAO. (Available at: http://www.fao.org/docrep/010/a0701e/a0701e00.HTM)

FAO 2006d. *Stakeholder-oriented valuation to support water resource management processes. Confronting conceptions with local practice*. FAO Water Report 30 . Rome, FAO. (Available at: ftp://ftp.fao.org/agl/aglw/docs/wr30_eng.pdf)

FAO 2006e. *Modern water rights: theory and practice*. FAO Legislative Study 92. (Available at: ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a0864e/a0864e00.pdf)

FAO 2007a. *Irrigation management transfer: worldwide efforts and results*. FAO Water Reports 32. Rome, FAO. (Available at: http://www.fao.org/docrep/010/a1520e/a1520e00.htm)

FAO 2007b. *Land evaluation: towards a revised framework*. FAO Land and Water Discussion Paper 6. Rome, FAO. (Available at: ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/a1080e/a1080e00.pdf)

FAO 2007c. *Food insecurity, poverty and environment global GIS database*. FAO Environment and Natural Resources Working Paper 26. (Available at: http://www.fao.org/geonetwork/srv/en/main.home?uuid=0dc30f20-851b-11db-b9b2-000d939bc5d8)

FAO 2007d. *Remediation of arsenic for agriculture sustainability, food security and health in Bangladesh*. FAO Working paper. Rome, FAO. (Available at: http://www.fao.org/nr/water/docs/FAOWATER_ARSENIC.pdf)

FAO 2007e. *Modernizing irrigation management – the MASSCOTE approach*. FAO Irrigation and Drainage Paper 63. (Available at: http://www.fao.org/nr/water/docs/masscote/technical/Masscote.pdf)

FAO 2008a. Financial mechanisms for adaptation to and mitigation of climate change in the food and agriculture sectors. High-Level Conference on World Food Security. (Available at: ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/meeting/013/k2516e.pdf)

FAO 2008b. *Global review of good agricultural extension and advisory service practices*. Rome, FAO. (Available at: ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/i0261e/i0261e00.pdf)

FAO 2008c. *Scoping agriculture-wetland interactions*. FAO Water Reports 33. Rome, FAO. (Available at: http://www.fao.org/nr/water/docs/WaterReports33.pdf)

FAO 2009a. *State of the world's forests 2009*. Rome, FAO. (Available at: http://www.fao.org/docrep/011/i0350e/i0350e00.htm)

FAO 2009b. *The state of food and agriculture 2009*. Rome, FAO. (Available at: www.fao.org/docrep/012/i0680e/i0680e.pdf)

FAO 2010a. *The state of world fisheries and aquaculture*. Rome, FAO. 197 pp. (Available at: http://www.fao.org/docrep/013/i1820e/i1820e00.htm)

FAO 2010b. FAOSTAT database. (Available at: http://faostat.fao.org/)

FAO 2010c. AQUASTAT SATABASE. (Available at: www.fao.org/nr/water/aquastat/main/index.stm)

FAO 2010d. *Global forest resources assessment 2010*. FAO Forestry Paper 163. Rome, FAO. (Available at: http://foris.fao.org/static/data/fra2010/FRA2010_Report_en_WEB.pdf)

FAO 2010e. Global survey of agricultural mitigation projects. 30 pp. (Available at: http://www.fao.org/docrep/012/al388e/al388e00.pdf)

FAO 2011a. *The state of food and agriculture 2010-11. Women in agriculture: closing the gender gap for development*. Rome, FAO. (Available at: http://www.fao.org/docrep/013/i2050e/i2050e00.htm)

FAO 2011b. Land tenure. (Available at: http://www.fao.org/nr/tenure/lt-home/en/?no_cache=1)

FAO 2011c. *State of the world's forests 2011*. Rome. (Available at: http://www.fao.org/forestry/sofo/en/)

FAO 2011d. *Climate change, water and food security*. FAO Water Reports 36. Rome, FAO. (Available at: http://www.fao.org/nr/water/jsp/publications/search.htm)

FAO 2011e. Multiple use of water. (Website: http://www.fao.org/nr/water/topics_irrig_mus.html)

FAO and FIVIMS 2003. Poverty mapping, chronic undernutrition among children: an indicator of poverty. Food Insecurity and Vulnerability Information and Mapping Systems, Rome. (Available at: http://www.fivims.org/index. php?option=com_content&task=blogcategory&id=37&Itemid=56)

FAO and WFP 2010. *The state of food insecurity in the world. Addressing food insecurity in protracted crises*. Rome, FAO. (Available at: http://www.fao.org/docrep/013/i1683e/i1683e.pdf)

FAO/ICLARM/IIRR 2001. Integrated Agriculture-Aquaculture: a primer. FAO Fisheries Technical Paper 407. Rome, FAO. (Available at: http://www.fao.org/docrep/005/y1187e/y1187e01.htm)

Faurès, J-M., Svendsen, M. and Turral, H. 2007. Reinventing irrigation. In: Molden, David (ed.). *Water for food, water for life: A comprehensive assessment of water management in agriculture*. London/Colombo, Sri Lanka, IWMI/Earthscan. pp. 353–394.

Fischer, G., Van Velthuizen, H., Shah, M. and Nachtergaele, F. O. 2002. Global agro-ecological assessment for agriculture in the twenty-first century: methodology and results. (Available at: http://www.iiasa.ac.at/Admin/PUB/Documents/RR-02-002.pdf)

Fischer, G., Tubiello, F. N., Van Velthuizen, H. and Wiberg, D. A. 2007. Climate change impacts on irrigation water requirements: effects of mitigation, 1990–2080. *Technological Forecasting and Social Change*, 74(7): 1083–1107.

Fischer, G., Hizsnyik. E., Prieler, S. and Wiberg, D. 2010. *Scarcity and abundance of land resources: competing uses and the shrinking land resource base.* SOLAW Background Thematic Report TR02. Rome, FAO. (Available at: http://www.fao.org/nr/solaw/)

Foster, V. and Briceño-Garmendia, C. 2010. *Africa's infrastructure: a time for transformation*. Washington, DC, World Bank. 355 pp. (Available at: https://www.infrastructureafrica.org/aicd/flagship-report)

Frenken, K. 2010. Sources of water for agriculture. SOLAW Background Thematic Report TR03. Rome, FAO. (Available at: http://www.fao.org/nr/solaw/)

Garduno, H. and Foster, S. 2011. *Sustainable groundwater irrigation: approaches to reconciling demand with resources*. GWMATE Strategic Overview Series No. 4. Washington, DC, World Bank.

Garrity, D. P., Akinnifesi, F. K., Ajayi, O. C., Weldesemayat, S. G., Mowo, J. G., Kalinganire, A., Larwanou, M. and Bayala, J. 2010. Evergreen agriculture: a robust approach to sustainable food security. In: Africa. *Journal of Food Security*, 2: 197–214.

GEF 2011. Projects and funding. Global Environment Facility. (Website: http://www.thegef.org/gef/gef_projects_funding)

GEO 2010. Group on Earth Observations. (Website: http://www.earthobservations.org/)

Geodata Institute 2010. *Where are the poor and where are the land and water resources*. SOLAW Background Thematic Report TR14. (Available at: http://www.fao.org/nr/solaw/).

Giordano, M. A. and Wolf, A. T. 2002. The world's international freshwater agreements. In: UNEP (ed) 2002. *Atlas of international freshwater agreements*, pp. 1–8. UNEP, Oregon State University and FAO. (Available at: http://www.transboundarywaters.orst.edu/publications/atlas/atlas_pdf/2_Worlds Agreements_atlas.pdf)

Grepperud, S. 1994. *Population–environment links. Testing a soil degradation model for Ethiopia*. Divisional Working Paper No 1994–46. Environment Department, Washington, DC, World Bank.

Grey, D. and Sadoff, C. 2006. The global water challenge: poverty growth and international relations. Paper presented at Global Issues Seminar Series. Washington, DC, World Bank.

Gross, R., Schultink, W. and Sastroamidjojo, S. 1996. Stunting as an indicator for health and wealth: an Indonesian application. *Nutrition Research*, 16(11–12): 1829–1837.

Halwart, M. and Van Dam, A. (eds) 2006. Integrated Irrigation and Aquaculture in West Africa: Concepts, practices and potential. FAO Fisheries and Aquaculture Paper. Rome, FAO. (Available at: http://www.fao.org/docrep/009/a0444e/a0444e00.htm)

Hamilton, K., Sjardin, M., Shapiro, A. and Marcello, T. 2009. Fortifying the foundation: State of the voluntary carbon markets 2009. Washington, DC/New York, New Carbon Finance/Ecosystem Marketplace. (Available at:http://www.ecosystemmarketplace.com/documents/cms_documents/StateOfTheVoluntaryCarbonMarkets_2009.pdf)

Hardin, G. 1968. The tragedy of the commons. *Science*, 162: 1243–1248.

Heath, H. and Binswanger, H. 1996. Natural resources degradation. *Environment and Development Economics,* 1 (1): 65–84.

Hellegers P. J. G. J., Perry, C. and Nasser, A. 2011. Incentives to reduce groundwater consumption in Yemen. Irrigation and Drainage. 60: 93–102.

Hoekstra, A. Y. 2010. *The relation between international trade and freshwater scarcity*. Economic Research and Statistics Division Working Paper ERSD-2010-05. Geneva, WTO. (Available at: http://www.wto.org/english/res_e/reser_e/ersd201005_e.pdf)

Hoekstra, A. Y. and Chapagain, A. 2007. Water footprints of nations: water use by people as a function of their consumption pattern. *Water Resource Management*, 21: 35–48.

Hoogeveen, J., Faurès, J-M. and Van De Giessen, N. 2009. Increased biofuel production in the coming decade: to what extent will it affect global freshwater resources? *Irrigation and Drainage*, 58: S148–S160.

Huang, Q., Rozelle, S., Lohmar, B., Jikun Huang and Jinxia Wang. 2006. Irrigation, agricultural performance and poverty reduction in China. *Food Policy*, 31(1): 30–52.

Huang, J., Xiaobing Wang, Huayong Zhi, Zhurong Huang and Rozelle, S. 2011. Subsidies and distortions in China's agriculture: evidence from producer-level data. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 55(1): 53–71. (Available at: http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1467-8489.2010.00527.x/pdf)

Hussain, I. 2007. Pro-poor intervention strategies in irrigated agriculture in Asia: issues, lessons, options and guidelines: Bangladesh. *Irrigation and Drainage*, 56 (2–3): 119–126.

Hussain, I. and Hanjra, M. A. 2004. Irrigation and poverty alleviation: review of the empirical evidence. Irrigation and Drainage, 53(1): 1–15.

IBRD 2011. Rising global interest in farmland. Can it yield sustainable and equitable benefits? (Available at: http://siteresources.worldbank.org/INTARD/Resources/ESW_Sept7_final_final.pdf)

IEA 2009. *World energy outlook 2009*. International Energy Agency. Executive summary. (Available at: http://www.worldenergyoutlook.org/docs/weo2009/WEO2009_es_english.pdf)

IFPRI 2009. 'Land grabbing' by foreign investors in developing countries: risks and opportunities. (Comprehensive table: http://www.ifpri.org/sites/default/files/bp013Table01.pdf)

IIASA/FAO 2010. Global Agro-Ecological Zones (GAEZ v3.0). Laxenburg, Austria/Rome, Italy, IIASA/FAO.

IPCC 2007. *Climate change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Parry, M. L., Canziani, O. F., Palutikof, J. P., van der Linden P. J. and Hanson, C. E. (eds), Cambridge, UK, Cambridge University Press, pp. 273-313.

Irz, X., Thirtle, C. and Wiggins, S. 2001. Agricultural productivity growth and poverty alleviation. *Development* Policy Review, 19(4): 449–466.

Jua, Xiao-Ting, Guang-Xi Xing, Xin-Ping Chena, Shao-Lin Zhangb, Li-Juan Zhangc, Xue-Jun Liua, Zhen-Ling Cuia, Bin Yinb, Peter Christie, Zhao-Liang Zhub, and Fu-Suo Zhanga. 2009. Reducing environmental risk by improving N management in intensive Chinese agricultural systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(9): 3041–3046. (Available at: http://www.pnas.org/content/106/9/3041.full.pdf+html)

LADA 2010a. Land degradation in drylands. (Available at: http://www.fao.org/nr/lada/)

LADA 2010b. *National land degradation assessment Senegal and review of global socio-economic parameters in the LADA data base*. SOLAW Background Thematic Report TR19 – prepared by the Centre for World Food Studies (SOW-U), Free University (VU), Amsterdam. (Available at: http://www.fao.org/nr/lada/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=685&Itemid=165&lang=en)

Lipper, L., Dutilly-Diane, C. and McCarthy, N. 2010. Supplying carbon sequestration from West African rangelands: opportunities and barriers. *Rangeland Ecology and Management*, 63(1): 155–166 (Available at: http://www.bioone.org/doi/pdf/10.2111/REM-D-09-00009.1)

Lipton, M. 2007. Farm water and rural poverty reduction in developing Asia. *Irrigation and Drainage*, 56: 127–146.

Liamas, M. R. and Custodio, E. (eds) 2003. *Intensive use of groundwater: challenges and opportunities*. Lisse, Balkema Publishers.

Lundqvist, J., De Fraiture, C. and Molden, D. 2008. Saving water: From field to fork – curbing losses and wastage in the food chain. SIWI Policy Brief. Stockholm International Water Institute. (Available at: http://www.siwi.org/documents/Resources/Policy_Briefs/PB_From_Filed_to_Fork_2008.pdf)

Mainuddin, M. and Kirby, M. 2009. Spatial and temporal trends of water productivity in the lower Mekong River Basin. *Agricultural Water Management*, 96(11): 1567–1578.

Mateo-Sagasta, J. and Burk, J. 2010. *Agriculture and water quality interactions*. SOLAW Background Thematic Report TR08. Rome, FAO. (Available at: http://www.fao.org/nr/solaw/)

McCay, B. J.and Acheson, J. M. (eds) 1987. The question of the commons: the culture and ecology of communal resources. Tucson, AZ, University of Arizona Press.

MEA. 2005. Millennium Ecosystem Assessment. (Available at: http://www.maweb.

org/en/index.aspx)

Meinzen-Dick, R. 2007. Beyond panaceas in irrigation institutions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(39): 15 200–15 205.

Molden, D. (ed.). 2007. *Water for food, water for life. Comprehensive assessment of water management in agriculture*. Colombo/London, IWMI/Earthscan. (Available at:http://www.iwmi.cgiar.org/assessment/)

Molden, D., Oweis, T., Steduto, P., Bindraban, P. Hanjra, M. A. and Kijne, J. 2010. Improving agricultural water productivity: between optimism and caution. Agricultural Water Management, 97(4): 528–535.

Molle, F. and Berkoff, J. 2006. *Cities versus agriculture: revisiting intersectoral water transfers, potential gains and conflicts*. IWMI Comprehensive Assessment Research Report 10. Colombo, Sri Lanka, IWMI Comprehensive Assessment Secretariat. (Available at: http://www.iwmi.cgiar.org/assessment/files_new/publications/CA%20Research%20Reports/CARR10.pdf)

Molle, F. and Wester, P. (eds) 2009. *River basin trajectories: societies, environments and development*. CAB International. Wallingford UK: CABI; Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute (IWMI) 311 pp. (Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture Series 8).

Morris, B. L., Lawre,ce, A. R. L., Chilton, P. J. C, Adams, B., Calow, R. C. and Klinck, B. A. 2003. *Groundwater and its susceptibility to degradation: a global assessment of the problem and options for management.* Early Warning and Assessment Report Series, RS. 03-3. Nairobi, Kenya, United Nations Environment Programme.

Morris, M., Kelly, V., Kopicki, R. J. and Byerlee, D. 2007. Fertilizer use in African agriculture. Directions in development agriculture and rural development 39037. The World Bank, Washington, 144p.

Mukherji, A., and Shah, T. 2005. Groundwater socio-ecology and governance: a review of institutions and policies in selected countries. Hydrogeology Journal, 13: 328–345. (doi: 10.1007/s10040-005-0434-9)

Mukherji, A., and Shah, T. 1995. *Domestic government: kinship, community and polity in North Yemen*. London, IB Tauris.

Nachtergaele, F. Biancalani, R. and Petri, M. 2010a. *Land degradation*. SOLAW Background Thematic Report TR06. Rome, FAO. (Available at: http://www.fao.org/nr/solaw/)

Nachtergaele, F., Bruinsma, J., Valbo-Jorgensen, J. and Bartley, D. 2010b. Anticipated trends in the use of global land and water resources. SOLAW Background Thematic Report TR01. Rome, FAO. (Available at: http://www.fao.org/nr/solaw/).

Nachtergaele, F. O., Petri, M. and Biancalani, R. 2011. Land degradation. Chapter 3. In: Lal, R. & Stewart, B.A. (eds) *World soil resources and food security*. Advances in Soil Science. Boca Raton, CRC Press.

Neely, C. and Fynn, A. 2010. Critical choices for crop and livestock production systems that enhance productivity and build ecosystem resilience. SOLAW Background Thematic Report TR11. Rome, FAO. (Available at: http://www.fao.org/nr/solaw/

Nkonya, E., Cenacchi, N. and Ringler, C. 2010. International cooperation for sustainable land and water management. SOLAW Background Thematic Report TR16. Rome, FAO. (Available at: http://www.fao.org/nr/solaw/)

Nori, M. and Neely, C. 2009. The tragedy is on, the tragedy is over: pastoral challenges and opportunities for conservation agriculture. *Proceedings of the IV World Congress on Conservation Agriculture, New Delhi, 4–7 February 2009.* (Also available at: http://www.achmonline.org/Resource/Conservation%20Agriculture,%20 Nori%20and%20Neely.pdf)

OECD 2010a. Sustainable *management of water use in agriculture*. Paris, OECD.

OECD 2010b. Database on aid activities. Paris, Organisation for Economic Co-operation and Development. (Websites: http://www.oecd.org/dataoecd/20/29/31753872. htm; ODA data: http://stats. oecd.org/Index.aspx?DatasetCode=CRSNEW)

Oldeman, L. R., Hakkeling, R. T. A. and Sombroek, W. G. 1990. World map of the status of human-induced soil degradation. An explanatory note. Global Assessment of Soil Degradation (GLASOD) Working Paper 90/07. Wageningen, ISRIC. (Available at: http://www.isric.org/isric/webdocs/Docs/ ISRIC_Report_1990_07.pdf)

Perry, C., Steduto, P., Allen, R. G. and Burt, C. 2009. Increasing productivity in irrigated agriculture: Agronomic constraints and hydrological realities *Agricultural Water Management*, 96: 1517–1524.

Pimentel, D., Harvey, C., Resosudarmo, P., Sinclair, K., Kurz, D., McNair, M., Crist, S., Shpritz, L., Fitton, L., Saffouri, R. and Blair, R. 1995. Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits. *Science*, 267(5201):1117–1123.

Pretty, J., Toulmin, C. and Williams, S. (eds) 2011. Sustainable intensification: increasing productivity in African food and agricultural systems. *International Journal of Agricultural Sustainability (special issue)*, 9(1): 5–24.

Robin, N., Clover, R. and Singh, C. 2009. *A climate for recovery. The colour of stimulus goes green*. HSBC global research, London.

Rockström, J., W. et al. 2009. Planetary boundaries:exploring the safe operating space for humanity. *Ecology and Society* 14(2): 32. (Available at: http://www. ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art32/)

Rosegrant M. W. and Svendsen M. 1993. Asian food production in the 1990s: irrigation investment and management policy. Food Policy, 18: 13–32.

Sadoff, C. and Grey, D. 2005. Cooperation on international rivers: a continuum for securing and sharing benefits. *Water International*, 30(4): 420–427.

Sadras, V. O. and Grassini, P. 2010. *Status of water use efficiency of main crops*. SOLAW Background Thematic Report TR07. Rome, FAO.

Salman, M., Koohafkan, P. and Casarotto, C. 2010. *Investments in land and water*. SOLAW Background Thematic Report TR17. Rome, FAO. (Available at: http://www.fao.org/nr/solaw/)

Savory, A. and Butterfield, J. 1999. Holistic management: a new framework for decision making. Washington, DC, Island Press.

Schmidhuber, J., Bruinsma, J. and Boedeker, G. 2009. Capital requirements for agriculture in developing countries to 2050. In: *How to feed the World in 2050*. Proceedings of an expert meeting, Rome, FAO. 24–26 June 2009. (Available at:ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/012/ak542e/ak542e09.pdf)

Scoones, I. 1995. *Living with uncertainty: new directions for pastoral development in Africa*. London, Intermediate Technology Press.

Settle, W. and Garba, M. 2011. Sustainable crop production intensification in the Senegal and Niger River basins of francophone West Africa. *International Journal of Agricultural Sustainability (special issue)*, 15: 171–185.

Shah, T. 1993. *Groundwater markets and irrigation development: political economy and pratical policy*. Bombay, India, Oxford University Press.

Shah, T. 2009. *Taming the anarchy: groundwater governance in South Asia*. London/Washington, DC, RFF Press.

Shah, T. and Singh, O. P. 2004. Irrigation development and rural poverty in Gujarat, India: a disaggregated analysis. *Water International*, 29(2): 167–177.

Shamsudduha, M., Taylor, R. G., Ahmed, K. M. and Zahid, A. 2011. The impact of intensive groundwater abstraction on recharge to a shallow regional aquifer system: evidence from Bangladesh. *Hydrogeology Journal*, 19: 901–916. (doi:10.1007/s10040-011-0723-4)

Sheldrick, W. F., Syers, J. K. and Lingard, J. 2002. A conceptual model for conducting nutrient audits at national, regional, and global scales. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 62(1): 61–72.

Siebert, Stefan, Döll, Petra, Feick, Sebastian, Hoogeveen, Jippe and Frenken, Karen. 2007. Global map of irrigation areas version 4.0.1. Frankfurt am Main, Germany and Rome, Italy. Johann Wolfgang Goethe University and FAO, Rome, Italy.

Siebert, S., Burke, J., Faurès, J-M., Frenken, K., Hoogeveen, J., Döll, P. and Portmann, F. T. 2010. Groundwater use for irrigation – a global inventory. *Hydrology and Earth System Sciences*, 14: 1863–1880. (Available at: http://www.hydrol-earth-syst-sci.net/14/1863/2010/hess-14-1863-2010.html)

Simondon, K. B. 2010. Review on stunting: clarification and use of the indicator for the assessment of poverty. United Nations System Standing Committee on Nutrition, Task Force on Assessment, Monitoring and Evaluation (Draft). SOLAW Background Thematic Report TR14.

Simpson, B. W. and Ruddle, L. J. 2002. Irrigation and pesticide use. pp. 193–198. In: Bruce R (ed). *Best practice irrigation in sugarcane production. Short course.* Course manual. Townsville, Qld, CSIRO. (Availabe at: http://www.clw.csiro.au/publications/consultancy/2002/BestPractice IrrigationinSugarcaneProduction.pdf)

Smaller, C. and Mann, H. 2009. *A thirst for distant lands: foreign investment in agricultural land and water*. Foreign Investment for Sustainable Development Program, Winnipeg, International Institute for Sustainable Development (IISD). (Available at: http://www.iisd.org/pdf/2009/thirst_for_distant_lands.pdf)

Smith, L. E. D. 2004. Assessment of the contribution of irrigation to poverty reduction and sustainable livelihoods. *Water Resources Development*, 20(2): 243–257.

Smits, S., Renwick, M., Renault, D., Butterworth, J. and van Koppen, B. 2008. From practice to policy: background paper for the International symposium on multiple-use water services, Addis Ababa, Ethiopia, 4-6 November 2008.

Steduto, P, Hsiao, T. C. and Fereres, E. 2007. On the conservative behaviour of biomass water productivity. *Irrigation Science*, 25: 89–107.

Tanji, K. K. and Kielen, N. C. 2002. *Agricultural drainage water management in arid and semiarid areas*. Irrigation and Drainage Paper 61. Rome, FAO. (Available at: ftp://ftp.fao.org/agl/aglw/docs/idp61e.pdf)

Tennigkeit, T. and Wilkes, A. 2008. An assessment of the potential for carbon finance in rangelands. Nairobi, Kenya, World Agroforestry Centra, ICRAF. (Available at: http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/scpi/cgwg/ICRAF_WP68.pdf)

Tennigkeit, T., Kahrl, F., Wölcke, J. and Newcombe, K. 2009. *Agricultural carbon sequestration in Sub-Saharan Africa: economics and institutions*. Washington, DC, World Bank. (Available at: http://africacarbonforum.com/2009/docs/presentations/Day2/timm%20tennigkeit.pdf)

TerrAfrica 2009. Country Support Tool. For scaling-up sustainable land management in sub-Saharan Africa - Field Application. (Available at: http://knowledgebase. terrafrica.org/fileadmin/user_upload/terrafrica/docs/topic_page/Country_Support_Tool_2_.pdf)

Thirtle, C., Irz, X., Lin, L., Mckenzie-Hill, V. and Wiggins, S. 2001. *Relationship between changes in agricultural productivity and the incidence of poverty in developing countries*. DFID report No. 7946, 27/02/2001. London, DFID. (Available at: http://www.odi.org.uk/events/documents/2334-background-paper-colin-thirtle-relationship-between-changes-agricultural-productivity-incidence-poverty.pdf)

Tiffen, M., Mortimore, M. and Gichuki, F. 1994. *More people, less erosion: environmental recovery in Kenya*. Chichister, UK, John Wiley.

Tilman, D., Socolow, R., Foley, J. A., Hill, J., Larson, E., Lynd, L.,Pacala, S., Reilly, J., Searchinger, T., Somerville, C. and Williams, R. 2009. Beneficial biofuels – the food, energy, and environment trilemma. Science, 325, 270–271.

Tubiello. F. and van der Velde, M. 2010. Land and water use options for climate change adaptation and mitigation in agriculture. SOLAW Background Thematic Report TR04A. Rome, FAO. (Available at: http://www.fao.org/nr/solaw/)

Tubiello, F. N., Soussana, J. F., Howden, M. and Easterling, W. 2007. Crop and pasture response to climate change; fundamental processes. *Proceedings of the National. Academy of Sciences*, 104: 19 686-19 690.

Tubiello, F., Schmidhuber, J., Howden, M., Neofotis, P. G., Park, S., Fernandes, E. and Thapa, D. 2008. *Climate change response strategies for agriculture: challenges and opportunities for the twenty-first century*. Agriculture and rural development discussion paper 42. Washington, DC, World Bank.

Turral, H. and Burke, J. 2010. *Sustainable crop production and intensification in irrigated cropping systems*. Land and Water Division, Rome, FAO.

UNCCD 2007. *High-level round table discussion on desertification and adaptation to climate change*. Conference of the Parties, Eighth session, Madrid, 3–14 September 2007. (Available at: http://www.unccd.int/convention/menu.php)

UNCTAD 2006. *FDI from developing and transition economies: implications for development.* World Investment Report 2006. New York and Geneva, UN. (Available at: http://www.unctad.org/en/docs/wir2006ref_en.pdf)

United Nations 2009. *World populstion prospects: the 2008 revision population database.* New York, UN Population Division.

UN-REDD 2011. The United Nations Collaborative Program on Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation in Developing Countries. (Website: http://www.un-redd.org/)

Uphoff N. Kassam, A. and Harwood, R., 2011. SRI as a methodology for raising crop and water productivity: productive adaptations in rice agronomy and irrigation water management. *Paddy and Water Environment*, 9: 3–11.

Von Braun, J. and Meinzen-Dick, R. 2009. *'Land grabbing' by foreign investors in developing countries: risks and opportunities*. Policy Brief 13. Washington, DC, IFPRI. (Available at: http://www.ifpri.org/sites/default/files/publications/bp013all.pdf)

Wang, Jinxia, Jikun Huang, Zhigang Xu, Rozelle, S., Hussain, I. and Biltonen, E. 2007. Irrigation management reforms in the Yellow River basin: implications for water saving and poverty. *Irrigation and Drainage*, 56: 247–259.

Wani, S. P, Sreedevi, T. K, Rockström, J. and Ramakrishna, Y. S. 2009. Rainfed agriculture: past trends and future prospects. In: Wani S. P. (ed). *Rainfed Agriculture: Unlocking the potential*, pp. 1–35. Wallingford, UK, CAB Intl. (Available at: http://www.iwmi.cgiar.org/Publications/CABI_Publications/CA_CABI_Series/Rainfed_Agriculture/Protected/Rainfed_Agriculture_Unlocking_the_Potential.pdf)

White, R. P., Murray, S. and Rohweder, M. 2000. *Pilot analysis of global ecosystems: grassland ecosystems*. Washington, DC, World Resources Institute. (Available at: http://www.wri.org/publication/pilot-analysis-global-ecosystems-grasslandecosystems)

Whittington, D., Xun Wu and Sadoff, C. 2005. Water resources management in the Nile Basin: the economic value of cooperation. Water Policy, 7: 227–252.

WHO-FAO-UNEP 2006. WHO Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater. Volume 4. Excreta and greywater use in agriculture. World Health Organization. Geneva.

Wichelns, D. 2010. An economic analysis of the virtual water concept in relation to the agri-food sector, background reports supporting the OECD study (2010). *Sustainable Management of Water Resources in Agriculture*. Paris, OECD. (Website: www.oecd.org/water)

Winpenny, J. 2010. Global trends in financing water. In: Ringler C *et al*. (eds). *Globalization, Trade and Global Change*, pp 143–167. New York, Springer.

Winpenny, J., Heinz, I. and Koo-Oshima, S. 2010. The wealth of waste. FAO Water Report 35. (Available at: http://www.fao.org/docrep/012/i1629e/i1629e.pdf)

World Bank 2003. Implementation completion report for the Loess Plateau project. Report # 25701. Washington, DC, World Bank. (Available at: http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/2003/05/01/000160016_20030501180454/Rendered/PDF/257011CN1Loess1d0Rehab0Project01ICR.pdf)

World Bank 2005. *Shaping the future of water for agriculture: a sourcebook for investment in agricultural water management.* Washington, DC, World Bank. (Available at: http://siteresources.worldbank.org/INTARD/Resources/Shaping_the_Future_of_Water_for_Agriculture.pdf)

World Bank 2006. Directions in development. Reengaging in agricultural water management. Challenges and options. Washington, DC, World Bank. (Available at: http://siteresources.worldbank.org/INTARD/Resources/DID_AWM.pdf)

World Bank 2007a. *Agriculture for development*. World Development Report 2008. Washington, DC, World Bank. (Available at: http://siteresources.worldbank.org/INTWDR2008/Resources/WDR_00_book.pdf)

World Bank 2007b. *Emerging public-private partnerships in irrigation development and management*. In: Dargouth, S. et al. Water Sector Board Discussion Paper Series No 10, May 2007. Washington, DC, World Bank. (Available at: http://siteresources.worldbank.org/INTWSS/Resources/WS10_txt.pdf)

World Bank 2007c. *Investment in agricultural water for poverty reduction and economic growth in Sub-Saharan Africa: synthesis report*. Report No 43768 (2008-01-01). Washington, DC, World Bank. (Available at: http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/2008/05/29/000334955_20080529023517/Rendered/PDF/437680SR0white10water0200801PUBLIC1.pdf)

World Bank 2007d. China second Loess Plateau watershed rehabilitation project; first and second Xiaolangdi multipurpose project; and second Tarim Basin project. Project performance assessment report. Report # 41122. Washington, DC, World Bank. (Available at: http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/2007/10/31/000020953_20071031102004/Rendered/PDF/41122.pdf)

World Bank 2008. *Poverty analysis in agricultural water operations*. Water Working Notes No 16. Washington, DC, World Bank. (Available at: http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/2008/06/18/000333037_20080618031322/Rendered/PDF/442260NWP0WN1610Box327398B01PUBLIC1.pdf)

World Bank 2009a. *Environmental flows in water resources policies, plans and projects: findings and recommendations*. Report No 48743. Washington, DC, World Bank. (Available at: http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/2009/06/04/000334955_20090604063828/Rendered/PDF/487430PUB0envi101Official0Use0Only1.pdf)

World Bank 2009b. *World Development Report 2010*. Washington, DC, World Bank. (Available at: http://econ.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/EXTDEC/EXTRESEARCH/EXTWDRS?EXTWDR/0,,contentMDK:2196137~menuPK:5287741,00.html)

World Bank 2010a. Deep wells and prudence: towards pragmatic action for addressing groundwater overexploitation in India. Washington, DC, World Bank. (Available at: http://siteresources.worldbank.org/INDIAEXTN/Resources/295583-1268190137195/DeepWellsGroundWaterMarch2010.pdf)

World Bank 2010b. *Managing Water Scarcity*. A background paper for the MNA study on Peace, Stability and Development. Washington, DC, World Bank.

WWAP 2009. *United Nations World Water Development Report 3: water in a changing world*. Paris/London, UNESCO/Earthscan. (Available at: http://www.unesco.org/water/wwap/wwdr/wwdr3/)

Yetim, M. 2002. Governing international common pool resources. Water Policy, 4(4): 305–321.