مسلسل: ۱۸۱۷۰

فروردین ۱۴۰۱

وضعیت غذا و کشاورزی در ۲۰۲۰؛ غلبه بر چالش‌های آب در کشاورزی

سازمان خواروبار و کشاورزی ملل متحد (FAO)

دفتر: مطالعات زیربنایی

مرکز پژوهش‌ها
مجلس شورای اسلامی

شناسنامه گزارش		شماره مسلسل: ۱۸۱۷۰ کد موضوعی: ۲۵۰

عنوان گزارش: وضعیت غذا و کشاورزی در ۲۰۲۰؛ غلبه بر چالش‌های آب در کشاورزی سازمان خواروبار و کشاورزی ملل متحد (FAO)

نام دفتر: مطالعات زیربنایی

تهیه و تدوین‌کنندگان: مهکامه سادات نائینی، بیژن نظری

مدیر مطالعه: حجت ورمزیاری

ناظر علمی: علیرضا رهایی

اظهارنظرکنندگان خارج از مرکز: فرود شریفی، مجتبی پالوج، حامد نجفی علمدارلو

ویراستار تخصصی: ـــــ

ویراستار ادبی: ـــــ

واژه‌های کلیدی:

۱. تنش آبی
۲. خشکسالی
۳. نظام‌های تولید
۴. آلودگی آب
۵. مدیریت آب و خاک
۶. محیط زیست
۷. حکمرانی آب

تاریخ انتشار: ۱۴۰۱/۱/۳۰

به نام خدا

فهرست مطالب

چکیده ۱
مقدمه ۱
کمبود آب و کمیابی آب در جهان ۳
جمعیت، توسعه و کمیابی آب ۶
تغییر اقلیم و چالش‌های مربوط به آب ۹
وضعیت اراضی کشاورزی با محدودیت آب ۱۰
سازگاری نظام‌های تولید محصولات کشاورزی با محدودیت‌های آبی ۱۴
آب و امنیت غذایی ۱۷
نوآوری‌ها و سرمایه‌گذاری‌های لازم ۱۹
بهبود کشاورزی دیم ۲۱
سرمایه‌گذاری در آبیاری کلید سازگاری با کمیابی آب ۲۱
بهبود بهره‌وری آب در محصولات دامی ۲۴
رویکردهای نوآورانه در مدیریت آب کشاورزی ۲۶
موانع نوآوری ۲۷
حسابداری و حسابرسی آب ۲۹
بازار آب و قیمتگذاری آب ۳۰
حکمرانی در مناطق دیم ۳۲
لزوم تقویت انسجام سیاسی در کشاورزی ۳۳
ضرورت اصلاحات برای انسجام سیاسی بیشتر ۳۳
رهنمودهای کلیدی ۳۴
منابع و مآخذ ۳۸

وضعیت غذا و کشاورزی در ۲۰۲۰؛ غلبه بر چالش‌های آب در کشاورزی
سازمان خواروبار و کشاورزی ملل متحد (FAO)

چکیده

تشدید محدودیت‌های آب، امنیت غذایی و تغذیه را تهدید می‌کند. به این ترتیب، برای پایدارتر و عادلانه‌تر کردن مصرف آب در کشاورزی نیاز به اقدام فوری است. کشاورزی فاریاب همچنان بزرگ‌ترین مصرف‌کننده آب شیرین است، اما کمیابی آب شیرین با توجه به افزایش تقاضا و رقابت بر سر منابع آب شیرین، یک مشکل روزافزون است. از طرف دیگر، کشاورزی دیم با افزایش تغییرات بارش ناشی از تغییر اقلیم روبه‌رو است. این روند تغییرات، موجب تشدید اختلافات بین بهره‌برداران آب و نابرابری و ناعدالتی در دسترسی به آب، به‌ویژه برای کشاورزان خُرد مقیاس، اقشار فقیر روستایی و سایر جمعیت‌های آسیب‌پذیر خواهد شد.

بررسی وضعیت غذا و کشاورزی در سال ۲۰۲۰ برآوردهای جدیدی در زمینه گسترش کمیابی آب در کشاورزی فاریاب و کمبود آب در کشاورزی دیم و همچنین جمعیت آسیب‌دیده از آن ارائه می‌دهد. نتایج مطالعات، نشان‌دهنده تفاوت‌های عمده بین کشورهای مختلف و همچنین تفاوت مکانی قابل توجه در داخل کشورهاست. گزارش حاضر به بحث در مورد نحوه سیاستگذاری‌ها و انجام اقدامات مناسب توسط کشورها، بسته به ماهیت و ابعاد مسئله و همچنین عوامل دیگری مانند نوع نظام تولید محصولات کشاورزی، سطح توسعه‌یافتگی کشورها و ساختارهای سیاسی آنها می‌پردازد. بر این اساس، این سند رهنمودهایی ارائه می‌دهد که چگونه کشورها می‌توانند سیاستگذاری‌ها و اقدامات لازم برای غلبه بر محدودیت‌های آب را در کشاورزی اولویت‌بندی کنند، به‌گونه‌ای که ضامن دسترسی کارآمد، پایدار و عادلانه به آب باشد.[۱]

مقدمه

مدیریت و بهره‌برداری بهینه از منابع آبی، نقش اساسی در پایداری آن ایفا می‌کند. مدیریت یکپارچه منابع آب به مفهوم توجه عادلانه و نه مشابه، به تقاضاهای در حال رقابت با یکدیگر است. سیاست تعیین حقابه‌های هر یک از بخش‌های کشاورزی، صنعت و خدمات براساس آب‌بهای پرداختی آنها و درآمدی که عاید نهاد متولی می‌شود، سبب اختلال در مدیریت یکپارچه منابع آب شده است. ازاین‌رو است که بعضاً

۱. توضیح مترجمان: در کشور ما تحقق خودکفایی پایدار در محصولات اساسی و تأمین نیاز جمعیت (مطابق سیاست‌های کلی جمعیت) با رعایت ملاحظات آب و بهبود بهره‌وری از اهداف اصلی و مهم است.

مجوز تغییر کاربری چاه‌های کشاورزی به کاربری‌های غیرکشاورزی به شکل رسمی صادر می‌شود.

در موارد متعددی، دادن حقابه‌های جدید ازجمله برای افراد غیربومی که اقدام به تغییر کاربری اراضی کشاورزی و احداث باغ‌ویلا می‌کنند، به بهای کاهش و نابودی حقابه‌های رسمی کشاورزان حوزه مربوطه می‌شود و این سیاست مغایر با قانون توزیع عادلانه آب است. گزارش حاضر که ترجمه خلاصه مدیریتی و راهبردهای پیشنهادی فائو است، سعی کرده راهکارهای استفاده بهینه از آب کشاورزی را تبیین کند. در اینجا با وجود اشاره به برخی پیامدهای مثبت بازار آب، جنبه‌های منفی آن شامل امکان انحصار آب و تصاحب حقابه اقشاری که آسیب‌پذیری بیشتری دارند ازسوی برخی از ذی‌نفعان، مورد تأکید قرار گرفته است. گزارش حاضر، این امر را در تضاد با ماهیت آب به‌عنوان یک ضرورت اساسی و حق انسانی دانسته است.

علاوه بر این، گزارش سازمان خواروبار و کشاورزی جهانی بر ضرورت توجه به ابعاد اجتماعی در قیمتگذاری آب، به‌ویژه تأثیر قیمتگذاری آب بر گروه‌های کم‌درآمد تأکید کرده است. همچنین این سند بر اجرای طرح عادلانه در قیمتگذاری آب، صحه گذاشته و تأکید کرده که افزایش قیمت آب باید به‌مرور زمان طی چندین سال صورت پذیرد تا به کشاورزان این فرصت داده شود که خود را با مدیریت جدید انطباق دهند و اطمینان حاصل شود که کسی در این زمینه عقب نمانده است. این نهاد نکته بسیار راهبردی را در زمینه قیمتگذاری مورد توجه قرار داده و آن اینکه تشویق پرداخت هزینه برای مدیریت و خدمات آب، مستلزم کیفیت ثابت و پایدار خدمات آب و **شفاف‌سازی درخصوص مقررات استفاده از درآمد حاصل از فروش آب به بهره‌برداران آب است**. ضمن اینکه در قیمتگذاری آب باید به ساختار اقتصادی کشور نیز توجه شود. در اقتصادی که بخش کشاورزی آن، مجاز به فروش محصولات خود براساس قیمت بازار نبوده و مکلف به تبعیت از قیمت‌های دستوری است، نمی‌توان انتظار داشت که قیمت نهاده‌ها و عوامل تولید به سمت قیمت بازار نیل کند. نتیجه این سیاست، تبعیض علیه کشاورزان، خروج بیش از پیش سرمایه از بخش کشاورزی و تشدید فقر و بیکاری کشاورزان خُرده‌مالک خواهد بود.

کوتاه سخن اینکه، اتخاذ برخی رویکردها و سیاست‌ها ازجمله نگاه درآمدزایی به آب سبب ایجاد چالش‌های جدی شده است و درست کردن دوگانه‌های تصنعی مانند محیط زیست ـ خودکفایی و حفظ آب ـ رشد جمعیت به منزله دادن کد اشتباه محسوب می‌شود. سیاستگذاری آب در کشور باید به‌گونه‌ای انجام شود که ضمن رعایت ملاحظات پایداری، تحقق امنیت غذایی، خودکفایی پایدار در محصولات اساسی و رشد جمعیت را مطابق قانون اساسی و سیاست‌های کلی نظام مدنظر قرار دهد. با توجه به ضرورت گفتمان‌سازی صحیح، مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی اقدام به انتشار این گزارش کرده است، هرچند تمامی مواضع آن را تأیید نمی‌کند.

معرفی سند[1]

این سند، ترجمه خلاصه مدیریتی و راهبردهای پیشنهادی است که سازمان جهانی خواروبار و کشاورزی، به‌منظور غلبه بر چالش‌های آب در کشاورزی و دستیابی به امنیت غذایی ارائه کرده است. تأثیر جمعیت، توسعه اقتصادی ـ اجتماعی، تغییرات اقلیمی و... بر مصرف آب، لزوم اجرای حسابداری و حسابرسی آب، ارتقای عملکرد کشاورزی دیم، روش‌های تشویقی و انگیزشی برای افزایش بهره‌وری آب، استفاده از منابع غیرمتعارف آب و سرمایه‌گذاری در پرورش آبزیان، سیاست‌ها و مقررات، انسجام سیاسی و سازوکارهای حکمرانی و... در این سند، مطرح شده است. هرچند این گزارش یک سند ترجمه شده است و در مواردی نیز ممکن است کاملاً با وضعیت کشور ایران و شرایط آن سازگار نباشد، اما از آنجایی که چکیده‌ای از تجارب جهانی است، مطالب آن شایان توجه بوده و می‌توان برای بومی‌سازی راهبردهای ارائه شده برنامه‌ریزی نمود. با توجه به مطالب ارائه شده در این سند، بایستی تحقق خودکفایی پایدار در محصولات اساسی و تأمین نیاز جمعیت (مطابق سیاست‌های کلی جمعیت) با رعایت ملاحظات آب و بهبود بهره‌وری به‌عنوان هدف اصلی در کشور ما مورد برنامه‌ریزی قرار گیرد. هدف از ارائه این سند، علاوه بر اهمیت کشاورزی و توسعه پایدار، ضرورت آگاهی‌بخشی در مورد وضعیت آب و کشاورزی و چگونگی مدیریت آن است. مخاطب گزارش حاضر پژوهشگران و کارشناسان، مدیران و تصمیم‌گیران حوزه کشاورزی هستند که مطالعه این اثر می‌تواند آنان را در اتخاذ تصمیمات کاراتر در زمینه مدیریت کشاورزی و بهره‌برداری از منابع آب یاری رساند.

کمبود آب و کمیابی آب در جهان

فشار فزاینده بر منابع بحرانی آب در سراسر جهان

مدیریت پایدار و عادلانه منابع آب یکی از عناصر اصلی نظام‌های غذایی پایدار و از ضروریات نابودی و حذف قحطی و گرسنگی است. با این حال، کمیابی آب (عدم تعادل بین عرضه و تقاضای آب شیرین) و مسائل کیفی آب به‌طور فزاینده‌ای امنیت غذایی و تغذیه را از طریق تأثیرات خود بر نظام‌های غذایی (تولیدات کشاورزی از مرحله فرایند تولید مواد غذایی تا خانوارها و مصرف‌کنندگان) تهدید می‌کند. در عین حال، خشکسالی‌های مداوم و شدید که با تغییرات اقلیمی شدت می‌یابند، به‌طور روزافزونی موجب کمبود جدی آب در کشاورزی دیم شده است و با کاهش عملکرد محصولات زراعی و دامپروری، خطرات بیشتری برای معیشت مردم روستا به‌همراه دارد. در صورت عدم اقدام فوری، این وضعیت بدتر خواهد شد. این مطالعه (وضعیت غذا و کشاورزی در سال ۲۰۲۰) به دو چالش اصلی آب

1. The State of Food and Agriculture 2020. Overcoming Water Challenges in Agriculture (FAO, 2020).

مؤثر در کشاورزی و تولید مواد غذایی می‌پردازد: کمبود آب[1] و کمیابی آب.[2]

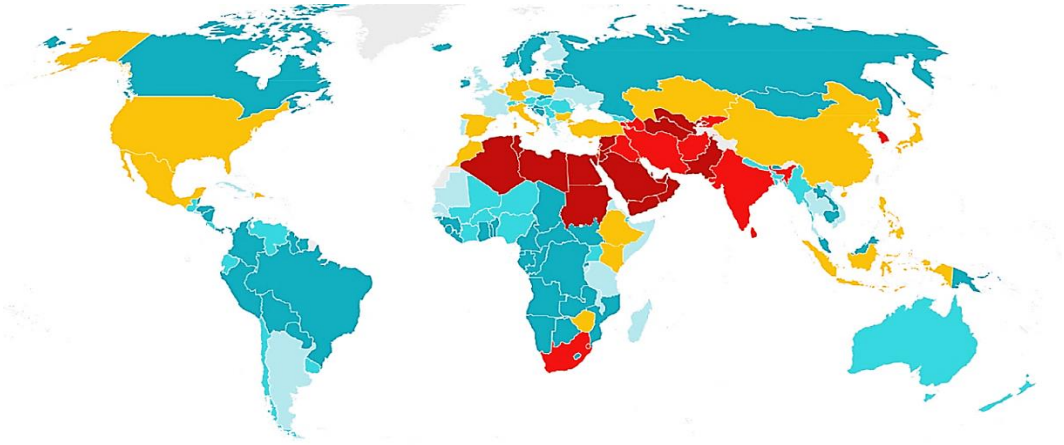
چالش‌های مطرح شده در این مطالعه نه تنها با هدف حذف گرسنگی در جهان، بلکه برای دستیابی به سایر اهداف توسعه پایدار[3](SDG)، لزوم اطمینان از مدیریت پایدار آب برای تمام برنامه‌های مشخص شده در دستور کار ۲۰۳۰ برنامه توسعه پایدار (دستور کار ۲۰۳۰ سازمان ملل متحد) است. به‌ویژه، هدف ششم توسعه پایدار (SDG6: اطمینان از دسترسی و مدیریت پایدار آب و فاضلاب، برای همه افراد) که بسیاری از ابعاد اصلی قابلیت دسترسی به آب و مدیریت آن را پوشش می‌دهد. نگرانی فزاینده‌ای درخصوص کمیابی آب و استفاده نادرست از آن در هدف ۶/۴ توسعه پایدار (SDG 6.4) بیان شده که خواستار افزایش کارایی مصرف آب و حصول اطمینان از استحصال پایدار آب و تأمین آب شیرین برای مقابله با کمیابی آب است.

با توجه به اقدامات و تلاش‌های اخیر سازمان خواروبار و کشاورزی ملل متحد (FAO)، نسبت به ارزیابی پیشرفت هدف ۶/۴ توسعه پایدار مشخص گردید که در حال حاضر چه تعداد از مردم جهان و چه مقدار از اراضی کشاورزی دچار کمیابی آب (از طریق شاخص‌های ۶/۴/۲ هدف توسعه پایدار درخصوص تنش آبی) و کمبود آب (از طریق شاخص فراوانی وقوع خشکسالی‌ها) هستند. نتایج ارزیابی این شاخص‌ها نشان می‌دهد که ۳/۲ میلیارد نفر در اراضی کشاورزی با کمبود آب بسیار زیاد (اثرگذار بر کشاورزی دیم) یا کمیابی آب (اثرگذار بر کشاورزی فاریاب) زندگی می‌کنند که از این تعداد، ۱/۲ میلیارد نفر (حدود یک‌ششم جمعیت جهان) در مناطق با محدودیت شدید آب هستند.

در شکل‌های ۱ و ۲ سطح تنش آبی در مقیاس کشورها و حوضه‌های آبریز طی سال ۲۰۱۵ با توجه به شاخص اهداف توسعه پایدار (SDG 6.4.2) نمایش داده شده است. شاخص اهداف توسعه پایدار SDG 6.4.2 به‌عنوان نسبت بین کل آب شیرین برداشت شده توسط تمامی بخش‌های اصلی (کشاورزی، صنعتی و شهری) و کل منابع آب شیرین تجدیدپذیر، پس از در نظر گرفتن نیازهای جریان محیط زیستی تعریف می‌شود. شاخص اهداف توسعه پایدار (SDG 6.4.2) سطح تنش آبی را به شرح زیر اندازه‌گیری می‌کند: بدون تنش آبی در صورتی که نسبت برداشت آب توسط همه بخش‌ها به منابع آب موجود کمتر یا برابر ۲۵ درصد باشد؛ متوسط (زمانی که بین ۲۵ تا ۵۰ درصد باشد)؛ زیاد (برای ۵۰ تا ۱۰۰ درصد) و هنگامی که از ۱۰۰ درصد فراتر رود، بسیار زیاد است.

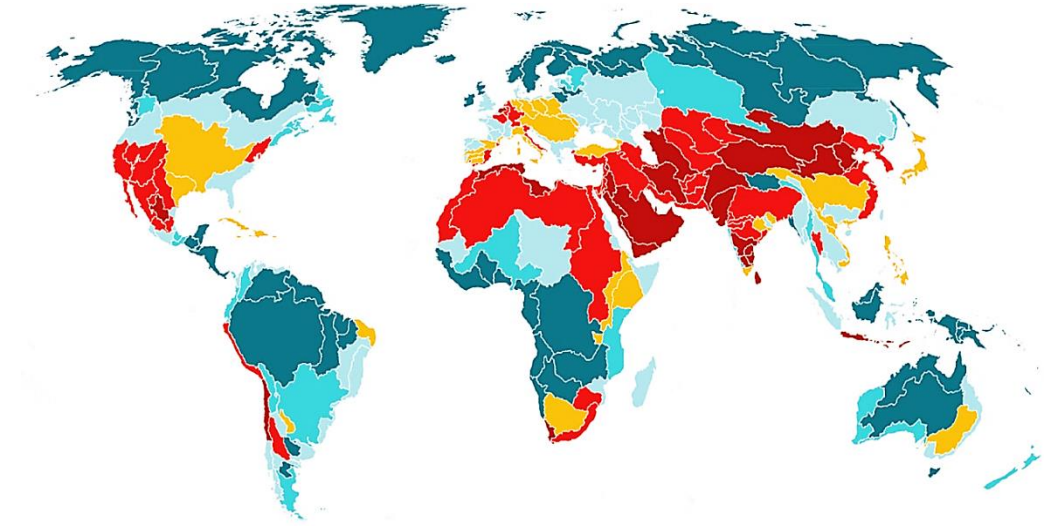
1. Water Shortages
2. Water Scarcity
3. Sustainable Development Goals (SDGs)

شکل ۱. شاخص اهداف توسعه پایدار SDG 6.4.2 ـ تنش آبی در سطح کشورها طی سال ۲۰۱۵



Source: FAO. 2020.

شکل ۲. شاخص اهداف توسعه پایدار SDG 6.4.2 ـ تنش آبی در سطح حوضه‌های آبریز طی سال ۲۰۱۵



Source: Ibid.

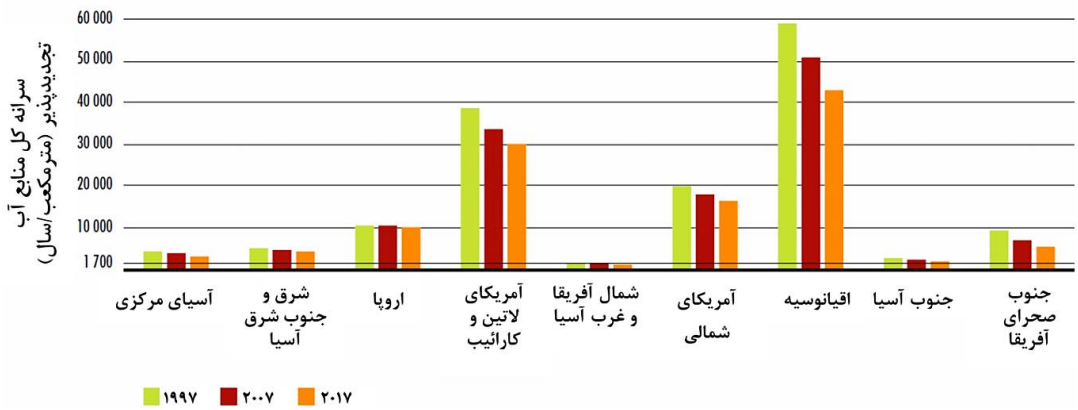
توجه: شاخص اهداف توسعه پایدار SDG 6.4.2 به‌عنوان نسبت بین کل آب شیرین برداشت شده توسط تمامی بخش‌های اصلی به کل منابع آب شیرین تجدیدپذیر (پس از در نظر گرفتن نیازهای جریان محیط زیستی) تعریف شده است. این شاخص سطح تنش آبی را به شرح زیر اندازه‌گیری می‌کند: بدون تنش آبی در صورتی که این نسبت کمتر یا برابر ۲۵ درصد باشد؛ متوسط (زمانی که بین ۲۵ تا ۵۰ درصد باشد)؛ زیاد (برای ۵۰ تا ۱۰۰ درصد) و هنگامی که از ۱۰۰ درصد فراتر رود، بسیار زیاد است. برای اطلاعات بیشتر در مورد ساخت شاخص و روش آن به فائو (۲۰۱۸)[1] مراجعه کنید.

1. FAO. 2018. Progress on Level of Water Stress – global Baseline for SDG 6 Indicator 6.4.2. Rome, FAO/UN Water. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. 58 p. (also available at www.fao.org/3/CA1592EN/ca1592en.pdf).

جمعیت، توسعه و کمیابی آب

مقدار سالیانه آب شیرین در دسترس برای هر نفر طی دو دهه اخیر بیش از ۲۰ درصد کاهش یافته است. این مسئله به‌ویژه در شمال آفریقا و غرب آسیا، جدی است. در این مناطق سرانه آب شیرین بیش از ۳۰ درصد کاهش یافته و متوسط حجم سالیانه آب به‌ازای هر نفر به‌سختی به ۱۰۰۰ مترمکعب می‌رسد که به‌طور معمول آستانه کمیابی شدید آب محسوب می‌شود. (شکل‌های ۳ و ۴)

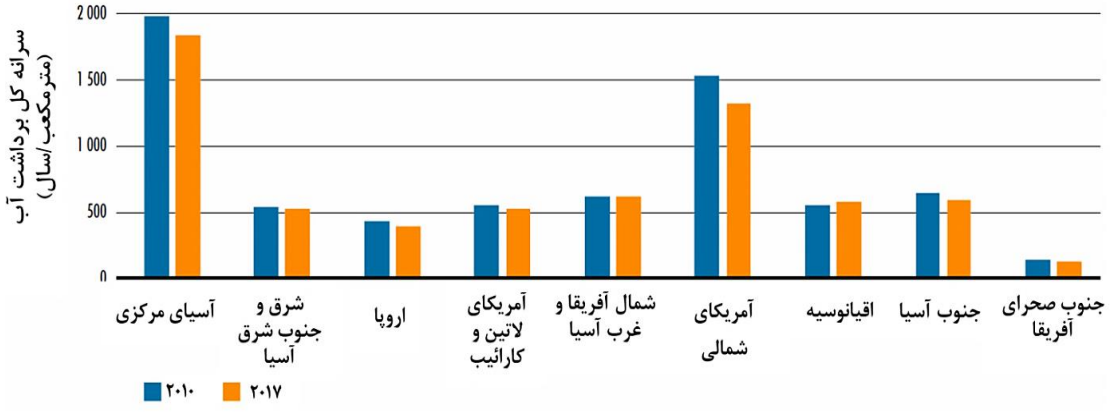
شکل ۳. سرانه منابع آب شیرین تجدیدپذیر براساس منطقه طی سال‌های ۱۹۹۷–۲۰۱۷



Source: FAO elaboration based on FAO. 2020 and UN DESA. 2019.

توجه: متوسط سرانه منابع آب شیرین تجدیدپذیر براساس مترمکعب به‌ازای هر نفر در سال اندازه‌گیری می‌شود. داده‌های جمعیت به چشم‌انداز جمعیت جهانی اشاره دارد: بازنگری در سال ۲۰۱۹ توسط بخش امور اقتصادی و اجتماعی سازمان ملل (UN DESA). اقیانوسیه شامل استرالیا و نیوزیلند است.

شکل ۴. مجموع سرانه برداشت آب براساس منطقه در سال‌های ۲۰۱۰ و ۲۰۱۷

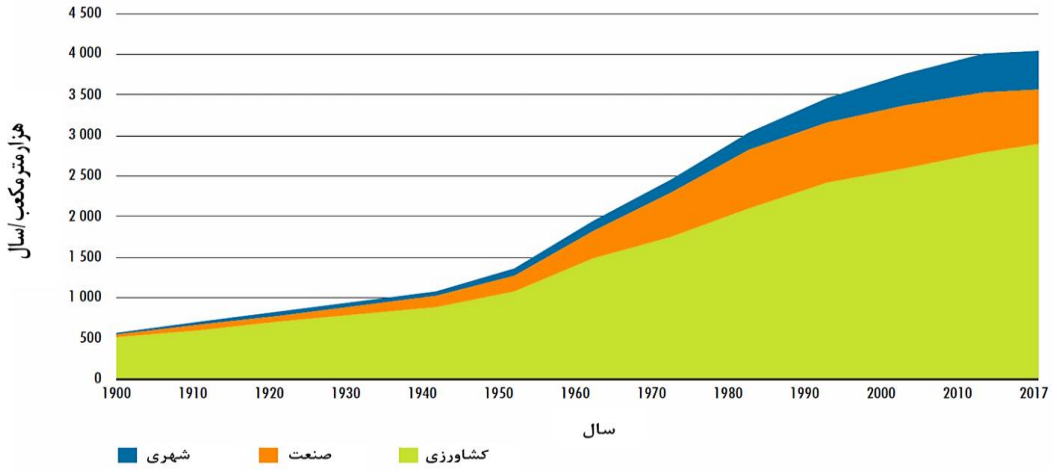


Source: Ibid.

توجه: کل برداشت آب به مقدار سالیانه آب برداشت شده برای اهداف کشاورزی، صنعتی و شهری اطلاق می‌شود. داده‌های جمعیت به چشم‌انداز جمعیت جهانی اشاره دارد: بازنگری در سال ۲۰۱۹ توسط UN DESA. اقیانوسیه شامل استرالیا و نیوزیلند است.

از عوامل مهم دیگر کمیابی آب، افزایش درآمدها و شهرنشینی است که منجر به افزایش تقاضای آب در بخش صنعت، انرژی و خدمات و تغییرات در رژیم غذایی می‌شود (شکل‌های ۵ و ۶). با افزایش درآمد، سطح استانداردهای شهرنشینی و تغذیه بالا می‌رود، پیش‌بینی می‌شود که مردم به سمت رژیم‌های غذایی با وابستگی بیشتر به آب و خاک، به‌ویژه مصرف بیشتر گوشت و فراورده‌های لبنی حرکت کنند، اگرچه چنین محصولاتی بسته به نحوه تولید می‌توانند ردپای آب بسیار متفاوتی داشته باشند (جدول ۱). مطالعه‌ای در برزیل، چین و هند نشان داده است که تغییر رژیم‌های غذایی به سمت مصرف بیشتر محصولات دامی و غلات است، درنتیجه افزایش مصرف روزانه آب به بیش از هزار لیتر به‌ازای هر نفر رسیده است.

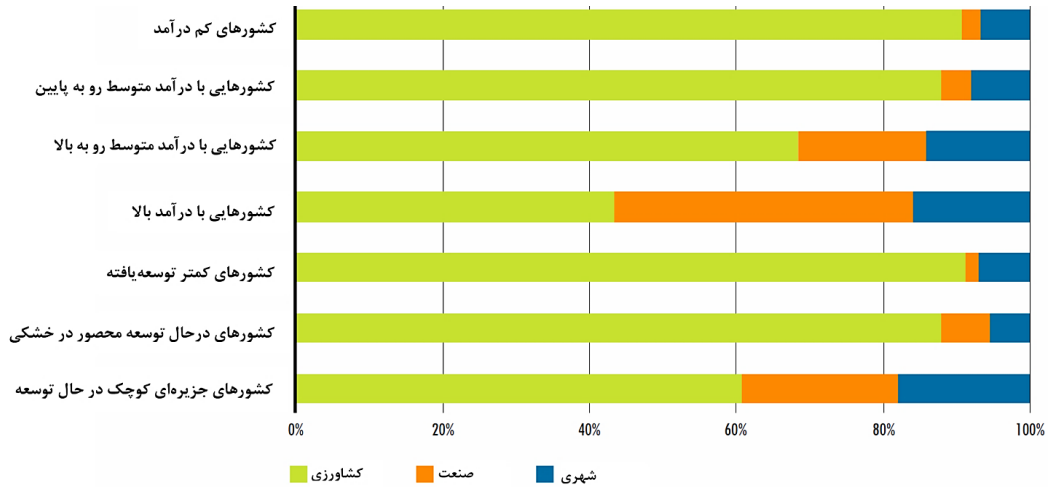
شکل ۵. برداشت جهانی آب در بخش‌های مختلف



Source: FAO elaboration based on FAO. 2020 and Shiklomanov. 2000, Table 5.

توجه: برداشت آب برای مصارف کشاورزی به مقدار سالیانه تأمین آب برای آبیاری، دامپروری و آبزی‌پروری اطلاق می‌شود. برداشت آب برای صنعت، مقدار سالیانه تأمین آب برای مصارف صنعتی مانند خنک‌کننده‌های نیروگاه‌های حرارتی و هسته‌ای است (اما به‌استثنای نیروگاه برقابی) و برداشت آب جهت مصارف شهری برای استفاده مستقیم مردم است.

شکل ۶. برداشت آب در بخش‌های مختلف براساس درآمد و طبقه‌بندی کشورها در سال ۲۰۱۷



Source: FAO elaboration based on FAO. 2020, United Nations. 1998, and World Bank. 2017.

همچنین جهان بایستی به سمت رژیم‌های غذایی سالم حرکت کند (با غذاهای مغذی پُرآب، مانند میوه‌ها و سبزیجات، حبوبات، مغزها و مقادیر متوسط لبنیات، تخم مرغ و طیور، متنوع باشد) و بسیار قاطع‌تر از همیشه استفاده پایدار از منابع آب را دنبال کند.

جدول ۱ میانگین ردپای سالیانه مواد غذایی براساس حجم کل آب (آب باران، آب‌های سطحی و آب‌های زیرزمینی) که به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم برای تولید محصول مصرف می‌شود را نشان می‌دهد. ردپای آب برای سیاستگذاری و تصمیم‌گیری درخصوص تخصیص آب برای تولید محصولات مختلف یا واردات و تأثیرات الگوهای مصرف آب و... مفید است. ستون چهارم نشان می‌دهد که محصولات دامی به میزان قابل توجهی آب بیشتری برای تولید یک تُن محصول و به‌ازای هر کالری نیاز دارند. تنها استثنا محصولات گیاهی برای آجیل و خشکبار است که بعد از گوشت گاو، بیشترین ردپای آب در هر تُن مصرف می‌شود. در کشورهای کم‌درآمد، کیفیت پروتئین‌ها و در دسترس بودن مواد مغذی از منابع غذایی مختلف برای جلوگیری از سوءتغذیه بسیار مهم است. کشورهایی با درآمد بالا به‌طور فزاینده‌ای از محصولات دامی استفاده کرده و فشار بیشتری بر منابع آب وارد می‌کنند.

جدول ۱. ردپای آب محصولات غذایی منتخب

ماده غذایی	ردپای آب (مترمکعب/تُن)				محتوای غذایی			ردپای آب در واحد ارزش غذایی		
	سبز	آبی	خاکستری	کل	کالری (کیلوکالری/ کیلوگرم)	پروتئین (گرم/ کیلوگرم)	چربی (گرم/ کیلوگرم)	کالری (لیتر/کیلوکالری)	پروتئین (لیتر/ گرم پروتئین)	چربی (لیتر/ گرم چربی)
گیاهان قندی	۱۳۰	۵۲	۱۵	۱۹۷	۲۸۵	۰	۰	۰/۶۹	۰	۰
سبزیجات	۱۹۴	۴۳	۸۵	۳۲۲	۲۴۰	۱۲	۲	۱/۳۴	۲۶	۱۵۴
ریشه‌های نشاسته‌ای	۳۲۷	۱۶	۴۳	۳۸۷	۸۲۷	۱۳	۲	۰/۴۷	۳۱	۲۲۶
میوه‌ها	۷۲۶	۱۴۷	۸۹	۹۶۲	۴۶۰	۵	۳	۲/۰۹	۱۸۰	۳۴۸
غلات	۱۲۳۲	۲۲۸	۱۸۴	۱۶۴۴	۳۲۰۸	۸۰	۱۵	۰/۵۱	۲۱	۱۱۲
گیاهان روغنی	۲۰۲۳	۲۲۰	۱۲۱	۲۳۶۴	۲۹۰۸	۱۴۶	۲۰۹	۰/۸۱	۱۶	۱۱
حبوبات	۳۱۸۰	۱۴۱	۷۳۴	۴۰۵۵	۳۴۱۲	۲۱۵	۲۳	۱/۱۹	۱۹	۱۸۰
آجیل و خشکبار	۷۰۱۶	۱۳۶۷	۶۸۰	۹۰۶۳	۲۵۰۰	۶۵	۱۹۳	۳/۶۳	۱۳۹	۴۷
شیر	۸۶۳	۸۶	۷۲	۱۰۲۰	۵۶۰	۳۳	۳۱	۱/۸۲	۳۱	۳۳
تخم مرغ	۲۵۹۲	۲۴۴	۴۲۹	۳۲۶۵	۱۴۲۵	۱۱۱	۱۰۰	۲/۲۹	۲۹	۳۳
گوشت مرغ	۳۵۴۵	۳۱۳	۴۶۷	۴۳۲۵	۱۴۴۰	۱۲۷	۱۰۰	۳	۳۴	۴۳
کره	۴۶۹۵	۴۶۵	۳۹۳	۵۵۵۳	۷۶۹۲	۰	۸۷۲	۰/۷۲	۰	۶
گوشت خوک	۴۹۰۷	۴۵۹	۶۲۲	۵۹۸۸	۲۷۸۶	۱۰۵	۲۵۹	۲/۱۵	۵۷	۲۳
گوشت گوسفند/بز	۸۲۵۳	۴۵۷	۵۳	۸۷۶۳	۲۰۵۹	۱۳۹	۱۶۳	۴/۲۵	۶۳	۵۴
گوشت گاو	۱۴۴۱۴	۵۵۰	۴۵۱	۱۵۴۱۵	۱۵۱۳	۱۳۸	۱۰۱	۱۰/۱۹	۱۱۲	۱۵۳

Source: Mekonnen & Hoekstra. 2012, Table 3.

توجه: ردپای آب آبی به حجم آب مصرف شده از منابع آبی سطحی و زیرزمینی (تبخیر پس از برداشت) درنتیجه تولید اشاره دارد. ردپای آب سبز به آب باران مصرف شده اشاره دارد. ردپای آب خاکستری به حجم آب شیرین مورد نیاز برای جذب بار آلاینده‌ها براساس استانداردهای موجود کیفی آب اشاره دارد. انواع پروتئین‌ها و چربی‌ها می‌توانند در محصولات مختلف، متفاوت باشند.

تغییر اقلیم و چالش‌های مربوط به آب

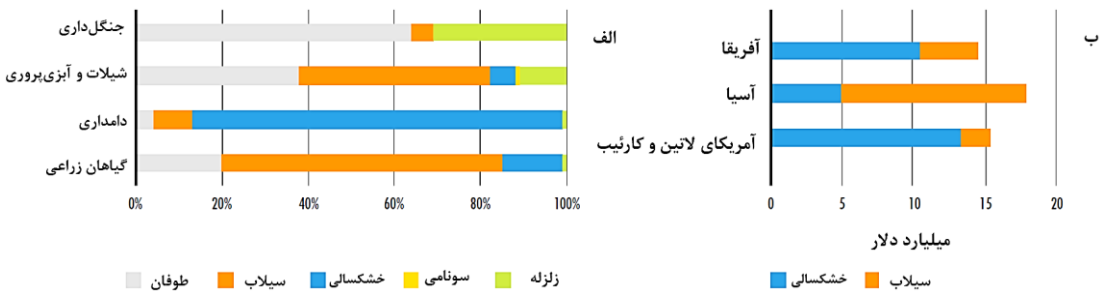
تشدید چالش‌های کمیابی و کمبود آب با تغییر اقلیم

در بررسی چالش‌های کمیابی و کمبود آب بایستی به اثرات قابل پیش‌بینی تغییر اقلیم و به تبع آن افزایش حوادث شدید اقلیمی مانند سیل پرداخت. این موضوع به نوبه خود، فشار بر تولید محصولات کشاورزی را افزایش خواهد داد، زیرا رشد و عملکرد گیاهان بسیار حساس به شرایط اقلیمی است. اگرچه درخصوص مکان وقوع و بزرگی تغییرات اقلیمی عدم قطعیت وجود دارد، اما انتظار می‌رود آثار آنها، کمیابی و کمبود را تشدید کرده و بر تولیدات کشاورزی به‌ویژه مناطق با عرض جغرافیایی کم (نواحی نزدیک خط استوا) و گرمسیری تأثیر منفی بگذارد. همچنین تغییرات اقلیمی بر اکوسیستم‌های آب شیرین، ماهیان و دیگر موجودات آبزی که آستانه تحمل کمی دارند و نسبت به شوک‌ها و تغییرات اقلیمی حساس هستند، تأثیر می‌گذارد.

بنابراین تغییر اقلیم، فشار بیشتری بر نظام تولید محصولات کشاورزی وارد خواهد کرد، زیرا آنها درصدد تأمین نیازهای غذایی جمعیت رو به رشد هستند. این امر می‌تواند امنیت غذایی و تغذیه هر دو جمعیت روستایی و شهری را به‌خطر بیندازد. اما فقرای روستایی که آسیب‌پذیرترین قشر هستند، بیشتر تحت تأثیر این خطر قرار می‌گیرند. به همین دلیل، علی‌رغم عدم قطعیت در ارتباط با مسائل اقلیمی، اقدام فوری نوعی بیمه محتاطانه و ضروری است که خواستار شکل‌گیری و اولویت‌بندی راهبردها به شیوه‌ای انعطاف‌پذیر بسته به شرایط است.

در شکل ۷ خسارت و تلفات ناشی از حوادث اقلیمی در زیربخش‌های کشاورزی ارائه شده است. با توجه به شکل میزان تلفات محصولات کشاورزی ناشی از سیل و خشکسالی در آسیا بیش از سایر مناطق است.

شکل ۷. الف) خسارت و تلفات در زیر مجموعه‌های بخش کشاورزی براساس نوع خطر طی سال‌های ۲۰۰۶ـ۲۰۱۶
ب) تلفات محصولات کشاورزی ناشی از خشکسالی و سیلاب براساس منطقه طی سال‌های ۲۰۰۵ ـ ۲۰۱۵



Source: FAO. 2018.

توجه: شیلات شامل هر دو نوع شیلات درون‌مرزی آب‌های شیرین و دریایی است.

وضعیت اراضی کشاورزی با محدودیت آب

چه تعداد از مردم، چه مقدار از اراضی کشاورزی و کدام نواحی با محدودیت آب روبه‌رو هستند؟

همان‌طور که پیش‌تر اشاره شد، حدود ۱/۲ میلیارد نفر از مردم جهان در مناطقی زندگی می‌کنند که کمبود و کمیابی شدید آب، در کنار فراوانی وقوع زیاد خشکسالی (در اراضی دیم و مراتع) یا تنش آبی (در مناطق فاریاب)، کشاورزی را با مشکلات زیادی مواجه کرده است. این بدان معناست که از هر ۶ نفر در کره زمین یک نفر با کمبود یا کمیابی شدید آب کشاورزی مواجه است که حدوداً ۱۵ درصد از جمعیت روستایی را در معرض خطر قرار می‌دهد. حدود ۵۲۰ میلیون نفر از این افراد در جنوب آسیا و حدود ۴۶۰ میلیون نفر در شرق و جنوب شرق آسیا زندگی می‌کنند. در آسیای مرکزی، شمال آفریقا و غرب آسیا، حدود یک‌پنجم مردم در اراضی کشاورزی با کمبود یا کمیابی بسیار شدید آب زندگی می‌کنند. در اروپا، آمریکای لاتین و کارائیب، آمریکای شمالی و اقیانوسیه، تنها یک الی چهار درصد در مناطق بسیار محدود آب زندگی می‌کنند. در جنوب صحرای آفریقا، تنها حدود ۵ درصد از جمعیت در مناطق تحت تأثیر و آسیب‌دیده زندگی می‌کنند. در این نواحی، بیشتر مناطق دیم است و این نشان می‌دهد که محدودیت‌های آب، ناشی از خشکسالی شدید یا عدم آبیاری است. اگرچه ممکن است رقم ۵ درصد ناچیز به‌نظر برسد، اما این بدان معناست که حدود ۵۰ میلیون نفر در مناطقی زندگی می‌کنند که خشکسالی شدید اثرات فاجعه‌باری بر اراضی زراعی و مرتع دارد.

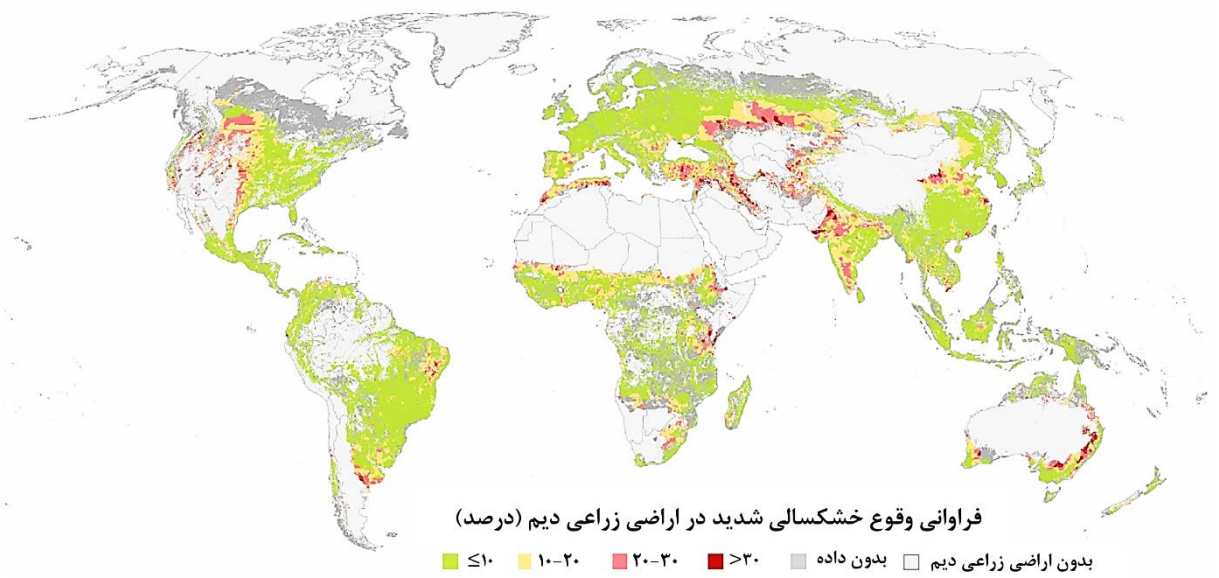
از نظر وسعت اراضی کشاورزی تحت تأثیر و آسیب‌دیده، ۱۲۸ میلیون هکتار از مزارع دیم و ۶۵۶ میلیون هکتار از مراتع با خشکسالی مکرر مواجه هستند، در حالی که ۱۷۱ میلیون هکتار از مزارع فاریاب تحت تنش آبی زیاد یا بسیار زیاد قرار دارند. این بدان معناست که حدود ۱۱ درصد از مزارع دیم و ۱۴ درصد از مراتع خشکسالی‌های مکرر شدید را تجربه می‌کنند، در حالی که بیش از ۶۰ درصد از مزارع فاریاب دارای تنش آبی زیادی هستند. بیش از ۶۲ میلیون هکتار از اراضی زراعی و مرتعی هر دو تنش شدید آبی و فراوانی خشکسالی را تجربه می‌کنند و حدود ۳۰۰ میلیون نفر، تحت تأثیر آن قرار می‌گیرند. (شکل‌های ۸ و ۹)

در این مناطق، مردم ممکن است به سمت مهاجرت سوق داده شوند، مگر اینکه تقاضا و عملکرد بهره‌بردار تغییر کند یا منابع آب جایگزین پیدا شود. اگرچه مهاجرت منظم و با قاعده می‌تواند به توسعه اقتصادی و بهبود معیشت مردم کمک کند، اما در هنگام بحران می‌تواند اخلال ایجاد کند. علاوه بر این، مهاجرت مردان ممکن است مسئولیت امور خانه را برای زنان افزایش دهد و مسئولیت آنها در خانه تغییر کند و زنان مسئولیت‌های دیگری ازجمله نگهداری از دام را نیز به‌دوش کشند.

شکل ۸ نشان می‌دهد که بیش از ۳۰ درصد از اراضی زراعی (حداقل ۵ درصد از سطح سلول‌ها را

پوشش می‌دهد)،[۱] تحت تأثیر خشکسالی شدید به شرح زیر قرار گرفته است: کم (هنگامی که احتمال خشکسالی شدید اثرگذار بر اراضی زراعی کمتر یا برابر با ۱۰ درصد باشد)؛ متوسط (هنگامی که بین ۱۰ تا ۲۰ درصد باشد)؛ زیاد (بین ۲۰ تا ۳۰ درصد) و هنگامی که از ۳۰ درصد بگذرد بسیار زیاد است. این شاخص شامل دو فصل رشد محصول است که با انتخاب بیشترین مقدار خشکسالی در این دو فصل، به‌دست می‌آید. هنگامی که فقط یک فصل رشد وجود دارد، از مقدار واحد استفاده می‌شود. براساس گزارش FAO & IIASA (2020) «بدون داده» سلول‌هایی را نشان می‌دهد که هیچ سطحی از خشکسالی برای آنها در دسترس نیست، اما در آن نواحی اراضی زراعی دیم وجود دارد. فراوانی وقوع خشکسالی‌های شدید براساس سری‌های زمانی (۱۹۸۴ ـ ۲۰۱۸) است.

شکل ۸. فراوانی وقوع خشکسالی در اراضی دیم طی سال‌های ۱۹۸۴–۲۰۱۸



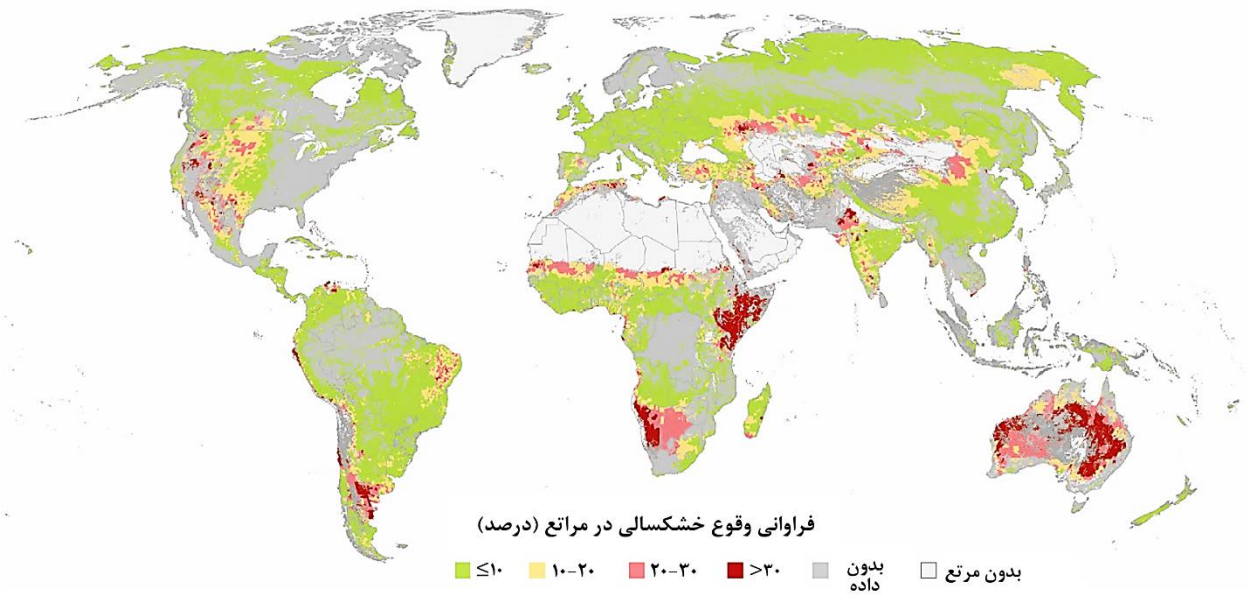
Source: FAO elaboration based on FAO. 2019,[7] and FAO & IIASA. 2020.

مراتع، اراضی هستند که به‌عنوان چمنزار و بیشه‌زار طبقه‌بندی شده‌اند (طبق گزارش FAO &IIASA. 2020) که به نوبه خود شامل چمنزار، مناطق تحت پوشش بوته‌ها و پوشش گیاهان علفی است (Latham و همکاران، ۲۰۱۴). شکل ۹ فراوانی وقوع خشکالی در مراتع را نشان می‌دهد که بیش از ۳۰ درصد مراتع به شرح زیر تحت تأثیر خشکسالی شدید قرار گرفته است: کم (هنگامی که احتمال خشکسالی شدید در مراتع کمتر یا مساوی ۱۰ درصد باشد)؛ متوسط (زمانی که بین ۱۰ تا ۲۰ درصد باشد)؛ بالا (بین ۲۰ تا ۳۰ درصد) و هنگامی که از ۳۰ درصد بگذرد، بسیار زیاد است. این شاخص شامل دو فصل رشد محصول است که با انتخاب بیشترین مقدار خشکسالی در این دو فصل حاصل می‌شود.

۱. مساحت هر سلول/پیکسل در نقشه معادل ۱۰۰ کیلومتر مربع است.

وقتی فقط یک فصل وجود دارد، به‌جای آن از مقدار واحد استفاده می‌شود. «بدون داده» سلول‌هایی را نشان می‌دهد که هیچ سطحی از خشکسالی برای آنها در دسترس نیست، اما در آن نواحی مراتع وجود دارد. فراوانی وقوع خشکسالی‌های شدید براساس سری‌های زمانی (۱۹۸۴ ـ ۲۰۱۸) است.

شکل ۹. فراوانی وقوع خشکسالی در مراتع طی سال‌های ۱۹۸۴ ـ ۲۰۱۸



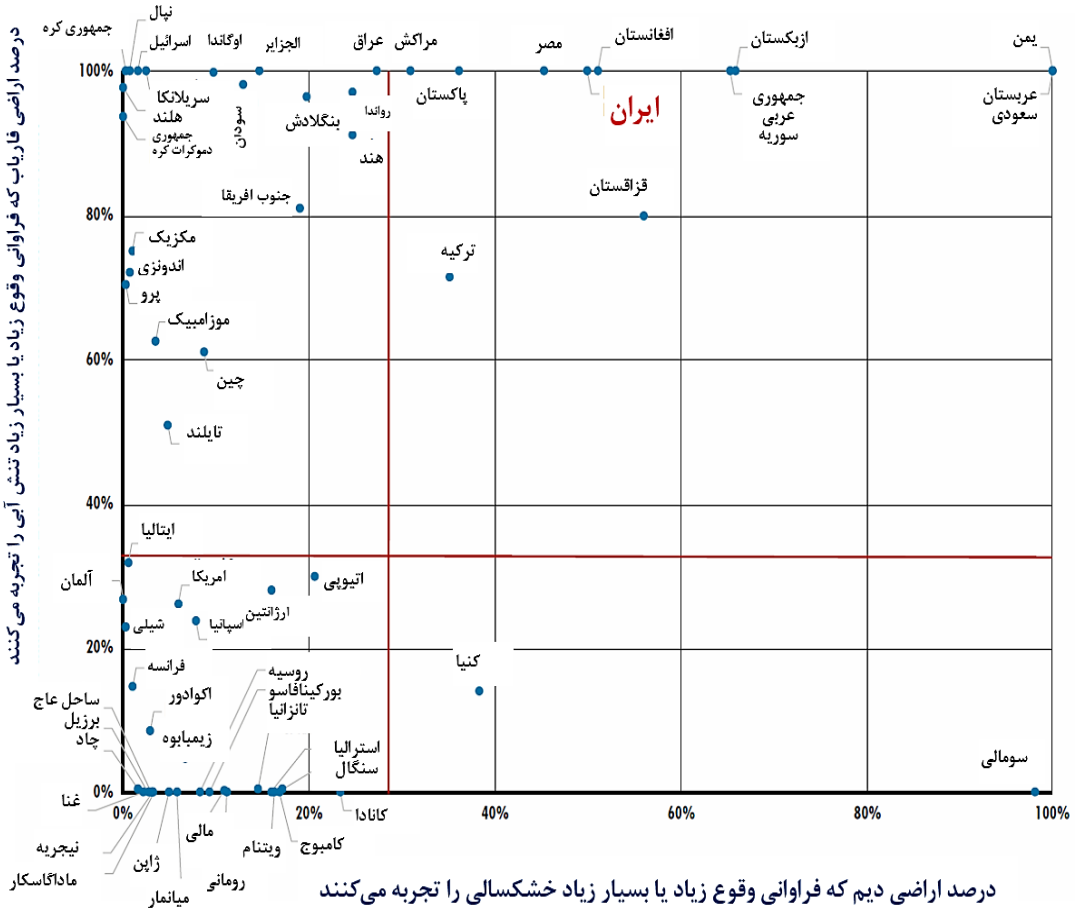
Source: FAO elaboration based on FAO. 2019, and FAO & IIASA. 2020.

تحلیل مکانی محدودیت‌های آبی نیز مهم است، زیرا سطوح تنش آبی و فراوانی خشکسالی می‌تواند به‌طور قابل توجهی حتی در داخل کشورها متفاوت باشد و در همان مناطق می‌توانند سطوح مختلف تنش آبی و خشکسالی را تجربه کنند. تعداد معینی از کشورها با چالش دوگانه خشکسالی شدید و تنش آبی مواجه‌اند، این کشورها در شمال آفریقا و آسیا، ازجمله افغانستان، مصر، جمهوری اسلامی ایران، قزاقستان، عربستان سعودی، ازبکستان و یمن هستند. ارزیابی‌های سطح کشوری ممکن است فاقد چنین اطلاعاتی باشد، بنابراین تولید آن از طریق تحلیل مکانی برای شناسایی نقاط مهم و مناسب‌ترین اقدامات ضروری است.

شکل ۱۰ جایگاه کشورها را براساس درصد اراضی فاریاب و دیم که به‌ترتیب فراوانی وقوع زیاد تا بسیار زیاد خشکسالی یا تنش آبی را تجربه می‌کنند، نمایش می‌دهد. با توجه به شکل در کشور ایران، ۵۰ درصد اراضی دیم فراوانی وقوع زیاد یا بسیار زیاد خشکسالی را تجربه می‌کنند و ۱۰۰ درصد اراضی فاریاب با فراوانی وقوع زیاد یا بسیار زیاد تنش آبی مواجه هستند. کشورها براساس جمعیت (بیش از ۱۲ میلیون نفر) انتخاب شدند. کشورهایی با اراضی زراعی صفر الی یک درصد تحت محدودیت‌های آبی شدید یا بسیار شدید از مطالعه حذف شدند (مانند آنگولا، کامرون، کلمبیا، جمهوری دموکراتیک

کنگو، گواتمالا، گینه، مالاوی، مالزی، نیجر، فیلیپین، لهستان، اوکراین، انگلستان بریتانیا و ایرلند شمالی، ونزوئلا و زامبیا). این شکل تنها اراضی با سطح موجود از فراوانی وقوع خشکسالی یا تنش آبی را در نظر گرفته است. محور افقی درصد اراضی دیم یک کشور را نشان می‌دهد که در آن احتمال خشکسالی شدید، زیاد یا بسیار زیاد است (یعنی بیشتر از ۲۰ درصد). محور عمودی نشان‌دهنده درصد اراضی فاریاب یک کشور تحت تنش آبی با فراوانی وقوع زیاد یا بسیار زیاد است (یعنی در کل بیش از ۵۰ درصد آب شیرین تجدیدپذیر را برداشت می‌کنند). سطح ۰/۳۳ یا ۳۳ درصد به‌عنوان آستانه تفکیک کشورهایی با بیش از یک‌سوم اراضی زراعی تحت احتمال زیاد یا بسیار زیاد خشکسالی شدید یا تنش آبی در نظر گرفته می‌شود.

شکل ۱۰. جایگاه کشورهای منتخب براساس درصد اراضی فاریاب و دیم که به‌ترتیب فراوانی وقوع زیاد تا بسیار زیاد خشکسالی یا تنش آبی را تجربه می‌کنند

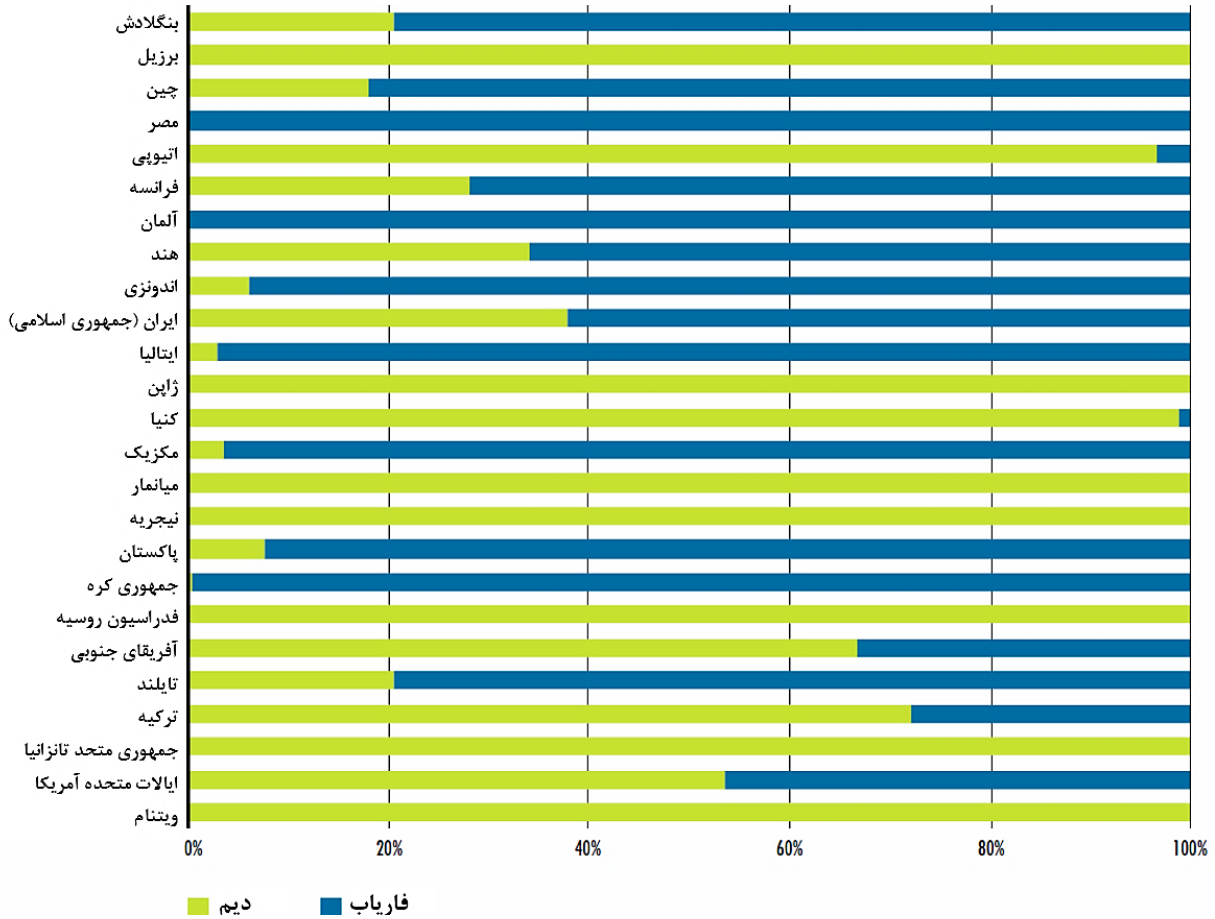


Source: FAO elaboration based on FAO. 2020; FAO. 2019; FAO & IIASA. 2020; and IFPRI. 2019.

توجه: سطح تنش آبی به سال ۲۰۱۵ اشاره دارد و فراوانی وقوع خشکسالی براساس کل سری‌های زمانی (۱۹۸۴–۲۰۱۸) است. تفکیک و تجزیه آمار جهانی نظام تولید محصولات کشاورزی براساس نسخه ۲۰۱۰ مجموعه داده‌های مکانی مدل تخصیص تولید (SPAM) توسط مؤسسه بین‌المللی تحقیقات سیاست غذایی (IFPRI) انجام می‌شود.

شکل ۱۱ درصد اراضی دیم و فاریاب با محدودیت آب را در کشورهای مختلف جهان نشان می‌دهد. در کشور ایران درصد اراضی دیم و فاریاب با مشکل محدودیت آب به‌ترتیب ۴۰ و ۶۰ درصد است.

شکل ۱۱. درصد اراضی با محدودیت آب در سیستم تولید برای کشورهای منتخب



Source: Ibid.

توجه: کشورها براساس جمعیت (بیش از ۵۰ میلیون نفر) انتخاب شدند. فقط اراضی با فراوانی وقوع خشکسالی زیاد یا بسیار زیاد (برای اراضی دیم) و تنش آبی زیاد یا بسیار زیاد (برای اراضی فاریاب) در نظر گرفته شدند.

سازگاری نظام‌های تولید محصولات کشاورزی با محدودیت‌های آبی

سازگاری و تحت تأثیر بودن نظام تولید محصولات کشاورزی از راه‌های مختلف با محدودیت‌های آب

در کشاورزی دیم و فاریاب، نظام‌های تولید متفاوتی وجود دارد که ممکن است هم از نظر چگونگی تأثیرپذیری از عدم دسترسی به آب و هم از نظر ظرفیت مقابله با آن متفاوت باشد. درحقیقت، زنجیره‌ای از فناوری‌ها از تولید کاملاً فاریاب تا تولید کاملاً دیم وجود دارد. این گزارش بین سه نوع

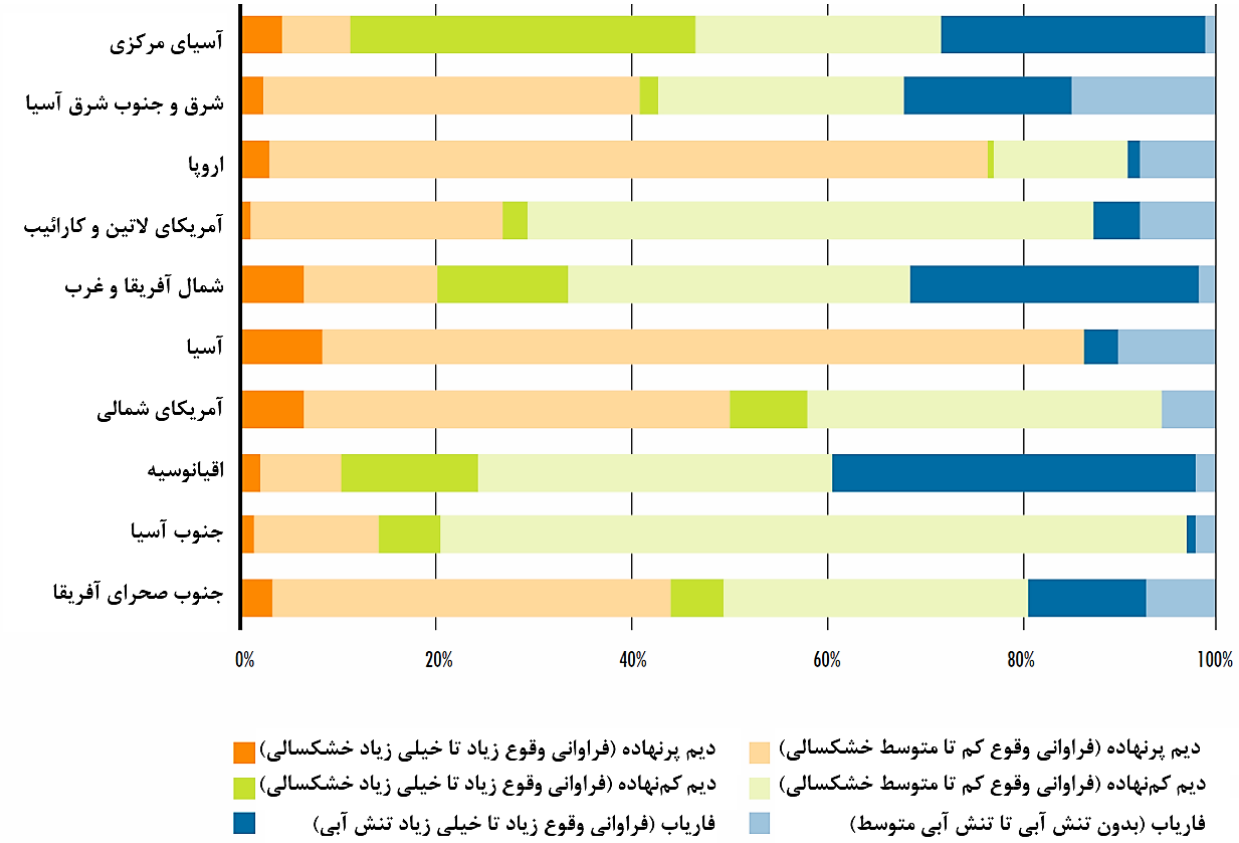
نظام تولید محصولات زراعی تمایز قائل می‌شود: الف) فاریاب،[1] ب) تولید محصول دیم پُرنهاده[2] و ج) تولید محصول دیم کم‌نهاده.[3] رواج آنها در کشورها نشانه‌ای از سطح توسعه کشاورزی یک کشور و توانایی آنها برای مقابله با تهدیدهای مرتبط با آب است.

کشورهایی با درآمد بالا در اروپا و آمریکای شمالی (که دارای کشاورزی با سرمایه‌گذاری بالا و کارآمد هستند و همچنین میزان بالایی از هزینه‌های عمومی برای تحقیق و توسعه کشاورزی[4](R&D) اختصاص دارد)، سهم قابل توجهی از اراضی زراعی دیم پُرنهاده را دارند. درنتیجه، در این کشورها ظرفیت بیشتری برای مقابله با چالش‌های وقوع خشکسالی وجود دارد. در مقابل، در جنوب صحرای آفریقا، جایی که کشورها از سرمایه‌گذاری پایین در کشاورزی و تحقیق و توسعه کمتری برخوردارند، بیش از ۸۰ درصد اراضی زراعی دیم کم‌نهاده بوده و تنها ۳ درصد از اراضی تحت آبیاری و فاریاب می‌باشند. در این کشورها، کشاورزان در دستیابی به تجهیزات آبیاری، نهاده‌ها و فناوری‌های مدرن، ازجمله فناوری‌های بهینه‌سازی کارایی مصرف آب در کشاورزی دیم، با مشکل مواجه هستند. نکته مثبتی که وجود دارد، تنها درصد نسبتاً کمی از اراضی زراعی دیم در این مناطق تحت وقوع شدید خشکسالی هستند. در کشورهای جنوب آسیا تقریباً نیمی از اراضی زراعی فاریاب بوده و از نهاده‌های مدرن استفاده می‌کنند (علی‌رغم سطح پایین توسعه در بسیاری از مناطق)؛ با این حال در بیشتر مناطق فاریاب تنش زیادی وجود دارد.

شکل‌های ۱۲ و ۱۳ درصد اراضی زراعی دیم و فاریاب در نظام تولید و سطوح محدودیت و کمیابی آب را به‌ترتیب براساس منطقه و سطح درآمد و گروه‌بندی کشورها نمایش می‌دهند. فراوانی وقوع زیاد تا خیلی زیاد خشکسالی اشاره به احتمال خشکسالی با شدت بالاتر از ۲۰ درصد دارد که بیش از ۳۰ درصد اراضی زراعی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. تنش آبی زیاد یا بسیار زیاد اشاره به این دارد که کل برداشت آب بیش از ۵۰ درصد از منابع آب شیرین تجدیدپذیر باشد.

1. Irrigated
2. High-input Rainfed Production
3. Low-input Rainfed
4. Research and Development

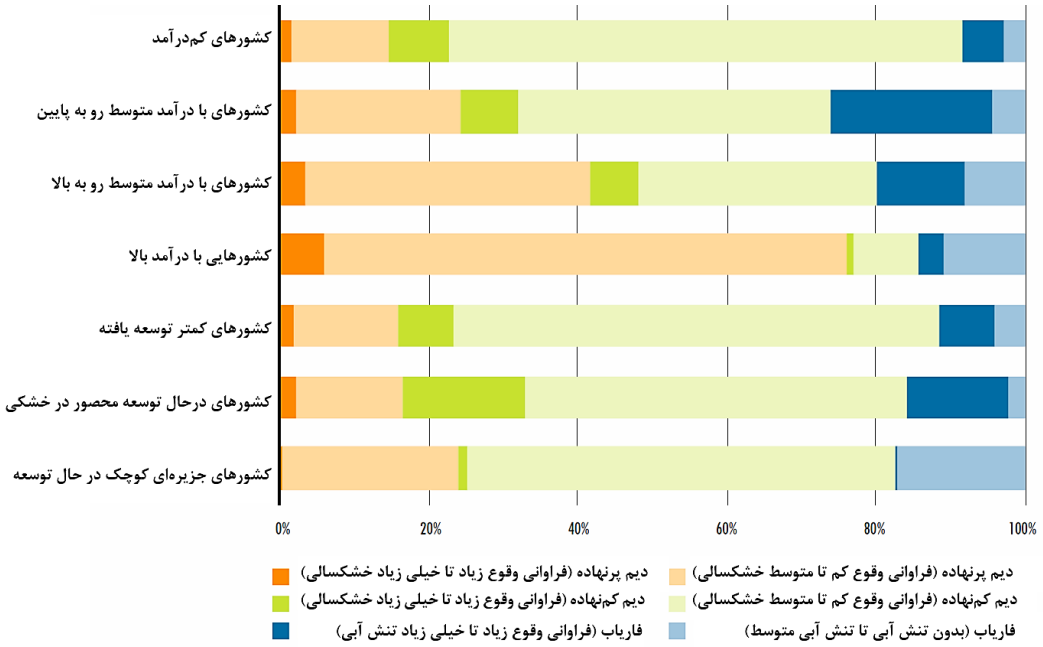
شکل ۱۲. درصد اراضی زراعی دیم و فاریاب در نظام تولید و سطوح محدودیت و کمیابی آب، براساس منطقه



Source: Ibid.

توجه: سطح تنش آبی به سال ۲۰۱۵ اشاره دارد و فراوانی وقوع خشکسالی براساس کل سری‌های زمانی (۱۹۸۴–۲۰۱۸) است. آمار جهانی نظام تولید محصولات کشاورزی براساس نسخه سال ۲۰۱۰ مجموعه داده‌های IFPRI's SPAM تهیه شده است. اقیانوسیه شامل استرالیا و نیوزیلند است.

شکل ۱۳. درصد اراضی زراعی دیم و فاریاب در نظام تولید و سطوح محدودیت و کمیابی آب، براساس سطح درآمد و گروه‌بندی کشورها



Source: FAO elaboration based on FAO. 2020; FAO. 2019; FAO & IIASA. 2020; IFPRI. 2019; United Nations. 1998; and World Bank. 2017.

توجه: سطح تنش آبی به سال ۲۰۱۵ اشاره دارد و فراوانی وقوع خشکسالی براساس کل سری‌های زمانی (۱۹۸۴ ـ ۲۰۱۸) است. آمار جهانی نظام تولید محصولات کشاورزی براساس نسخه سال ۲۰۱۰ مجموعه داده‌های IFPRI's SPAM است. داده‌های درآمدی اشاره به فهرست اقتصادهای بانک جهانی دارد و داده‌های مربوط به گروه‌بندی کشورها به کدهای منطقه‌ای یا کشورهای استاندارد سازمان ملل متحد برای استفاده آماری اشاره می‌کند.

آب و امنیت غذایی

تأثیر آب علاوه بر تولید محصولات کشاورزی بر امنیت غذایی و تغذیه

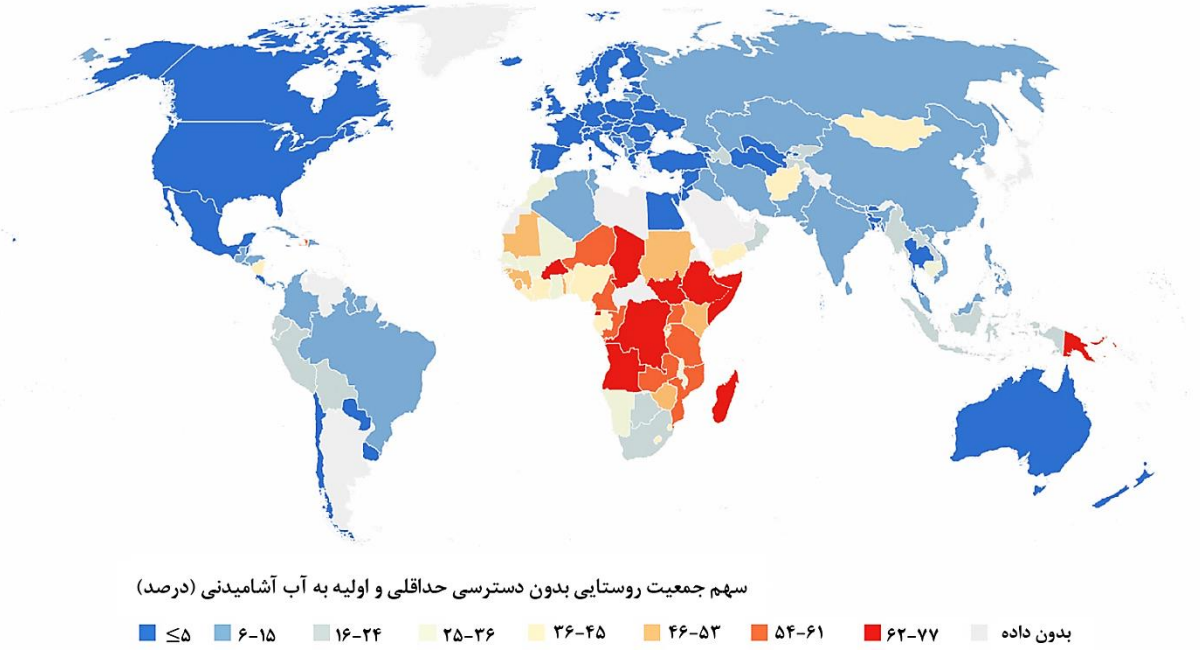
علاوه‌بر تولید محصولات کشاورزی، چالش‌هایی از نظر دسترسی به آب و آلودگی آب در طول زنجیره تأمین مواد غذایی وجود دارد که بر امنیت غذایی، تغذیه و سلامت غذا تأثیر می‌گذارد. به‌عنوان مثال، صنایع غذایی یک کاربری پُرمصرف است که از آب باکیفیت قابل شرب استفاده می‌کند و مقدار قابل توجهی پساب تولید می‌کند. اگر این پساب‌ها به‌خوبی تصفیه نشوند، دفع آلاینده‌های موجود در آنها به پیکره‌های آبی[۱] می‌تواند انسان را در معرض مواد مضر قرار داده و دسترسی به آب آشامیدنی سالم را محدود سازد.

در پایین‌دست زنجیره تأمین مواد غذایی، مصرف‌کنندگان هستند که برای آنها آب سالم و قابل اطمینان در مصارف شرب، نظافت و بهداشت از ضروریات اساسی هر انسان و تعیین‌کننده اصلی امنیت

۱. رودخانه‌ها، تالاب‌ها، آبخوان‌ها و...

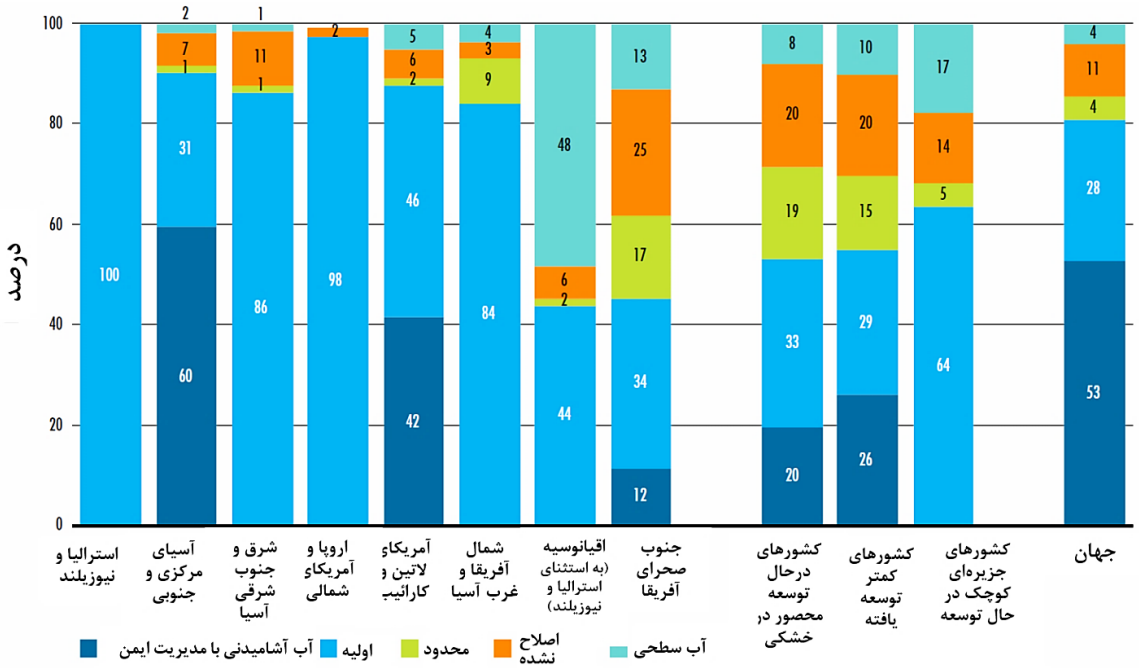
غذایی است. عدم دسترسی به آب سالم یکی از علل ریشه‌ای سوءتغذیه نیز می‌باشد. بیماری‌های مرتبط با آب، بهره‌وری را تضعیف و نابرابری‌های شدید را تقویت می‌کند و خانواده‌های آسیب‌پذیر را در چرخه‌های فقر گرفتار می‌سازد. دسترسی ناکافی به آب آشامیدنی اولیه در محل مورد نظر (به‌عنوان مثال در خانه) در مناطق روستایی بیشتر از مناطق شهری است و مستلزم صرف زمان قابل توجهی برای دسترسی به آب آشامیدنی دورتر از محل مورد نظر است که اغلب این کار توسط زنان انجام می‌شود. شکل‌های ۱۴ و ۱۵ درصد جمعیت روستایی با و بدون دسترسی حداقلی و اولیه به آب آشامیدنی را در سال ۲۰۱۷ در جهان نشان می‌دهند.

شکل ۱۴. درصد جمعیت روستایی بدون دسترسی حداقلی و اولیه به آب آشامیدنی در سال ۲۰۱۷



Source: FAO elaboration based on UNICEF & WHO. 2019, Annex 3.1.

شکل ۱۵. درصد جمعیت روستایی با قابلیت دسترسی به آب آشامیدنی در سال ۲۰۱۷



Source: UNICEF & WHO. 2019, Figure 50.

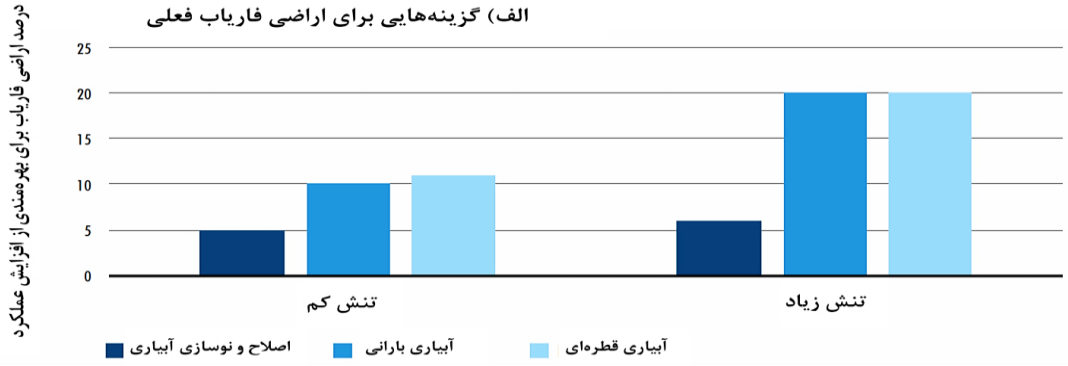
نوآوری‌ها و سرمایه‌گذاری‌های لازم

چه نوآوری‌ها و سرمایه‌گذاری‌هایی برای استفاده پایدار و کارآمد از آب نیاز است؟

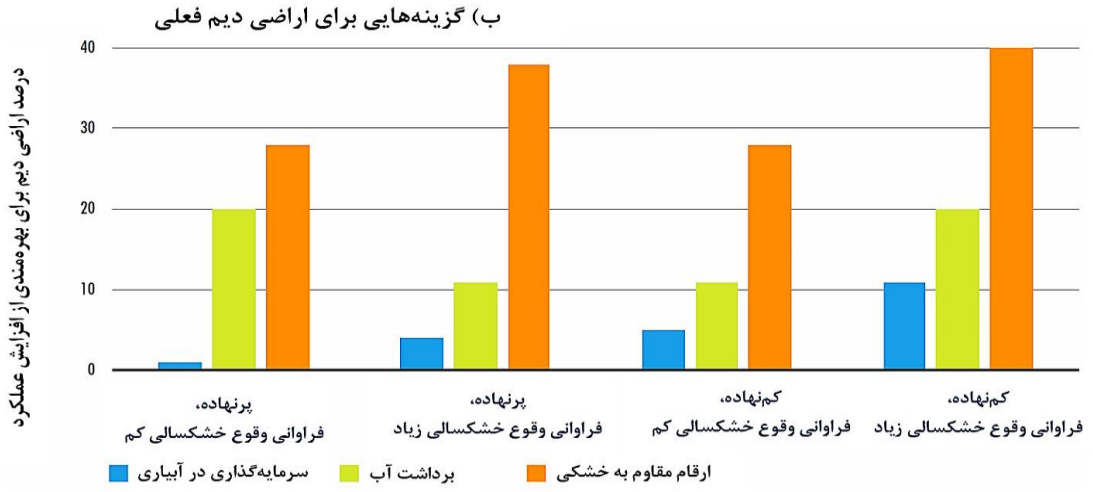
راهبردهای ارتقا یافته مدیریت آب (در ترکیب با اقدامات زراعی مانند انتخاب ارقام اصلاح شده) یک مؤلفه بسیار مهم برای کاهش معضلات کم‌آبی و دستیابی به عملکرد بالقوه در کشاورزی برای بهبود امنیت غذایی و تغذیه خواهد بود. انتظار می‌رود این راهبردها به مقابله با تغییرات اقلیمی کمک کنند، اگرچه همچنان عدم قطعیت قابل توجهی در مورد تأثیرات و اثربخشی آنها وجود دارد. انگیزه کشاورزان برای اتخاذ راهبردهای مدیریت آب و تغییر رفتار و نحوه مدیریت مصرف آب به سطح دسترسی آنها به آب، مقدار کمبود و کمیابی آب، میزان عدم قطعیت شرایط متغیر اقلیمی و همچنین در دسترس بودن و هزینه سایر نهاده‌ها، ازجمله نیروی کار و انرژی بستگی دارد.

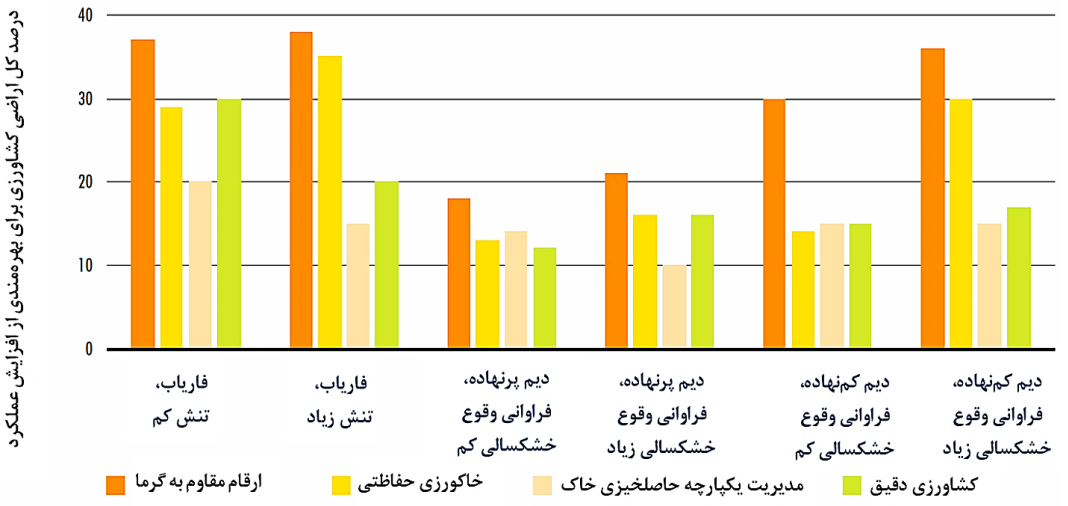
مدیریت آب شامل طیف وسیعی از گزینه‌ها (از شرایط کاملاً دیم تا آبیاری کامل، حمایت از دامپروری، جنگلداری و شیلات، تعامل با اکوسیستم‌های مهم) است. همه مخاطرات آبی را کشاورزان به‌تنهایی نمی‌توانند حل کنند. ممکن است در برخی موارد به اقدامات بخش دولتی نیاز باشد. به‌عنوان مثال این حمایت می‌تواند در قالب سرمایه‌گذاری، ارائه اطلاعات و حمایت از کشاورزان برای غلبه بر محدودیت‌های پذیرش فناوری باشد. در شکل ۱۶ فناوری‌های منتخب و شیوه‌های مدیریتی آبیاری تا سال ۲۰۳۰ در اراضی دیم و فاریاب ارائه شده است.

شکل ۱۶ ـ الف) درصد اراضی کشاورزی بهره‌مند از سرمایه‌گذاری در فناوری‌های منتخب و شیوه‌های مدیریتی آبیاری تا سال ۲۰۳۰



شکل ۱۶ ـ ب و ج) درصد اراضی کشاورزی بهره‌مند از سرمایه‌گذاری در فناوری‌های منتخب و شیوه‌های مدیریتی آبیاری تا سال ۲۰۳۰





Source: Rosegrant. 2020.

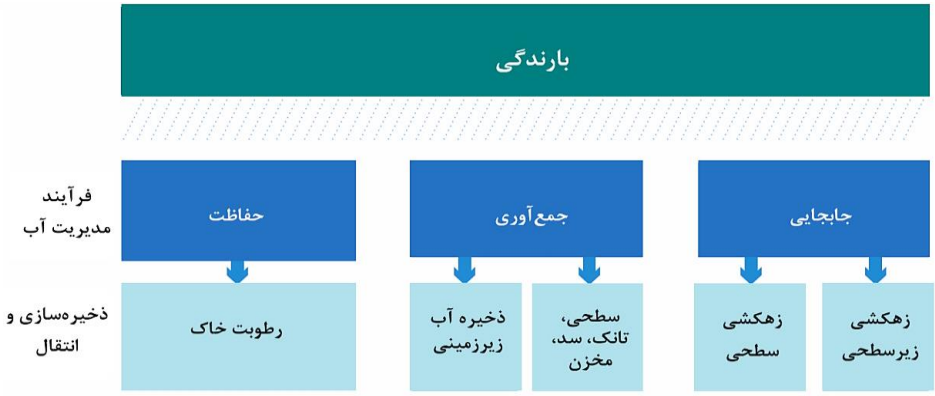
بهبود کشاورزی دیم

دستیابی به پتانسیل کشاورزی دیم و نیاز آن به بهبود مدیریت آب

تولیدات دیم در کشاورزی غالب است و حدود ۸۰ درصد از کل محصولات زراعی را دربر می‌گیرد. کشاورزان دیم‌کار به‌ویژه کوچک‌مقیاس، به‌لحاظ کنترل مقدار و زمان آب در دسترس گیاهان، بیشتر تحت تأثیر و وابسته به شرایط اقلیمی هستند. چالش‌های اصلی در کشت دیم، مدیریت و انطباق با تنوع اقلیمی و استفاده بهینه از آب باران است. کشاورزانی که در تولید محصولات دیم پُرنهاده فعالیت می‌کنند، با احتمال بیشتری نسبت به کشاورزانی در شرایط دیم کم‌نهاده، ظرفیت سرمایه‌گذاری جهت مدیریت بهتر آب را دارند.

دو راهبرد اصلی برای افزایش عملکرد در کشاورزی دیم وجود دارد: الف) جمع‌آوری یا برداشت آب بیشتر و نفوذ آن به منطقه ریشه و ب) صرفه‌جویی در مصرف آب با افزایش ظرفیت جذب گیاه و/ یا کاهش تلفات تبخیر و زهکشی منطقه ریشه. ترکیب هر دو راهبرد می‌تواند بسیار مؤثر باشد (شکل ۱۷). براساس یک مطالعه، این روش‌ها می‌تواند تولید کیلو کالری دیم را تا ۲۴ درصد افزایش دهد و اگر با آبیاری تکمیلی ترکیب شود، بیش از ۴۰ درصد افزایش می‌یابد. تقریباً ۲۰ درصد از اراضی زراعی جهان در نقاط مشخصی از مناطق وسیع شرق آفریقا و جنوب شرقی آسیا برای برداشت و ذخیره آب مناسب هستند.

شکل ۱۷. روش‌های اصلی مدیریت آب در کشاورزی دیم



Source: FAO elaboration based on Barron. 2020.

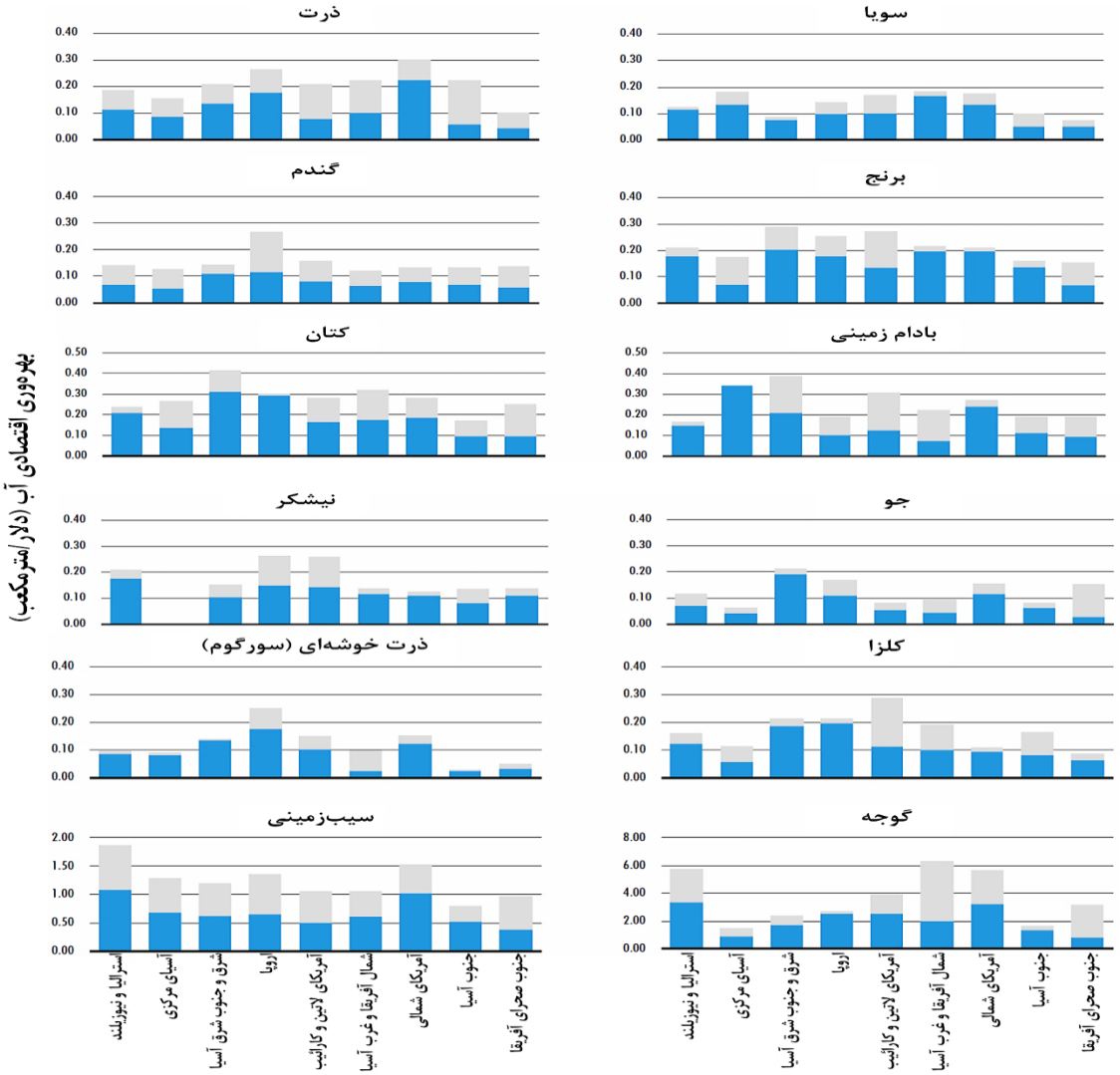
سرمایه‌گذاری در آبیاری کلید سازگاری با کمیابی آب

سرمایه‌گذاری در آبیاری برای ارتقای بهره‌وری آب، کلید رفع کمیابی‌ها

استفاده کارآمدتر از آب آبیاری می‌تواند به تولید محصولات بیشتر با مصرف آب کمتر کمک کند که می‌توان آن را از طریق افزایش عملکرد محصول و یا کاهش تبخیر و تعرق به‌دست آورد. اختلاف معنادار در بهره‌وری آب (ستانده به‌ازای واحد آب مصرفی) در کشورهای مختلف براساس دسترسی کشاورزان به نهاده‌های مدرن

کشاورزی، سامانه‌های آبیاری کارآمد و مدیریت بهتر خاک و آب است. علی‌رغم پیشرفت بهره‌وری آب در سال‌های اخیر، شکاف عملکرد (فاصله وضعیت فعلی تا وضعیت پتانسیل) همچنان باقی است. کاهش این شکاف‌ها می‌تواند به‌طور قابل توجهی به بهبود امنیت غذایی و تغذیه و معیشت کمک کند و آسیب‌پذیری را در برابر تغییرات اقلیمی کاهش دهد. برای نمونه در شکل ۱۸ مقادیر واقعی بهره‌وری اقتصادی آب و شکاف بهره‌وری برای محصولات فاریاب منتخب، براساس منطقه ارائه شده است. قسمت آبی نشان‌دهنده مقدار واقعی بهره‌وری اقتصادی آب و قسمت خاکستری نمایانگر شکاف بهره‌وری آب است. شکاف بهره‌وری آب به‌ازای هر محصول و هر منطقه، به‌عنوان تفاوت بین شاخص بهره‌وری آب در وضعیت فعلی با بهره‌وری آب در شرایط نبود تنش آبی، برآورد شده است. داده‌ها به‌صورت میانگین سال‌های ۲۰۰۵–۱۹۹۶ است.

شکل ۱۸. مقادیر واقعی بهره‌وری اقتصادی آب و شکاف بهره‌وری برای محصولات فاریاب منتخب، براساس منطقه



Source: Mekonnen & Neale. 2020, based on Mekonnen & Hoekstra. 2011.

پُر کردن شکاف بهره‌وری آب و دستیابی به بهره‌وری بالاتر، نیازمند سرمایه‌گذاری در سامانه‌های نوین آبیاری یا اصلاح و مدرن‌سازی سامانه‌های موجود است. انتخاب مناسب‌ترین سامانه به عوامل مختلفی ازجمله شرایط اقلیمی، منابع و قیمت انرژی، در دسترس بودن نیروی کار، عمق آب زیرزمینی و هزینه زیرساخت‌ها بستگی دارد. به‌عنوان مثال، در جنوب صحرای آفریقا، بسیاری از کشاورزان در مقیاس کوچک مزرعه خود در حال استفاده و توسعه تجهیزات ساده آبیاری خود هستند (ازجمله سطل، آبپاش و پمپ‌های پدالی) که هزینه‌های کمتر و عملکرد بهتری نسبت به مداخله سازمان‌های دولتی دارد. پتانسیل قابل توجهی برای توسعه آبیاری سودآور در مقیاس‌های خُرد مزارع در منطقه وجود دارد، پتانسیل گسترش سطح آبیاری با پمپ‌های موتوری تا ۳۰ میلیون هکتار به نفع میلیون‌ها نفر از روستاییان خواهد بود. در یک مطالعه، پیش‌بینی شده است که سطح فاریاب بین سال‌های ۲۰۱۰ و ۲۰۵۰ در آفریقای جنوبی دو برابر خواهد شد. با این حال برای صرفه‌جویی در مصرف آب، قبل از مدرن‌سازی سامانه‌های آبیاری بایستی ابزارهای سیاسی مانند تخصیص آب برای حفظ یا کاهش مصرف آب در حوضه پس از انتخاب فناوری‌های جدید، پیش‌بینی و اتخاذ گردد. در جدول ذیل نقاط قوت و ضعف معمول سامانه‌های آبیاری (سطحی، بارانی و قطره‌ای) ارائه شده که متناسب با شرایط هر منطقه بایستی روش صحیح اتخاذ شود.

جدول ۲. نقاط قوت و ضعف معمول سامانه‌های آبیاری

نوع سامانه	تشریح خلاصه	نقاط قوت	نقاط ضعف
آبیاری سطحی (Surface Irrigation)			
آبیاری جوی و پشته‌ای (Furrow)	نهرهای کوچک، آب را با شیب رو به پایین بین ردیف‌های کشت منتقل می‌کنند.[۶۱]	سرمایه و هزینه نگهداری کم؛ آب در نهرهای کوچک جریان می‌یابد.	نیاز به نیروی کار زیاد؛ کنترل کمتر آب؛ فرسایش خاک؛ تلفات احتمالی رواناب و نفوذ عمقی.
آبیاری کرتی (Basin)	آب در زمینی تقریباً هم‌سطح اعمال می‌شود و ممکن است آب در کرت در زمان طولانی بماند.	کارآمد با طراحی خوب؛ نیروی کار کمتر از آبیاری جوی و پشته‌ای.	ماندابی شدن اراضی؛ لزوم تسطیح اراضی شیب‌دار
آبیاری نواری (Border)	آب بین خاکریزها جریان می‌یابد و یک زمین شیب‌دار را به نوارهای مستطیل شکل تقسیم می‌کند که در انتها زهکشی آزاد دارد.	نیاز به نیروی کار کمتر و رواناب کمتری نسبت به آبیاری جوی و پشته‌ای دارد. مدیریت عمق نفوذ آسان‌تر است.	آب روی کل سطح خاک، جریان دارد.
آبیاری بارانی (Sprinkler Irrigation)			
مجموعه ثابت (Solid Set)	آب در مقادیر کم و مکرر برای تأمین نیاز آبی گیاهان استفاده می‌کند.	کنترل خوب آب؛ امکان اتوماسیون و آبیاری مکرر وجود دارد. برای اراضی با اشکال نامتناسب، مناسب است.	هزینه سرمایه‌گذاری بالا؛ سیستم ممکن است در عملیات کشاورزی تداخل ایجاد کند.

نوع سامانه	تشریح خلاصه	نقاط قوت	نقاط ضعف
مجموعه متحرک (Set_Move)	این سامانه آب را به آرامی در طول مجموعه آبیاری، اعمال می‌کند. پس از تکمیل آبیاری، سامانه به منطقه مجاور برای آبیاری منتقل می‌شود.	هزینه سرمایه‌گذاری کمتر از دیگر سامانه‌های آبیاری بارانی است.	نیروی کار بیشتر از سایر سامانه‌های بارانی؛ یکنواختی ضعیف در شرایط باد؛ عمق کاربرد آب بیشتر است.
غلطان و متحرک* (Moving)	هنگامی که سیستم به آرامی در مزرعه حرکت می‌کند، آب پخش می‌شود.	یکنواختی بالا؛ نیروی کار کم	سرمایه و هزینه نگهداری بالا؛ برای اراضی با اشکال نامنظم مناسب نیست؛ احتمال تلفات تبخیر و باد
آبیاری میکرو (Irrigation Systems _ micro)			
آبیاری قطره‌ای سطحی (Surface Drip Irrigation)	آب تحت فشار از طریق لوله‌ها به داخل مزارع منتقل می‌شود و از طریق قطره‌چکان‌های واقع در نزدیکی گیاهان به‌آرامی بر روی خاک می‌ریزد.	کنترل عالی آب؛ استفاده‌های مکرر از آب امکان‌پذیر است.	هزینه سرمایه‌گذاری بالا؛ به آب تمیز یا تصفیه شده و فیلتراسیون نیاز دارد.
آبیاری قطره‌ای زیرسطحی (Subsurface Drip Irrigation)	آب از طریق لوله‌های قطره‌ای یا نوار تیپ‌های مدفون در زیر خاک به ریشه‌های گیاه یا به زیر ریشه‌ها داده می‌شود.[۶۳]	کارایی و یکنواخت کاربرد آب بسیار زیاد است؛ تبخیر آب سطحی و بروز علف‌های هرز و بیماری‌ها را کاهش می‌دهد.[۶۴]	هزینه سرمایه‌گذاری بالاتر از آبیاری جوی و پشته‌ای است و نیاز به بررسی‌های منظم و نگهداری دقیق دارد.

Source: FAO elaboration based on Bjorneberg. 2013.

* شامل سامانه‌های سنترپیوت (Pivot_ centre)، متحرک خطی (Move_ linear)، سامانه‌های آبیاری دقیق با مصرف کم انرژی (low_ energy Precision Application Systems) است.

بهبود بهره‌وری آب در محصولات دامی

بهبود بهره‌وری آب در تولید محصولات دامی و کاهش فشار بر منابع آب

بهره‌وری آب (فیزیکی و غذایی) محصولات دامی معمولاً کمتر از محصولات گیاهی است و وابسته به نوع محصول دامی و سیستم‌های تولید آن است. به‌عنوان مثال، دام‌ها ممکن است برای تغذیه به مراتع دیم (غالباً بدون استفاده جایگزین و مفید از آب) یا به مزارع فاریاب متکی باشند. در سیستم‌های تولید ترکیبی، دام حتی ممکن است بقایای محصول را مصرف کند. با توجه به موارد فوق، گزینه‌های مختلفی برای بهبود بهره‌وری آب در تولید محصولات دامی وجود دارد که شامل کنترل چرای دام، ارتقای سلامت آنها و تغییر در رژیم‌های غذایی و سیستم‌های شرب آنهاست. در جدول ۳ متوسط جهانی بهره‌وری آب محصولات دامی ارائه شده است.

جدول ۳. متوسط جهانی بهره‌وری آب محصولات دامی انتخاب شده

	بهره‌وری آب			
گروه غذایی	**فیزیکی (کیلوگرم بر مترمکعب)***	**کالری (کیلوکالری بر مترمکعب)****	**پروتئین (گرم بر مترمکعب)****	**ارزش اقتصادی (دلار بر مترمکعب)***
گربه‌ماهی آمریکایی	۰/۱۶	۲۱۶	۲۴/۸	–
گوشت گاو	۰/۰۷	۱۰۱	۹/۲	۰/۱۶۶
کره	۰/۱۹	۱۴۹۱	۰/۰	۰/۸۲۸
گوشت مرغ	۰/۲۶	۳۷۳	۳۲/۹	۰/۳۱۶
تخم مرغ	۰/۳۵	۵۰۲	۳۹/۱	۰/۳۱۰
شیر	۱/۰۵	۵۹۱	۳۴/۸	۰/۳۰۹
گوشت خوک	۰/۱۹	۵۱۹	۱۹/۶	۰/۲۶۳
گوشت گوسفند	۰/۱۰	۱۹۹	۱۳/۴	۰/۲۵۴
تیلاپیا (وزن تازه)	۰/۳۰	۲۸۸	۶۰/۳	–

Source: Mekonnen & Neale. 2020 and Lemoalle. 2008.

* ارزش محصولات دامی و شیلات برگرفته از مطالعات Mekonnen & Hoekstra (2012) و Lemoalle (2008) است.

** براساس بهره‌وری آب آبی و سبز و محتوای تغذیه‌ای محصولات دامی محاسبه شده‌اند.

*** براساس بهره‌وری آب و قیمت تولیدکنندگان محصولات دامی محاسبه شده است. محتوای تغذیه‌ای و قیمت تولیدکننده برگرفته از FAOSTAT است.

توجه: برای محصولات آبزی، تبدیل به میزان انرژی و پروتئین طبق داده‌های آزمایشگاه مواد غذایی وزارت کشاورزی ایالات متحده محاسبه شد.

یکی دیگر از زمینه‌های بهبود بهره‌وری، سیستم‌های یکپارچه آبیاری ـ پرورش ماهی است که هنوز پتانسیل آنها به‌طور کامل محقق نشده است. آبیاری و آبزی‌پروری مرتبط به‌هم هستند. آبیاری می‌تواند زیستگاه‌های فیزیکی آبزیان و محتوای غذایی آنها را تغییر دهد و بر منابع شیلات تأثیر می‌گذارد. در بیشتر موارد، افزایش تولید محصولات زراعی از طریق آبیاری با کاهش ظرفیت صیادی در آب‌های داخلی مصادف بوده است. با این حال، آبیاری نیز می‌تواند فرصت‌های جدیدی برای پرورش ماهی ایجاد کند. به‌عنوان مثال، در یک منطقه فاریاب در بنگلادش، برنج‌کاران یکی از سه دوره سالیانه تولید برنج را با تولید ماهیان کوچک (با مزایایی نظیر کاهش آفات و افزایش سوددهی) جایگزین کردند. با این حال، میزان ترکیب پرورش ماهی با سامانه‌های آبیاری تا حدود زیادی به سیاست‌های ملی و منطقه‌ای و ساختارهای حکمرانی بستگی دارد. (جدول ۴)

جدول ۴. تأثیر جوانب مختلف حکمرانی مرتبط با آبیاری بر آبزی‌پروری و صیادی در آب‌های داخلی

جنبه حکمرانی	مدیریت آبیاری بدون آبزی‌پروری و صیادی	پشتیبانی آبیاری از آبزی‌پروری و صیادی
استفاده از مخزن ذخیره‌سازی آب	مخزن فقط برای ذخیره‌سازی آب است.	• ایجاد زیستگاه برای تقویت شیلات • ایجاد مناطق ذخیره برای افزایش شیلات • تعیین مناطقی برای آبزی‌پروری در قفس • امکان مدیریت ماهیگیری تفریحی
برداشت آب	برداشت آب از مخازن یا آبگیری رودخانه‌ها / به پهنه‌های آبی فقط برای تأمین نیازهای آبیاری تمرکز می‌شود.	• رعایت حداقل سطح آب در مخزن برای حفظ جمعیت ماهیان و اکوسیستم آبزیان • رعایت حداقل جریان آب در رودخانه‌ها برای حفظ ماهی‌ها و عملکرد اکوسیستم آبزیان • ایجاد منطقه پناهگاه و تالاب‌ها
کاربرد آب آبیاری	به آب فقط برای تولید محصولات کشاورزی مجوز داده می‌شود.	• آب برای استفاده در سیستم‌های متنوع تولید ازجمله آبزی‌پروری مجاز است • «کاشت برنج ـ پرورش ماهی» مجاز است.
تبدیل اراضی فاریاب	انحراف از تولید گیاهان اصلی مجاز نیست.	• اصلاح سیستم کشت و مهیا کردن امکان پرورش محصول ثانویه (مانند کانال‌های کاشت برنج و پرورش ماهی) مجاز است. • تبدیل به استخرهای ماهی مجاز است.
طراحی سازه‌های کنترل آب	کمترین هزینه طراحی و ساخت دارد و فقط بر تحویل آب متمرکز است.	• طرح با هدف امکان عبور ماهیان از مسیرهای بالادست و پایین‌دست طراحی یا اصلاح می‌شود. • تمهیدات اضافی (ساخت گذرگاه ماهیان) برای اطمینان از راه‌های اتصال و ارتباط، ضروری است.
بهره‌برداری از سازه‌های کنترل آب	اولویت بهره‌برداری برای به حداکثر رساندن تحویل آب برای مصارف آبیاری، صرفنظر از سایر خدمات اکوسیستمی	• رعایت حداقل جریان‌های لازم در آبراهه‌ها برای حفظ زیستگاه آبزیان • دریچه‌ها در دوره‌های مهم مهاجرت ماهیان به بالادست باز می‌شوند. • دریچه‌ها به‌نحوی کار می‌کنند که کمترین زیان را برای ماهیان مهاجر به بالادست داشته باشند.

Source: Funge ـSmith & Baumgartner. 2018.

رویکردهای نوآورانه در مدیریت آب کشاورزی

مدیریت آب کشاورزی فراتر از سطح مزرعه است و نیاز به رویکردهای نوآورانه دارد.

ساختارهای تولید محصولات کشاورزی عامل اصلی طیف وسیعی از اثرات محیط زیستی، چه مطلوب و چه نامطلوب هستند. به‌عنوان مثال، رویکردهای غیرمتمرکز مدیریت آب، مانند برخی از طرح‌های استحصال آب، می‌تواند بر تعادل آب در حوضه‌های آبریز و حوضه‌های رودخانه و درنتیجه، شیلات رودخانه تأثیر منفی بگذارد. با این حال، راهبردهای مدیریت آب کشاورزی می‌تواند اثرات محیط زیستی مفیدی به‌همراه داشته باشد. به‌عنوان مثال، کاهش یا قطع دوره‌های غرقاب‌سازی می‌تواند به‌طور قابل توجهی میزان انتشار گازهای مربوط به برنج را کاهش دهد، زیرا مدت زمانی کوتاه‌تر غرقاب‌سازی و

فواصل زمانی مکرر باعث کاهش تولید متان باکتریایی و درنتیجه انتشار گاز متان می‌شود.

راه‌حل‌های مبتنی‌بر طبیعت و محیط زیست (که از فرایندهای طبیعی برای بهبود مدیریت آب و حفاظت یا احیای اکوسیستم‌ها و فرایندهای طبیعی استفاده می‌کند) مورد دیگری در این زمینه است. اما، اتخاذ آنها نیاز به یک رویکرد آینده‌نگر و تغییر الگو دارد که در آن جنگل‌ها، اراضی باتلاقی و سایر اکوسیستم‌ها به‌عنوان تنظیم‌کننده‌های آب شیرین در مقیاس‌های مختلف، مشاهده و مدیریت می‌شوند. شیوه‌های مدیریت آب، مانند نوارهای پوشش گیاهی و سیستم‌های یکپارچه آبزی‌پروری ـ زراعت، می‌توانند به حفظ مواد مغذی اضافی و کاهش آلودگی کمک کنند. مزایای راه‌حل‌های مبتنی‌بر طبیعت می‌تواند هزینه فرصت کنار گذاشتن اراضی برای حفاظت را که در غیر این صورت ممکن است برای تولید محصولات کشاورزی یا توسعه استفاده شود، جبران کند.

در شرایطی که تأمین آب به‌شدت محدود است، نوآوری در کاربرد منابع آب نامتعارف (مانند فاضلاب تصفیه شده و آب شیرین شده) در برخی کشورها و مناطق در حال شتاب گرفتن است. پیش‌بینی می‌شود که در آینده تولید فاضلاب و پساب به میزان قابل توجهی افزایش یابد. هرچند اعداد قطعی در دسترس نیستند، اما تخمین زده شده که ۱۰ درصد از مناطق فاریاب جهان، فاضلاب تصفیه نشده یا نیمه‌تصفیه شده دریافت می‌کنند. چنانچه فاضلاب با توجه به نیازهای مصرف‌کنندگان نهایی تصفیه شود، یک گزینه واقع‌بینانه از منابع آب است. با این حال، امکان استفاده مجدد از آب در بخش کشاورزی به شرایط محلی بستگی خواهد داشت.

نمک‌زدایی گزینه جذاب دیگری برای افزایش تأمین آب است. در سطح جهان، حدود ۱۶۰۰۰ دستگاه آب شیرین‌کن وجود دارد که حدود ۱۰۰ میلیون مترمکعب در روز، آب شیرین تولید می‌کنند. هزینه نمک‌زدایی همیشه مانع اصلی محدودیت کاربرد آن در کشاورزی بوده است. با این حال، به‌واسطه افزایش تقاضا و پیشرفت‌های فناوری، هزینه‌های نمک‌زدایی به‌طور چشمگیری کاهش یافته و همچنان ادامه خواهد داشت و این روش را برای فعالیت‌های کشاورزی، به‌ویژه تولید گیاهان با ارزش اقتصادی بالا، امکان‌پذیرتر می‌کند. به‌طور متوسط، تخمین زده می‌شود که کارخانه‌های آب شیرین‌کن در مقیاس بزرگ، بسته به ظرفیت می‌توانند با هزینه‌ای در حدود ۰/۵ الی ۲ دلار به‌ازای هر مترمکعب آب تولید کنند. برآورد فایده ـ هزینه کارخانه‌های آب شیرین‌کن بسیار وابسته به شرایط است. با این حال، چندین کشور مانند استرالیا، چین، مکزیک، مراکش و اسپانیا در حال حاضر با سودآوری از آب شیرین‌کن برای کشاورزی استفاده می‌کنند.

موانع نوآوری

اگر راه‌حل‌های مؤثر در دسترس هستند، چرا به‌کار گرفته نمی‌شوند؟

نوآوری در مدیریت آب به‌طور گسترده‌ای تحت تأثیر چارچوب کلی نهادی و قانونی قرار دارد که شامل

حقابه‌ها، صدور مجوز، مقررات، اقدامات تشویقی و برنامه‌ریزی نهادی است. همچنین آنها تحت تأثیر سیاست‌های کلی قرار دارند که شامل انتخاب‌های اجتماعی، اولویت‌ها، سیاست‌های بخشی و تبادلات است. نقش‌ها، گرایش‌ها و مسئولیت‌های مختلف ذی‌نفعان درگیر در سیاستگذاری و مدیریت آب در بخش‌ها، موقعیت‌ها و حوزه‌های قضایی پراکنده است، اما همه آنها باید به‌وضوح قابل درک باشند. یکی از نگرانی‌ها، توان مالی و اطمینان از دسترسی انسان‌ها به آب است. مورد دیگر اطمینان از جریان‌های محیط زیستی، خدمات اکوسیستم‌ها و استفاده غیرمصرفی از منابع آب شیرین (به‌عنوان مثال برای آبزی‌پروری در آب‌های داخلی) است. (شکل ۱۹).

ازاین‌رو، حکمرانی خوب آب بسیار مهم است و نیازمند مدیریت تطبیقی[۱] در سطح حوضه آبریز جهت تأمین نیازهای تمامی بهره‌برداران آب است. این امر به نوبه خود، نیاز به همکاری پیچیده بین چندین ذی‌نفع، موقعیت‌ها و نهادها دارد. همکاری و هماهنگی بهتری هم به‌صورت عمودی از نظام‌های بخشی، حوضه آبریز رودخانه‌ای و سامانه‌های آبیاری گرفته تا خانوارها و هم به‌صورت افقی در بخش‌های مختلف ازجمله کشاورزی، صنایع، شهرداری‌ها و خانوارها مورد نیاز است. از این نظر، انجمن‌های بهره‌برداران آب که کشاورزان (به‌ویژه کشاورزان کوچک‌مقیاس) را برای مدیریت یک ساختار مشترک آبیاری گردهم می‌آورد، می‌تواند نقش مهمی در برنامه‌ریزی و اجرا داشته باشد. آنها می‌توانند منابع را برای بهره‌برداری و نگهداری از سامانه‌های آبیاری و حوزه‌های آبریز و رودخانه‌ای، متحد و یکپارچه کنند. یک چالش اساسی، حفاظت از منافع گروه‌هایی است که قدرت و نفوذ کمتری دارند، اما به خدمات اکوسیستم‌ها (مانند ماهیگیری) وابسته هستند و بایستی اطمینان حاصل شود که آنها هم در نظر گرفته می‌شوند.

۱. Adaptive Management: رویکردی پویا در مدیریت منابع طبیعی که در آن تأثیر سیاست‌ها و تصمیم‌گیری‌های اعمال شده به‌طور مداوم پایش می‌شود و روش‌های مدیریتی در جهت دستیابی به اهداف مورد نظر اصلاح و تطبیق می‌شود.

شکل ۱۹. جایگاه پاسخ‌های مربوط به محدودیت و کمیابی آب در زمینه سیاسی گسترده‌تر

Source: FAO elaboration based on FAO. 2012, Figure 2.

حسابداری و حسابرسی آب

حسابداری و حسابرسی آب[1] و شفافیت در تصدیگری آب[2] ازجمله عناصر اصلی و سازنده در مدیریت آب

راهبردهای مؤثر مدیریت آب بایستی براساس درک بهتری از مقدار آب موجود، نحوه مصرف و پایداری الگوهای فعلی باشد. حسابداری آب[3] کلید دستیابی به این امر خواهد بود. با این حال، حسابداری آب تنها در صورتی تفاوت ایجاد خواهد کرد که بخشی از یک فرایند گسترده‌تر برای بهبود حکمرانی باشد. ترکیب حسابداری آب با حسابرسی آب[4] می‌تواند زمینه را برای مدیریت واقع‌بینانه‌تر، پایدارتر، مؤثرتر و عادلانه‌تر آب فراهم کند.

هزینه کلی برنامه‌های حسابداری و حسابرسی آب بسیار متفاوت و متغیر است. به‌عنوان مثال، با توجه به مقیاس و سطح ایدئال و اهداف برنامه، هزینه قرارداد با یک تیم اجرایی و نیاز به جمع‌آوری اطلاعات اولیه و ثانویه، هزینه برنامه‌های حسابداری و حسابرسی آب تغییر می‌کند. پیشرفت در فناوری‌های سنجش از دور و فناوری‌های اندازه‌گیری و همچنین تعدادی از پایگاه داده‌های جهانی و منطقه‌ای با دسترسی آزاد، هزینه‌ها را کاهش می‌دهد و اشتراک‌گذاری اطلاعات را آسان‌تر می‌کند. کتاب مرجع اخیر فائو (حسابداری و حسابرسی آب) راهنمای خوبی برای تمام کسانی است که خواستار اجرای حسابداری و حسابرسی آب هستند.

1. Water Accounting and Auditing
2. Water Tenure
۳. مطالعه ساختاریافته و نظام‌مند وضعیت و روندهای موجود در تأمین آب، تقاضا، دسترسی و استفاده از آن.
۴. روندی که یافته‌های حسابداری آب را در چارچوب اجتماعی گسترده‌تری از منابع آب قرار می‌دهد.

تصدیگری آب (رابطه‌ای که از منظر قانونی و عرفی، بین مردم، به‌صورت فردی یا گروهی، با توجه به منابع آب تعریف شده باشد) می‌تواند عنصر اصلی برای استفاده کارآمد از آب و دسترسی عادلانه و پایدار به آب باشد که براساس حسابداری دقیق و صحیح آب و یک نظام تخصیص عادلانه است. توسعه سازمان‌های اجتماعی برای مدیریت تخصیص آب نیز می‌تواند به ارائه مؤثر حقابه‌ها کمک کند. حقابه‌هایی که به‌خوبی تعیین شده باشد، می‌تواند بهره‌برداران را توانمند کند و ارزش اقتصادی آب را افزایش دهد، در حالی که به کشاورزان برای سرمایه‌گذاری در فناوری‌های استفاده کارآمد از آب یا افزایش درآمد و کاهش تخریب منابع، انگیزه می‌دهد. با وجود اهمیت ساختارهای تصدیگری آب و اگرچه عملاً در هر مکانی که آب کمیاب است، می‌توان آنها را یافت، اما در بیشتر موارد این ساختارها به‌طور رسمی شناسایی و اجرا نمی‌شوند و ممکن است تصدیگری آب مورد توجه قرار نگیرد. ارتقای فناوری آبیاری برای انتقال، انحراف و اندازه‌گیری آب می‌تواند تطابق را از طریق پایش بهتر، بهبود بخشد.

بازار آب و قیمتگذاری آب

بازار آب و قیمتگذاری آب می‌تواند استفاده کارآمد را از آب تضمین کند، اما اجرای عادلانه آنها چالش‌برانگیز است[1]

در مناطقی که در حال حاضر تخصیص آب شیرین، موجود و امکان‌پذیر است، ممکن است بتوان ابزارهای بازار را معرفی کرد که به کشاورزان اجازه می‌دهد حقابه‌های فعلی خود را به یکدیگر منتقل کنند. مکانیسم‌های بازار آب می‌توانند روشی مؤثر در تخصیص آب باشند، زیرا از نظر اقتصادی، مؤثر و کارآمد هستند، معاملات داوطلبانه انجام می‌شود و مکانیسم بازار بهره‌برداران آب را ترغیب می‌کند که آب را به جایی که بیشترین بهره‌وری را داراست، هدایت کنند.[2] به‌عنوان مثال، اگر بازار منابع آب زیرزمینی کل محدوده آبخوان را پوشش دهد، گزینه جذابی برای بهبود دسترسی کشاورزان به آب‌های زیرزمینی در مصارف آبیاری است. جنبه‌های منفی بازار آب شامل امکان انحصار آب توسط فروشندگان آب در برخی از مناطق است. از این منظر، بازارهای آب فقط به اندازه سیستم تخصیص اولیه، خوب است. موضوع مهم در بازار آب این است که ممکن است برخی از ذی‌نفعان، حقابه اقشاری که آسیب‌پذیری بیشتری دارند را در اختیار بگیرند و به‌نوعی آب را به‌عنوان یک منبع تصاحب کنند. این امر در تضاد با ماهیت آب به‌عنوان یک ضرورت اساسی و حق انسانی است. تاکنون، تعداد بسیار کمی

---

۱. توضیح مترجمان: سیاست بازارهاي آب بایستی با توجه به ملاحظات، مورد توجه قرار گیرد و صرفاً بهره‌وري ارزشی (مبتنی‌بر پول) در تخصیص آب مدنظر نباشد؛ چراکه تضمین امنیت غذایی پایدار و تولید محصولات مغذي براي آحاد جامعه را صرفاً نمی‌توان براساس قیمتی که بازار براي محصولات کشاورزي آن هم در شرایط سرکوب قیمتی تعیین می‌شود؛ ارزشگذاري کرد. ضمن اینکه بخش کشاورزي داراي کارکردهاي غیرکالایی نیز است.

۲. توضیح مترجمان: در کشور ما، خودکفایی محصولات اساسی و امنیت غذایی پایدار در کشور از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است و مکانیسم بازار آب همراستا با اهداف کشور ما نمی‌باشد.

از بازارهای واقعی آب فعال با تجربه کافی و طولانی‌مدت به‌وجود آمده است.[۱]

جدا از اینکه حقابه مورد دادوستد قرار بگیرد یا خیر، هنگامی که قیمت آب، منعکس‌کننده ارزش واقعی اقتصادی آن باشد، انگیزه برای استفاده بهینه اقتصادی از آب به‌وجود خواهد آمد. همچنین قیمتگذاری آب می‌تواند به جلوگیری از مصرف بیش از حد، تخریب و کاهش کیفیت منابع آب کمک کند. درواقع، قیمتگذاری آب، نه تنها یک مکانیسم بازیابی هزینه و وسیله‌ای برای اطمینان از کارایی اقتصادی است، بلکه به‌عنوان ابزاری برای پرداختن به ابعاد اجتماعی و محیط زیستی آب نیز تلقی می‌شود. از مهم‌ترین ابعاد اجتماعی که بایستی برای اجرای عادلانه یک طرح قیمتگذاری در نظر گرفته شود، بررسی تأثیر قیمتگذاری آب بر گروه‌های کم‌درآمد است.

افزایش قیمت آب بایستی به‌مرور زمان طی چندین سال صورت پذیرد تا به کشاورزان این فرصت داده شود که خود را با مدیریت جدید انطباق دهند و اطمینان حاصل شود که کسی در این زمینه عقب نمانده است. تشویق پرداخت هزینه برای مدیریت و خدمات آب مستلزم کیفیت ثابت و پایدار خدمات آب و شفاف‌سازی درخصوص مقررات استفاده از درآمد حاصل از فروش آب به بهره‌برداران آب است. در جدول ۵، سه روش قیمتگذاری آب به‌انضمام نقاط قوت و ضعف آنها ارائه شده است.

جدول ۵. روش‌های قیمتگذاری آب[۲]

روش قیمتگذاری	خلاصه	نقاط قوت	نقاط ضعف
قیمتگذاری آب مبتنی‌بر بازار	قیمت‌ها به‌طور غیرمستقیم از طریق مکانیسم قیمتگذاری غیرمتمرکز (مانند بازار) و از طریق عرضه و تقاضا تعیین می‌شوند.	پتانسیل سیگنال‌دهی هزینه کمیابی و هزینه فرصت‌ها. می‌تواند در حفظ ارزش ناخالص کشاورزی فاریاب در زمان خشکسالی و تخصیص مجدد آب از مصرف‌کنندگانی که بهره‌وری آب کمتری دارند به کسانی که بهره‌وری بیشتری دارند، بسیار مؤثر باشد.	به سازوکارهای مناسب پشتیبانی از بازار، ازجمله شفافیت در مورد قیمت‌ها و معاملات و همچنین اطلاعات به‌موقع و دقیق در مورد منابع نیاز دارد که ممکن است هزینه‌بر باشد.
قیمتگذاری غیرحجمی آب	قیمت براساس مقدار خروجی، ورودی آب، سطح یا ارزش زمین آبیاری شده محاسبه می‌شود.	روش نسبتاً آسان و کم‌هزینه در اجرا و مدیریت.[۵۲] کاهش هزینه‌های نظارت و اجرا.	انگیزه مستقیمی برای صرفه‌جویی در مصرف آب وجود ندارد یا کم است.
قیمتگذاری حجمی آب	قیمت براساس آب استخراج شده یا مصرف شده.	انگیزه‌هایی برای بهبود حفاظت از آب و تغییر روش‌های کشاورزی به سمت استفاده مؤثرتر از آب ایجاد می‌کند.	سازمان مدیریت آب را ملزم به تعیین قیمت، نظارت بر استحصال آب و جمع‌آوری هزینه می‌کند.

Source: FAO elaboration based on Rosegrant. 2020.

۱. توضیح مترجمان: با توجه به اینکه گزارش در سطح جهانی است، آمار و ارقام را در سطح جهانی ارائه می‌کند و قطعاً استفاده از هریک از راهکارهای معرفی شده برای غلبه بر چالش‌های آب در کشاورزی بایستی متناسب با شرایط و زیرساخت‌های هر کشور صورت پذیرد. با توجه به اینکه در ایران ۹۰ درصد محصولات کشاورزی حاصل از اراضی فاریاب است، با مدل بازار آب و عملیاتی نمودن آن تعادل امنیت غذایی به‌هم می‌خورد. بنابراین در این گزارش توصیه‌ای برای توسعه بازار آبی ایران نمی‌شود.

۲. توضیح مترجمان: در ایران، در مورد آب‌های زیرزمینی هزینه‌ای برای آب از کشاورزان دریافت نمی‌شود. فقط در برخی از شبکه‌های آبیاری آب‌بها دریافت می‌شود که طبق قانون توزیع عادلانه آب، از روش قیمتگذاری غیرحجمی (ردیف دوم جدول) استفاده می‌شود. ملاحظه می‌شود که روش مذکور، انگیزه مستقیم برای صرفه‌جویی در مصرف آب ایجاد نمی‌کند. با توجه به نقاط قوت و ضعف هریک از سه روش و بسته به شرایط هر منطقه می‌توان روش مناسب قیمتگذاری آب را اتخاذ کرد.

حکمرانی در مناطق دیم

عدم تمرکز بر موضوعات حکمرانی در مناطق دیم منجر به از دست رفتن فرصت‌ها می‌شود.

تا به امروز، سیاستگذاری و حکمرانی در زمینه مدیریت منابع آب در بخش کشاورزی بر آبیاری متمرکز بوده است. این امر منجر به سرمایه‌گذاری و نوآوری محدودی در زمینه‌های حکمرانی، سیاست‌ها، نهادها، روش‌ها و فناوری‌ها برای حمایت از کشاورزان کوچک‌مقیاس در مناطق دیم (ازجمله مراتع) و استفاده‌های غیرمصرفی از آب مانند آبزی‌پروری در منابع آب شیرین شده است. برنامه‌ریزی منابع آب نیاز به ترویج سرمایه‌گذاری در کشاورزی دیم تا فاریاب دارد و شامل مدیریت آب در مناطق دیم با اثراتی در مقیاس حوضه آبریز و رودخانه است. همان‌طور که در سامانه‌های آبیاری، توجه به مالکیت اراضی، مالکیت آب و دسترسی به بازار نیز همراه با رویکردهای مدیریت حوزه آبخیز مبتنی‌بر جامعه برای رفع کمبود آب و تخریب اراضی مورد نیاز است که تنها در سطح مزرعه قابل حل نیست. این رویکردها نیاز به گسترش سطح حفاظت و احیای جنگل‌ها در سطح حوزه آبخیز دارد. درنهایت، بهبود مدیریت آب در کشاورزی دیم نیاز به حمایت عمومی از طریق سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها و دسترسی به جاده‌ها برای اتصال کشاورزان به بازارها دارد. با اعطای یارانه به فناوری‌های حفاظت از آب و صرفه‌جویی در مصرف آب به کاهش اثرات خشکسالی و در عین حال به توسعه کلی کشاورزی کمک می‌شود.

طیف وسیعی از راهبردهای نهادی و حکمرانی می‌تواند مدیریت آب در بخش دامپروری را برای دامداران و سایر جوامع محلی، بهبود بخشد. مشارکت نمایندگان جامعه و نهادهای محلی می‌تواند به اطمینان از طراحی مؤثر اقدامات و ابتکارات کمک کند. به همین ترتیب، نهادهای بومی می‌توانند نقشی اساسی در اقدامات اضطراری و در مدیریت منابع طبیعی، ازجمله مدیریت مراتع و منابع آبی داشته باشند.

در حال حاضر در برخی از کشورها، دستورالعمل‌های ملی دامپروری برای انجام اقدامات در موارد اضطراری (مانند حوادث خشکسالی) وجود دارد و می‌تواند کمک‌های سریعی برای احیا و محافظت از سرمایه‌های دامپروری جوامع آسیب‌دیده از بحران داشته باشد. درنهایت، شناسایی و بررسی منابع آبی و استفاده از سیستم‌های هشداردهنده سریع در مناطق مستعد خشکسالی گام مهمی به جلو است. به‌عنوان مثال در کنیا، خشکسالی شدید در سال ۲۰۰۰ منجر به تلف شدن ۵۰ درصد از گاوها در برخی از مناطق شد و سازمان‌های امدادرسان به‌دلیل کمبود اطلاعات برای راهنمایی آنها در مدت کوتاه، عاجز و سرگردان بودند.

لزوم تقویت انسجام سیاسی در کشاورزی

تقویت انسجام سیاسی در بخش‌های مختلف و ازجمله در کشاورزی یک امر ضروری است.

رفتار کنشگران مختلف تحت تأثیر انتخاب‌های سیاسی در بخش‌های مختلف است که اغلب، ارتباط آنها قطع و منفصل می‌ماند. اطمینان از انسجام سیاسی در بخش‌ها و حوزه‌های سیاسی اولین شرط بهبود مدیریت منابع آب است. این امر خواستار هماهنگی در بین سیاست‌های مختلف، مواد قانونی و اقدامات مالی است که بر مدیریت آب و عرضه و تقاضای آب ازجمله قیمت انرژی، توافقات تجاری، رژیم‌های یارانه کشاورزی و راهبردهای کاهش فقر تأثیر می‌گذارد. همچنین نیاز به تصمیم‌گیری یکپارچه توسط نهادهای مختلف درخصوص منابع آب و سیاست‌های مرتبط با آن، ازجمله برای مصارف آب بخش‌های آبیاری، صنعتی و شهری وجود دارد.

ارائه انگیزه‌ها و مشوق‌های مناسب یکی از مؤلفه‌های بسیار مهم انسجام سیاسی است. یارانه‌ها نمونه‌ای از این موارد هستند، زیرا دولت‌ها اغلب یارانه‌های بزرگی را برای کالاهای خصوصی مانند انرژی، کود و اعتبارات در نظر می‌گیرند که می‌تواند انگیزه استفاده بیش از حد و غیر کارآمد از منابع آب باشد و منجر به آلودگی آب شود.

انسجام سیاسی بیشتر در میان زیربخش‌های کشاورزی یک ضرورت دیگر است. در اغلب موارد، تأثیر سیاست‌ها در میان زیربخش‌های کشاورزی، نامتوازن و غیر یکنواخت است. گرایش و تمایل زیاد به حمایت از کشاورزی فاریاب ممکن است به ضرر کشاورزی دیم یا آبزی‌پروری در آب‌های داخلی باشد. هرچند گسترش کشاورزی فاریاب موجب بهبود امنیت غذایی و تغذیه در کشورهای کم‌درآمد شده است، اما این توسعه در از بین رفتن ظرفیت‌های آبزی‌پروری در آب‌های داخلی، برداشت بیش از حد از منابع آب زیرزمینی و تغییر در جریان آب‌های سطحی و اکوسیستم‌ها نیز نقش داشته است. در هر حال، فرصت‌هایی برای دستیابی به هم‌افزایی بیشتر جهت ارتقای بهره‌وری و تولید غذا از طریق کشاورزی فاریاب، ضمن اطمینان از اتصال آب‌ها، جریان‌ها و حفظ زیستگاه‌ها وجود دارد. از نمونه‌های آن می‌توان به سیستم‌های یکپارچه آبزی‌پروری ـ آبیاری، حفاظت از جنگل‌ها و مدیریت بالادست اشاره کرد. نوآوری‌هایی که بهره‌وری کشاورزی دیم را ارتقا می‌دهد نیز ممکن است نیاز به آبیاری را کاهش دهد.

ضرورت اصلاحات برای انسجام سیاسی بیشتر

تقویت انسجام سیاسی و بهبود مدیریت آب، در درجه اول نیاز به هم‌سویی و هم‌راستاسازی مشوق‌ها خواهد داشت. در این رابطه نیز بایستی یارانه‌های هدفمند جایگزین یارانه‌های عمومی شود تا موجبات پذیرش فناوری جدید آبیاری و ارائه خدمات محیط زیستی، مانند ساختارهای مشترک آبیاری

ماهی‌دوست را فراهم سازد که اثرات توسعه آبیاری و سدسازی را کاهش می‌دهد.[۱] همچنین پرداخت پول در ازای خدمات محیط زیستی (پرداخت پول به کشاورزان یا زمین‌دارانی که اراضی یا حوزه‌های آبخیز خود را در راستای حفاظت از محیط زیست مدیریت کنند) می‌تواند به اطمینان از ارزیابی صحیح اکوسیستم‌های دارای عملکرد مناسب کمک کند.

یک رویکرد یکپارچه مبتنی‌بر حسابداری و حسابرسی آب که بهره‌برداران مختلف آب را در نظر بگیرد، ضروری است. به‌عنوان مثال می‌توان به مدیریت طرح آبیاری اشاره کرد که ضمن ارائه سایر خدمات محیط زیستی و اکوسیستمی، سطح تولید مواد غذایی را حفظ می‌کند.

درنهایت، انسجام سیاسی خواستار سازوکارها و فرایندهای قوی برای مدیریت و هم‌راستاسازی سیاست‌ها، بودجه‌بندی و توسعه نظارت و قانونگذاری است. اقدامات خاص شامل تقویت ظرفیت نهادهای عمومی؛ هماهنگی بین وزارتخانه‌ها (آب، کشاورزی و انرژی)؛ ارتقای برنامه‌ریزی و ابزارهای پایش و پایگاه داده‌های به‌روز و یکپارچه می‌باشد. همچنین افزایش سرمایه‌گذاری‌ها در بخش آبیاری برای ارتقای پیامدهای جنسیتی، بهداشت و تغذیه می‌تواند برنامه‌های آبیاری را تغییر دهد و آنها را به بخشی جدایی‌ناپذیر از راهبردهای کاهش فقر، گرسنگی و سوءتغذیه تبدیل کند.

رهنمودهای کلیدی

در جدول ۶ خلاصه‌ای از راهبردها و اقدامات برای بهبود مدیریت آب در کشاورزی ارائه شده است. پیام‌های کلیدی گزارش به شرح ذیل است:

- دستیابی به توسعه پایدار با یک چالش اساسی روبه‌رو است: ۳/۲ میلیارد نفر در اراضی کشاورزی با کمبود یا کمیابی شدید تا بسیار شدید آب زندگی می‌کنند، از این تعداد ۱/۲ میلیارد نفر (تقریباً یک‌ششم جمعیت جهان) در اراضی کشاورزی با محدودیت شدید آب بسر می‌برند.
- جمعیت منجر به افزایش تقاضا برای این منبع طبیعی گرانبها می‌شود. درنتیجه، سرانه سالیانه منابع آب شیرین موجود در هر سال در دو دهه گذشته بیش از ۲۰ درصد کاهش یافته است.
- توسعه اقتصادی ـ اجتماعی یکی دیگر از عوامل مهم افزایش تقاضای آب است، زیرا باعث تغییر رژیم‌های غذایی به سمت غذاهای پُرمصرف آب (مانند گوشت و لبنیات) می‌شود. رژیم‌های غذایی سالم که ملاحظات پایداری را در سطح سیستم‌های غذایی در نظر می‌گیرند، می‌توانند مصرف آب مرتبط را کاهش دهند.
- افزایش رقابت بر سر آب و اثرات تغییرات اقلیمی منجر به ایجاد تنش‌ها و درگیری‌ها میان

---

۱. توضیح مترجمان: به‌جای تخصیص یارانه کلی، این مبالغ به‌صورت هدفمند و در راستای پذیرش فناوری جدید مثل ساختارهای مشترک آبیاری ماهی‌دوست، سیستم نوین آبیاری و... باشد که مؤثر واقع شود.

ذی‌نفعان می‌شود و بدین ترتیب نابرابری در دسترسی به آب، به‌ویژه برای جوامع آسیب‌پذیر، ازجمله قشرهای فقیر روستایی، زنان و جوامع بومی را تشدید می‌کند.

- با وجود ۱۰ سال تا رسیدن به سال ۲۰۳۰، اولین برآوردهای شاخص توسعه پایدار (SDG) ۶/۴/۲ درخصوص تنش آبی، همراه با کمبود مداوم آب در کشاورزی دیم، نشان می‌دهد که همچنان اطمینان از مدیریت پایدار آب برای همگان به‌عنوان یک چالش جدی برقرار است. از آنجا که مسائل آب با چندین هدف توسعه پایدار (SDG) دیگر مرتبط است (ازجمله دستیابی به گرسنگی صفر)، مدیریت این منبع کمیاب، یک عامل تعیین‌کننده برای دستیابی کامل به اهداف خواهد بود.
- موفقیت همچنان قابل دستیابی است، اما این مهم تنها با اطمینان از استفاده کارآمدتر و پایدارتر از منابع آب شیرین و آب باران در بخش کشاورزی که بزرگ‌ترین بهره‌بردار آب در جهان با بیش از ۷۰ درصد برداشت‌های جهانی آب می‌باشد، امکان‌پذیر است.
- بهبود پایداری مصرف آب در کشاورزی به‌معنای تضمین برآورده شدن نیازهای جریان محیط زیستی برای حفظ عملکرد اکوسیستم‌هاست. این نیازها در اغلب موارد نادیده گرفته می‌شوند. طبق برآوردها، ۴۱ درصد از مصرف فعلی آب آبیاری در جهان، از مقدار آبی که باید صرف نیازهای محیط زیستی شود، تأمین می‌شود. لذا پایداری مصرف آب در کشاورزی منوط به کاهش برداشت و بهبود کارایی مصرف آب در حوضه‌های آبریزی خواهد بود که در آن، تأمین نیازهای جریان محیط زیستی رعایت نمی‌شود.
- حسابداری و حسابرسی آب که بسیار کم اجرا می‌شود، بایستی به‌عنوان اولین گام در اتخاذ راهبردهای مؤثر جهت رفع کمبود و کمیابی آب باشد. کتاب مرجع اخیر فائو (حسابداری و حسابرسی آب)[1] نقطه آغاز و راهنمای خوبی برای تمام کسانی است که خواستار اجرای حسابداری و حسابرسی آب هستند.
- تولیدکنندگان محصولات کشاورزی (که بسیاری از آنها کشاورزان در مقیاس خُرد هستند) در ۱۲۸ میلیون هکتار (یا ۱۱ درصد) از اراضی دیم، تحت تأثیر دوره‌های خشکسالی مداوم کشت می‌کنند. این کشاورزان می‌توانند تا حد زیادی از تکنیک‌های استحصال آب و حفاظت از آب بهره‌مند شوند. براساس یک برآورد، این روش‌ها می‌تواند تولید کیلوکالری در کشاورزی دیم را تا ۲۴ درصد افزایش دهد. این بهبود در صورت ترکیب با آبیاری تکمیلی، بیش از ۴۰ درصد خواهد بود.
- برای دامدارانی که در ۶۵۶ میلیون هکتار (یا ۱۴ درصد) از مراتع آسیب‌دیده از خشکسالی فعالیت می‌کنند، اقدامات مختلف کشاورزی می‌تواند تأثیر خشکسالی را کاهش دهد و بهره‌وری آب را بهبود بخشد. بسیاری از این اقدامات به‌طور غیرمستقیم به آب مرتبط هستند، از آن جمله می‌توان به کنترل بیماری دام، مدیریت تغذیه و آب آشامیدنی دام و تغییر نوع تولید برای کاهش فشار چرا در مناطق خشک نام برد.

1. Water Accounting and Auditing. A Sourcebook. *FAO Water Reports (FAO) eng no. 43*.

• برای ۱۷۱ میلیون هکتار (یا ۶۲ درصد) از اراضی فاریاب در جهان که تحت تنش آبی زیاد یا بسیار زیاد قرار دارند، اولویت بایستی اتخاذ روش‌های تشویقی و انگیزشی باشد که بهره‌وری آب را افزایش می‌دهند (ازجمله اصلاح و مدرن‌سازی زیرساخت‌های موجود آبیاری و اتخاذ فناوری‌های نوآورانه). این روش‌ها باید با بهبود حکمرانی آب ترکیب شوند تا تخصیص و دسترسی عادلانه به آب و همچنین تأمین نیازهای آبی محیط زیست تضمین شود. در منطقه جنوب صحرای آفریقا پیش‌بینی می‌شود که مناطق فاریاب تا سال ۲۰۵۰ بیش از دو برابر شود که به نفع میلیون‌ها کشاورز در مقیاس خُرد است.

• سرمایه‌گذاری در کاربردهای غیرمصرفی از آب (مانند پرورش آبزیان) و منابع غیرمتعارف آب (مانند استفاده مجدد از آب و نمک‌زدایی)، یک راهبرد بیش از پیش مهم‌تر، برای جبران کمیابی آب است. با این حال، نوآوری‌ها بایستی از نظر اقتصادی کارآمد، از نظر اجتماعی قابل پذیرش و از نظر محیط زیستی پایدار و متناسب با شرایط باشند.

• سیاست‌ها و مقررات، نقش مهمی در پیشبرد اجرای فناوری‌ها و نوآوری‌ها (به‌عنوان مثال از طریق تأمین بودجه، برنامه‌های توسعه ظرفیت و اجرای الزامات جریان محیط زیستی) ایفا می‌کنند. با این حال، تنظیم‌گری باید با تخصیص مناسب حقابه‌ها و تصدی‌گری مطمئن آب همراه باشد تا ضمن اطمینان از برآورده شدن نیازهای آبی محیط زیست، دسترسی امن، عادلانه و پایدار به آب، به‌ویژه برای اقشار آسیب‌پذیرتر، فراهم شود.

• انسجام سیاسی و سازوکارهای حکمرانی در مقیاس‌ها و بخش‌های مختلف مدیریتی و اجرایی جهت مدیریت کارآمد، پایدار و عادلانه منابع آب ضروری است. به‌ویژه در کشاورزی، راهبردهای منطقی و جامع در اراضی دیم و فاریاب، نظام‌های دامپروری، شیلات، آبزی‌پروری و جنگل‌داری ضروری است.

جدول ۶. اولویت‌های سیاستگذاری برای بهبود مدیریت آب در کشاورزی

راهبردها/ اقدامات	**مناطق دیم (اراضی زراعی)**	**مناطق دیم (مراتع)**	**مناطق فاریاب**	**آبزی‌پروری و صیادی در آب‌های داخلی**
	فراوانی وقوع زیاد تا خیلی زیاد خشکسالی در ۷۷ میلیون هکتار از اراضی کشت کم‌نهاده و ۵۱ میلیون هکتار از اراضی کشت پُرنهاده	فراوانی وقوع زیاد تا خیلی زیاد خشکسالی در ۶۵۶ میلیون هکتار	تنش آبی زیاد تا بسیار زیاد در ۱۷۱ میلیون هکتار	
حسابداری و حسابرسی آب	حسابداری دقیق و شفاف آب	سامانه‌های پایش؛ ارزیابی آب و محصولات علوفه‌ای در مناطق خشک؛ در نظر گرفتن آب به‌عنوان نهاده اصلی در ارزیابی‌های محیط زیستی (آب به‌جای اراضی)	حسابداری دقیق و شفاف آب	ارزیابی مناسب اکوسیستم‌های مربوط به آب و جریان‌های محیط زیستی در حسابداری آب

راهبردها/ اقدامات	مناطق دیم (اراضی زراعی)	مناطق دیم (مراتع)	مناطق فاریاب	آبزی‌پروری و صیادی در آب‌های داخلی
شیوه‌های خوب کشاورزی	بهترین روش‌های زراعی (به‌عنوان مثال استفاده از رقم‌های اصلاح شده بذر، مدیریت مواد مغذی و آفت‌کش‌ها، بازیابی مواد آلی خاک و مالچ)	راهبردهای تغذیه‌ای؛ استفاده از سایه‌بان‌ها؛ تنظیم دمای محیط؛ بذرها و سیستم‌های زراعی اصلاح شده برای محصولات علوفه‌ای/ خوراک جانوری؛ ارتقای سلامت و تولید مثل دام؛ ساخت تأسیسات علوفه و چاه‌های آب	بهترین روش‌های زراعی (به‌عنوان مثال رقم‌های اصلاح شده بذر، مدیریت مواد مغذی و آفت‌کش‌ها، بازیابی مواد آلی خاک و مالچ)	راهبردهای موثر برای توسعه و کنترل آبزی‌پروری در پیکره‌های آبی مصنوعی از طریق روش‌های ژنتیکی مناسب و استفاده از گونه‌های غیربومی؛ ارتقای کارایی آبزی‌پروری از طریق بهبود بهره‌وری و استفاده مجدد از آب، تلفیق و استفاده از روش‌های آبزی‌پروری برگزیده
ابزارهای سیاسی	توسعه خدمات؛ خدمات مالی؛ بیمه محصولات؛ هدفمندی یارانه‌ها؛ بهبود دسترسی به بازار (به‌عنوان مثال از طریق جاده‌ها)	ارائه دستورالعمل‌ها و استانداردهای ملی برای عکس‌العمل مناسب دامپروری در مخاطرات آبی؛ هدفمند کردن یارانه‌ها (به‌عنوان مثال برای احیای مراتع و تشویق برای استفاده از بقایای محصول به‌عنوان خوراک دام)	توسعه خدمات؛ خدمات مالی؛ بیمه محصولات؛ هدفمندی یارانه‌ها	اصلاح و تعدیل مشوق‌ها و سیاست‌هایی که تأثیر منفی بر آبزی‌پروری و صیادی دارند
فناوری اطلاعات و ارتباطات	سامانه‌های هشدار سریع؛ برنامه‌های تلفنی برای ارائه اطلاعات درخصوص بازارها، آب و هوا؛ کشاورزی دقیق	سامانه‌های هشدار سریع؛ فناوری‌های مدیریت چراگاه‌ها (به‌عنوان مثال سیستم‌های اطلاعات مکانی برای بررسی موقعیت منابع آب)	سامانه‌های هشدار سریع؛ برنامه‌های تلفنی برای ارائه اطلاعات درخصوص بازارها، آب و هوا؛ کشاورزی دقیق	حسگرهای بی‌سیم برای نظارت بر شرایط آب و رفتار ماهیان
حفاظت از آب	راهبردهای حفاظت از آب و خاک، مانند استفاده از تراس‌بندی،[1] کشت روی خطوط تراز[2] و کشاورزی حفاظتی	ابزارهای کارآمد مدیریت آب آشامیدنی؛ اصلاح و نگهداری مجاری آب و آبشخورها؛ رویکرد جامع برای بهبود هیدرولیکی	کشاورزی حفاظتی؛ سامانه‌های آبیاری کارآمد در مصرف آب	در نظر گرفتن مبادلات بین محصولات زراعی و ماهیان؛ ایجاد مناطق پناهگاهی در سیستم‌های کشت برنج
برداشت آب و آبیاری	برداشت آب	استفاده از تانک و مخازن آب برای تأمین آب دامپروی؛ حفاظت از سامانه‌های برداشت، نگهداری آب و سامانه‌های آبیاری؛ راه‌حل‌های یکپارچه (به‌عنوان مثال استحصال آب باران که باعث افزایش تخصیص آب به دامپروی می‌شود)	اصلاح و نوسازی آبیاری	راه‌حل‌های تلفیقی (به‌عنوان مثال استحصال آب باران که باعث افزایش تخصیص آب برای پرورش ماهی می‌شود؛ استخرهای کوچک)
حکمرانی آب	مشارکت جامعه؛ رویکردهای مدیریت یکپارچه حوضه آبخیز	مشارکت جامعه؛ نهادهای عرفی یا بومی؛ سازمان‌های مربوط به دامپروری	تخصیص و ابزارهای مبتنی‌بر بازار؛ انجمن‌های بهره‌برداران آب	انجمن‌های پرورش‌دهندگان ماهی و آبزیان؛ تخصیص منابع به آبزی‌پروری؛ قوانین حفظ جریانات محیط زیستی؛ گنجاندن مسائل تغذیه‌ای در سیاست‌ها و برنامه‌ریزی‌ها

۱. کشت پلکانی، ایجاد شیار در جهت عمود بر شیب دامنه به‌منظور آبخیزداری.

2. Contour Cultivation

راهبردها/ اقدامات	مناطق دیم (اراضی زراعی)	مناطق دیم (مراتع)	مناطق فاریاب	آبزی‌پروری و صیادی در آب‌های داخلی
تجارت	تجارت آب مجازی	تجارت آب مجازی	تجارت آب مجازی	تجارت آب مجازی
منابع آب غیرمتعارف	-	استفاده از منابع آبی جایگزین برای تولید علوفه و تأمین نیاز آبی دام (آشامیدن و غیره)	استفاده مجدد از آب و نمک‌زدایی، سیستم‌های تلفیقی (مانند کاشت برنج ـ پرورش ماهی و آبزی‌پروری)	سیستم‌های تلفیقی (مانند کاشت برنج ـ پرورش ماهی و آبزی‌پروری) امکان استفاده مجدد از آب را می‌دهد.
راه‌حل‌های مبتنی‌بر طبیعت	راه‌حل‌های مبتنی‌بر طبیعت	راه‌حل‌های مبتنی‌بر طبیعت	راه‌حل‌های مبتنی‌بر طبیعت	راه‌حل‌های مبتنی‌بر طبیعت برای افزایش خدمات محیط زیستی و تنوع زیستی

منابع و مآخذ

1. Barron, J., Tengberg, A., Garg, K., Anantha, K.H., Sreenath, D. & Whitbread, A. 2020. Strengthen resilience in rainfed agricultural systems through agricultural water management: a review on current state and ways ahead. Background paper for The State of Food and Agriculture 2020. Overcoming water challenges in agriculture. Uppsala, Sweden, Swedish University of Agricultural Sciences.
2. Bjorneberg, D.L. 2013. Irrigation: methods. Reference Modules in Earth Systems and Environmental Sciences [online]. [Cited 8 August 2020]. https://eprints.nwisrl.ars.usda.gov/1568/1/1524.pdf
3. FAO & International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA). 2020. Global Agro ـEcological Zones (GAEZ v4.0). Laxenburg, Austria, and Rome.
4. FAO. 2012. Coping with water scarcity: an action framework for agriculture and food security. FAO Water Report No. 38. Rome. 96 pp. (also available at www.fao.org/3/a ـi3015e.pdf).
5. FAO. 2018. Future of food and agriculture 2018 ـ alternative pathways to 2050. Supplemental Material. Rome. Licence: CC BY ـNC ـSA 3.0 IGO. 64 p. (also available at www.fao.org/3/CA1564EN/CA1564EN.pdf).
6. FAO. 2018. The impact of disasters and crises on agriculture and food security 2017. Rome. 144 pp. (also available at www.fao.org/3/I8656EN/i8656en.pdf).
7. FAO. 2019. Earth Observation. Agricultural Stress Index System (ASIS): Historic Agricultural Drought Frequency (1984 ـ2018). In: FAO [online]. [Cited 5 August 2020]. www.fao.org/giews/earthobservation/asis/ index_1.jsp?type=131
8. FAO. 2020. AQUASTAT. In: FAO [online]. [Cited 15 August2020]. www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/index.html?lang=en

9. FAO. 2020. Contribution of the agriculture sector to the level of water stress. Rome.
10. FAO. 2020. FAOSTAT. In: FAO [online]. [Cited 15 August 2020]. http://faostat.fao.org
11. FAO. 2020. FAOSTAT. In: FAO [online]. [Cited 15 August 2020]. http://faostat.fao.org
12. FAO. 2020. RuLIS – Rural livelihoods information system. In: FAO [online]. [Cited 5 August 2020]. www.fao.org/in ـaction/rural ـlivelihoodsdataset ـrulis/en/
13. FAO. 2020. SDG Indicator 6.4.2 on water stress. Rome.
14. Gregory, R., Funge ـSmith, S.J. & Baumgartner, L. 2018. An ecosystem approach to promote the integration and coexistence of fisheries within irrigation systems. FAO Fisheries and Aquaculture Circular No. 1169. Rome, FAO. Licence: CC BY ـNC ـSA 3.0 IGO. 62 pp. (also available at www.fao.org/3/CA2675EN/ca2675en.pdf).
15. International Food Policy Research Institute (IFPRI). 2019. Global Spatially ـDisaggregated Crop Production Statistics Data for 2010 Version 1.0. Harvard Dataverse. In: Harvard Dataverse [online]. [Cited 5 August 2020]. https://dataverse.harvard.edu/citation?persistentId=doi:10.7910/DVN/PRFF8V
16. Latham, J., Cumani, R., Rosati, I. & Bloise, M. 2014. Global Land Cover (GLC ـSHARE) Beta ـRelease 1.0 Database. Land and Water Division. In: FAO [online]. [Cited 5 August 2020]. www.fao.org/landwater/land/land ـgovernance/land ـresources ـplanning toolbox/category/details/en/c/1036355/
17. Lemoalle, J. 2008. Water productivity of aquatic systems. Final report for the project: Improved Fisheries Productivity and Management in Tropical Reservoirs. Penang, Malaysia, Challenge Program on Water and Food and WorldFish Center.
18. Mekonnen, M.M. & Hoekstra, A.Y. 2011. The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. Hydrology and Earth System Sciences, 15(5): 1577–1600.
19. Mekonnen, M.M. & Hoekstra, A.Y. 2012. A global assessment of the water footprint of farm animal products. Ecosystems, 15(3): 401–415.
20. Mekonnen, M.M. & Hoekstra, A.Y. 2012. A global assessment of the water footprint of farm animal products. Ecosystems, 15(3): 401–415.
21. Mekonnen, M.M. & Neale, C.M.U. 2020. Closing the water productivity gaps of crop and livestock products: a global analysis. Background paper for The State of Food and Agriculture 2020. Overcoming water challenges in agriculture. Lincoln, USA, Robert B. Daugherty Water for Food Global Institute, University of Nebraska ـ Lincoln.
22. Rosegrant, M. 2020. Water management for sustainable irrigated and rainfed agriculture: opportunities, challenges, impacts and the way forward. Background paper for The State of Food and Agriculture 2020. Overcoming water challenges in agriculture. Washington, DC.
23. Rosegrant, M. 2020. Water management for sustainable irrigated and rainfed agriculture: opportunities, challenges, impacts and the way forward. Background paper for The State of Food and Agriculture 2020. Overcoming

water challenges in agriculture. Washington, DC.
24. Shiklomanov, I.A. 2000. Appraisal and Assessment of World Water Resources. Water International, 25(1): 11–32.
25. United Nations Children's Fund (UNICEF) & World Health Organization (WHO). 2019. Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000 ـ2017: special focus on inequalities. New York, USA.
26. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (UN DESA). 2019. World Population Prospects 2019. Online Edition. Rev. 1. Population Division. In: United Nations [online]. [Cited 1 August 2020]. https://population.un.org/wpp/
27. United Nations. 1998. Standard country or area codes for statistical use. In: United Nations Statistics Division [online]. [Cited 1 August 2020]. http://unstats.un.org/unsd/methods/m49/m49.htm
28. United Nations. 1998. Standard country or area codes for statistical use. In: United Nations Statistics Division [online]. [Cited 1 August 2020]. http://unstats.un.org/unsd/methods/m49/m49.htm
29. United States Department of Agriculture (USDA). 2020. Nutrient Data Laboratory. In: USDA National Agricultural Library ـ Food and Nutrition Information Center [online]. [Cited 8 August 2020]. www.nal.usda.gov/fnic/usda ـnutrient ـdata ـlaboratory
30. World Bank. 2017. New country classifications by income level: 2017 ـ2018. In: World Bank [online]. https://blogs.worldbank.org/opendata/new ـcountry ـclassifications ـincome ـlevel ـ2017 ـ2018
31. World Bank. 2017. New country classifications by income level: 2017 ـ2018. In: World Bank [online]. https://blogs.worldbank.org/opendata/new ـcountry ـclassifications ـincome ـlevel ـ2017 ـ2018