

مدیریت منابع آب و افزایش بهره‌وری در بخش کشاورزی ایران

نویسندگان:

کوروش صادق‌زاده (رئیس مرکز ملی مطالعات راهبردی کشاورزی و آب اتاق ایران)

ساناز محمدی (کارشناس ارشد گروه آب و محیط زیست مرکز ملی مطالعات راهبردی کشاورزی و آب اتاق ایران)

کاهش بارندگی، افزایش دما و تبخیر، رشد جمعیت، افزایش تقاضا و مدیریت ناکارآمد منابع آب باعث شده است که میزان برداشت آب از منابع آب تجدیدپذیر به حدود ۹۰ درصد برسد، در حالی که حد مجاز برداشت پایدار جهانی حدود ۴۰ درصد است. این وضعیت منجر به نادیده گرفتن حقایق‌های زیست‌محیطی و بروز پیامدهای جدی شامل کاهش سطح و کیفیت منابع آب زیرزمینی، فرونشست زمین، خشک شدن تالاب‌ها و دریاچه‌ها، و افزایش وقوع ریزگردها شده است.

گزینه‌های اصلی برای تأمین نیاز غذایی جهانی شامل گسترش زمین‌های دیم و آبی، افزایش تولید به ازای هر واحد آب مصرفی، تجارت محصولات غذایی، و اصلاح الگوهای مصرف است. با این حال، با توجه به محدودیت منابع زمین و فشارهای زیست‌محیطی، گسترش اراضی کشاورزی راهکار پایداری محسوب نمی‌شود. از این رو، باید تمرکز بر افزایش بهره‌وری آب در اراضی موجود باشد؛ یعنی تولید بیشتر با همان میزان آب مصرفی، یا تولید ثابت با مصرف آب کمتر.

ایران با کمبود شدید منابع آب مواجه است و این بحران، یکی از مهم‌ترین چالش‌های توسعه پایدار به شمار می‌آید. برای مقابله با این بحران، ضروری است که برداشت آب از منابع کاهش یابد و حقایق‌های زیست‌محیطی تخصیص داده شوند. با توجه به اینکه بخش کشاورزی بیشترین سهم مصرف آب را دارد، افزایش بهره‌وری آب در این بخش از اولویت بالایی برخوردار است. راهکارهای کلیدی مقابله با این بحران شامل ترویج کشت پاییزه، لزوم توجه به مفهوم آب مجازی و واردات محصولات کشاورزی پرآب‌بر و کشت محصولات کم‌آب‌بر در داخل کشور، بهبود بهره‌وری آب کشاورزی، بازچرخانی و استفاده از پساب در بخش صنعت، بهینه‌سازی زیرساخت‌های آبی، مدیریت تقاضا و کاهش هدررفت در بخش شرب می‌باشد.

در این نوشتار، راهکارهای علمی و عملی افزایش بهره‌وری آب در بخش کشاورزی مورد بررسی قرار می‌گیرد تا ضمن کاهش فشار بر منابع آب تجدیدپذیر، امنیت غذایی و پایداری محیط‌زیست نیز تضمین شود. بهره‌وری شاخصی از کارکرد یک سیستم است که در تعریف عمومی به صورت نسبت خروجی (ستانده) به ورودی (داده مصرفی) بیان می‌شود. در نظام‌های کشاورزی، بهره‌وری آب شاخصی است که خروجی (مقدار عملکرد) سیستم مورد نظر را به ازای میزان آب مصرف شده نشان می‌دهد. این شاخص را می‌توان برای کل نظام کشاورزی یا بخشی از آن در بازه‌های زمانی و مکانی مورد نظر محاسبه کرد.

بنابراین، راهبرد اصلی برای دستیابی به امنیت غذایی پایدار، افزایش بهره‌وری در استفاده از آب، زمین و نهاده‌های تولید است تا بتوان ضمن تأمین غذای کافی برای جمعیت آینده، از گسترش ناپایدار اراضی کشاورزی و تشدید تغییرات اقلیمی جلوگیری کرد.

باید توجه داشت که بر اساس ذینفعان یا بازیگران در حوزه آب (کشاورز، مدیر حوضه آبریز، محیط زیست، دولت، شهرداری یا بخش خصوصی) اهداف افزایش بهره‌وری متفاوت خواهد بود. بنابراین اقدامات متفاوتی نیز بسته به اهداف متفاوت می‌تواند انجام شود، که

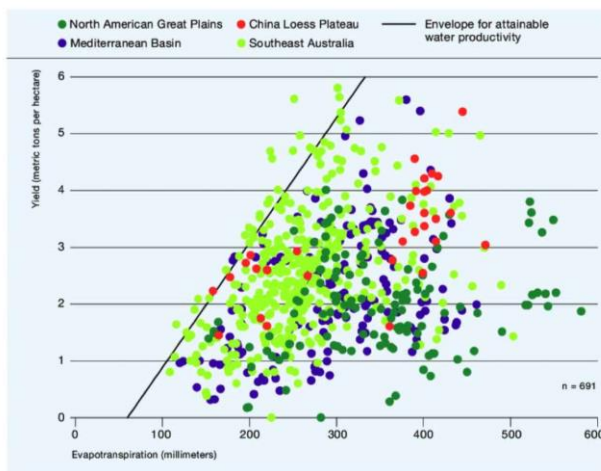
به‌ستگی به اهدافی مانند افزایش محصول، افزایش درآمد، کاهش میزان آب مصرفی برای دسترس پایین دست و یا برای محیط زیست دارد.

در دیدگاه مرسوم، هدررفت آب در سامانه‌های آبیاری معمولاً به معنای از دست رفتن بخشی از آب برداشت‌شده از منبع تلقی می‌شود؛ به‌گونه‌ای که هر مقدار آبی که به گیاه نرسد، به‌عنوان اتلاف محسوب می‌شود. بر همین اساس، ارتقای راندمان آبیاری اغلب با هدف کاهش هدررفت ظاهری و در نتیجه، برداشت کمتر از منبع آب دنبال می‌شود. با این حال، پژوهش‌های جدید نشان داده‌اند که صرفه‌جویی ظاهری لزوماً به معنای صرفه‌جویی واقعی در مصرف آب نیست. زیرا بخشی از آب به ظاهر هدررفته (مانند رواناب یا نفوذ عمقی) ممکن است در مقیاس حوضه آبریز دوباره به چرخه بازگردد و در مصارف پایین دست مورد استفاده قرار گیرد. از این رو، تنها زمانی می‌توان از صرفه‌جویی واقعی سخن گفت که کاهش مصرف آب منجر به کاهش جریان‌های برگشتی غیرقابل بازیافت شود؛ یعنی کاهش تبخیر غیرمولد یا نفوذ عمقی به سفره‌های غیرقابل دسترس. صرفه‌جویی واقعی آب نیازمند گسترش میدان دید از سطح مزرعه به سطح حوضه است.

تفکرات گذشته که در آن بخش آب و کشاورزی و عملیات زراعی از هم جدا در نظر گرفته می‌شد، منجر به ایجاد تصورات غلط درباره آبیاری و هدررفت آب گردید. ادغام این دو می‌تواند منجر به صرفه‌جویی واقعی آب شود. در این چارچوب، راندمان آبیاری دیگر صرفاً معیاری فنی برای عملکرد یک مزرعه نیست، بلکه شاخصی از تعامل میان کارایی محلی، توازن آبی در مقیاس حوضه، و پیامدهای زیست‌محیطی و اقتصادی تصمیمات مدیریتی است. بنابراین، سیاست‌های افزایش بهره‌وری آب در کشاورزی باید فراتر از مزرعه اندیشیده شوند و اثرات تجمعی مداخلات در کل نظام منابع آب را در نظر گیرند.

جنبه دیگر مهم صرفه‌جویی واقعی آب، رابطه بین تبخیر و تعرق گیاه و عملکرد است. رابطه میان عملکرد و تبخیر و تعرق با فرض ثبات سایر شرایط، یک رابطه خطی است. افزایش کاربرد آب موجب افزایش تولید محصول می‌شود، اما لزوماً مقدار بهره‌وری را افزایش نمی‌دهد. افزایش واقعی بهره‌وری آب، که مبنای صرفه‌جویی واقعی در آب است، معمولاً زمانی رخ می‌دهد که اصلاحاتی در سایر جنبه‌های مدیریتی مزرعه انجام شود؛ یعنی توجه به پیوند میان مدیریت آب و مدیریت زراعی، جایی که می‌توان با همان میزان تعرق، عملکرد بالاتری به دست آورد.

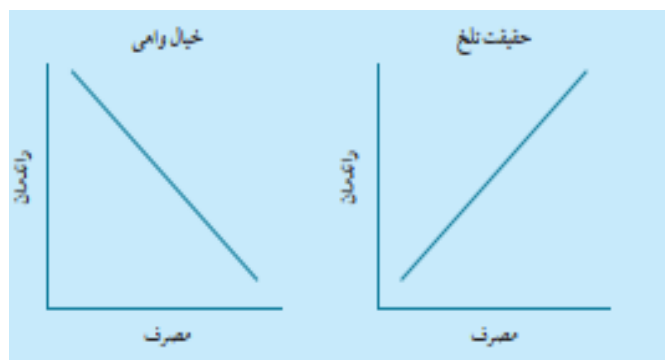
با این حال، رابطه بین تبخیر و تعرق گیاه و عملکرد در عمل همیشه خطی نیست، زیرا عوامل اقلیمی، اقتصادی-اجتماعی و مدیریتی در مزارع بسیار متفاوت‌اند. شکل ۱ نشان می‌دهد که در یک مقدار ثابت از تعرق، عملکرد محصول می‌تواند تا پنج برابر متفاوت باشد. این مسئله بیانگر آن است که افزایش بهره‌وری و صرفه‌جویی واقعی در آب، نه تنها به بهبود فناوری‌های آبیاری، بلکه به بهینه‌سازی کل نظام زراعی وابسته است.



Source: Giordano et al. (2017)

شکل ۱- تغییرات بهره‌وری آب گندم در مناطق مختلف (kg/ha/ET)

با توجه به اینکه افزایش بهره‌وری آب، افزایش تقاضای آب را نیز به همراه دارد (اثر بازگشتی)، بنابراین همراه با بکارگیری اقدامات بهره‌وری، باید مقدار تخصیص آب نیز کاهش یابد (شکل ۲). صرفه‌جویی آب اقدامی است که منجر به افزایش تدریجی آب در دسترس برای سایر استفاده‌های مفید از جمله خدمات زیست‌محیطی و به تعادل رساندن سفره‌های آب زیرزمینی می‌شود، ولی فقط به این موارد محدود نیست.



شکل ۲- اثر بازگشتی

در بحث مدیریت در مقیاس مزرعه با بکارگیری راهکارهایی مانند انتخاب محصول و تقویم کشت مناسب، مدیریت عملیات زراعی و نهاده‌های مصرفی، استفاده از فناوری‌های نوین آبیاری و کشت، و مدیریت آبیاری در مزرعه می‌توان محصول بیشتری در ازای آب مصرفی تولید کرد. همچنین امکان افزایش سهم آب کاربردی مفید توسط گیاهان از طریق کاهش تبخیر از سطح مزارع (آبیاری قطره‌ای زیرسطحی، مالچ‌پاشی، تغییر تقویم کشت و...) و محدود کردن تبخیر از زمین‌های بایر به کمک کشاورزی حفاظت‌شده (تسطیح سطح زمین، خاکورزی صفر و...) وجود دارد.

در زمینه مدیریت در سطح حوضه و در مقیاس ملی لزوم توجه به سیاست‌های بخش آب، مقابله با خشکسالی و سیل، مدیریت تغذیه‌ای آبخوان، ارزیابی گزینه‌های سازگاری برای حصول اطمینان از امنیت تأمین آبیاری مطرح می‌باشد. تغییرات در سیاست‌های آبی و کشاورزی نباید تنها بر یک جنبه متمرکز شود. برای مقابله مؤثر با کمابسی آب، لازم است هر دو بعد مدیریت عرضه و مدیریت

تقاضا به صورت همزمان مورد توجه قرار گیرند. در حوزه مدیریت عرضه، اقداماتی مانند افزایش ذخایر، توسعه منابع آب زیرزمینی، بازیافت و استفاده مجدد از آب، کنترل آلودگی، انتقال بین حوضه‌ای، نمک‌زدایی، و کاهش تلفات آب مطرح هستند. در مقابل، در حوزه تقاضا، سیاست‌هایی چون ارتقای بهره‌وری آب محصولات، محدود کردن سطح زیرکشت آبی و بازتخصیص منابع آبی مورد تأکید هستند. بازتخصیص آب از مصارف با ارزش اقتصادی کمتر به مصارف با ارزش اقتصادی بیشتر، چه درون یک بخش و چه بین بخش‌ها، باید با توجه به اثرات احتمالی آن بر میزان و دسترسی آب در پایین دست انجام شود. این سیاست‌ها هرچند ممکن است در سطوح محلی یا بخشی اجرا شوند، اما طراحی و ارزیابی اثربخشی آن‌ها باید در مقیاس حوضه آبریز انجام گیرد، جایی که کل چرخه آب و رقابت بین بخش‌ها قابل مدیریت است.

در بحث مدیریت در مقیاس سیستم‌های آبیاری توجه به برنامه و زمان‌بندی آبیاری، عملکرد سیستم‌های آبیاری، تقویم و الگوی کشت متناسب با شرایط اقلیمی، استفاده همزمان از آب‌های سطحی و زیرزمینی و اجرای سیاست‌هایی که استفاده بهینه از آب را تضمین می‌کنند، ضروری است. هیچ پاسخ ساده‌ای برای این سؤال وجود ندارد که کدام روش آبیاری بهتر است. فناوری آبیاری یک انتخاب در مقیاس مزرعه‌ای است و باید دیدگاه کشاورز در درک گزینه‌ها و تأثیرات آن مد نظر قرار گیرد. تصمیم کشاورز معمولاً تحت تأثیر عوامل متعددی قرار دارد، از جمله تمایل به افزایش درآمد، کاهش ریسک و تضمین امنیت غذایی، راحتی و سهولت اجرای آبیاری، کاهش هزینه‌ها و همچنین انگیزه‌های غیرمرتبط مستقیم با آب، مانند صرفه‌جویی در نیروی کار، کشت محصولات با ارزش اقتصادی بالاتر، کاهش عدم قطعیت، دسترسی به اعتبار، توصیه‌های ترویجی، پشتیبانی فنی و تسطیح اراضی. بنابراین، انتخاب روش آبیاری تنها براساس معیار بهره‌وری آب تعیین نمی‌شود و مجموعه‌ای از عوامل اقتصادی، عملیاتی و اجتماعی در تصمیم‌گیری کشاورز نقش دارند.

در جدول (۱) اقدامات با بیشترین و کمترین تأثیر بر کاهش آب مصرفی و افزایش بهره‌وری آب بخش کشاورزی ارائه شده است.

جدول ۱- مروری بر پنج اقدام با بیشترین و کمترین تأثیر در کاهش آب آبیاری، کاهش تبخیر و تعرق، افزایش عملکرد و افزایش بهره‌وری

بهره‌وری بالاتر (WP-ET)	عملکرد بیشتر	تبخیر و تعرق کمتر	کاربرد کمتر آب	
• کودها • رقم: دوره کوتاه • رقم: پربازده • مالچ پاشی • آبیاری قطره‌ای	• کودها • آبیاری زیرسطحی • تاریخ کاشت • آبیاری قطره‌ای • آبیاری لوله‌ای (pipes)	• کم آبیاری تنظیم شده • تاریخ کاشت • تناوب کشت • رقم: دوره کوتاه • آبیاری زیرسطحی	• آبیاری قطره‌ای • کم آبیاری تنظیم شده • آبیاری تناوبی • آبیاری لوله‌ای (pipes) • آبیاری بارانی	پنج اقدام با بیشترین تأثیر
۶۲٪ تا ۱۱٪	۸۴٪ تا ۲۰٪	۲۷٪ تا ۱۰٪	۴۶٪ تا ۲۷٪	
• کم آبیاری تنظیم شده • آبیاری تناوبی • آبیاری موجی • آبیاری شیاری/نواری • تناوب کشت	• کم آبیاری تنظیم شده • تناوب کشت • رقم: دوره کوتاه • آبیاری شیاری/نواری • آبیاری تناوبی	• آبیاری قطره‌ای • کشت بدون شخم • آبیاری لوله‌ای (pipes) • رقم: پربازده • آبیاری تناوبی	• تناوب کشت • رقم: پربازده • تاریخ کاشت • کشت بدون شخم • آبیاری شیاری/نواری	پنج اقدام با کمترین تأثیر
۱۳٪ تا ۱٪	۲۳٪ تا ۱٪	۹٪ تا ۰٪	۸٪ تا ۱۵٪	

سخن پایانی

با وجود پیشرفت‌های انجام‌شده، بهره‌وری آب در تولید محصولات کشاورزی در ایران هنوز کمتر از میانگین جهانی است. با توجه به محدودیت منابع آب و اراضی و تأثیرات تغییر اقلیم، بهبود بهره‌وری آب در آینده ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است. این بهبود نیازمند اجرای اقدامات هماهنگ در مقیاس‌های مختلف، از سطح مزرعه تا حوضه آبریز، و در سطوح مختلف مدیریت زراعی و سیاست‌گذاری کلان است. بسیاری از اقدامات صورت‌گرفته در زمینه مدیریت آب و آبیاری، عمدتاً به‌عنوان فناوری‌های صرفه‌جویی در مصرف آب معرفی شده‌اند؛ با این حال، رویکرد ردیابی آب نشان می‌دهد که ظرفیت واقعی برای کاهش مصرف آب محدود است. دستیابی به صرفه‌جویی واقعی تنها از طریق تلفیق مداخلات زراعی، مدیریت زمین و خاک، و اصلاح الگوهای مدیریتی ممکن خواهد بود. در نهایت، تحقق این هدف نیازمند هماهنگی و همکاری مؤثر میان نهادهای دولتی، بخش خصوصی و ذی‌نفعان مختلف بخش آب و کشاورزی است.