Food and Agriculture Organization of the United Nations

AERI
موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

مرکز ملی مطالعات راهبردی کشاورزی و آب

راهنمای درک صرفه‌جویی واقعی در مصرف آب از طریق اقدامات مؤثر در ارتقای بهره‌وری محصول

مترجمان:

هدی کهریزی، حسین دهقانی سانیچ، راحله ملکیان

بسم الله الرحمن الرحيم

راهنمای درک صرفه‌جویی واقعی در مصرف آب از طریق اقدامات مؤثر در ارتقای بهره‌وری محصول

Guidance on realizing real water saving with crop productivity interventions

Published by arrangement with the
Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)
by the
Agricultural Engineering Research Institute (AERI)

منتشر شده با تنظیمات سازمان غذا و کشاورزی ملل متحد (FAO)
توسط مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی – جمهوری اسلامی ایران

سرشناسه: اوپستال، جونا وان Opstal, Jonna van
عنوان و نام پدیدآور: راهنمای درک صرفه‌جویی واقعی در مصرف آب از طریق اقدامات مؤثر در ارتقای بهره‌وری محصول/ مولفان جونا ون اوپستال، پیتر دروگرز، الکساندر کاوون؛ با همکاری پاسکوآله استودیوتو، کریس پیری؛ منتشر شده با تنظیمات سازمان غذا و کشاورزی ملل متحد (FAO)؛ [برای] مرکز ملی مطالعات راهبردی کشاورزی و آب؛ مترجمان هدی کهریزی، حسین دهقانی‌سانیج، راحله ملکیان؛ ویراستاران محمدمهدی فارسی، مجتبی شفیعی؛ پیشگفتار حسین دهقانی‌سانیج؛ ناظر علمی عباس کشاورز.
مشخصات نشر: کرج: سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی،موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، ۱۴۰۱.
مشخصات ظاهری: ۱۰۰ ص.: مصور، جدول(بخشی رنگی).
شابک: ۹۰۰۰۰۰ ریال ۲-۱-۹۲۹۴۵-۶۲۲-۹۷۸
وضعیت فهرست‌نویسی: فیپا
یادداشت: عنوان اصلی:
Guidance on realizing real water saving with crop productivity interventions
موضوع: آب در کشاورزی -- مدیریت Water in agriculture -- Management
شناسه افزوده: دروخرس، پتر، ۱۹۶۱- م. کاوون، الکساندر، استدوتو، پاسکوئاله، پری، کریس
شناسه افزوده: کهریزی، هدی، ۱۳۶۸-، مترجم
شناسه افزوده: دهقانی سانیج، حسین، ۱۳۴۶ - ، مترجم
شناسه افزوده: ملکیان، راحله، ۱۳۶۰-
شناسه افزوده: فارسی علی‌آبادی، محمد مهدی، ۱۳۶۶ -، ویراستار
شناسه افزوده: شفیعی، مجتبی، ۱۳۶۳-
شناسه افزوده: کشاورز، عباس، ۱۳۲۵-
شناسه افزوده: سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد
شناسه افزوده: مرکز ملی مطالعات راهبردی کشاورزی و آب
شناسه افزوده: موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی
رده‌بندی کنگره: S۴۹۴/۵
رده‌بندی دیویی: ۶۳۱/۷
شماره کتاب‌شناسی ملی: ۹۰۵۶۰۲۴

AERI
موسسه تحقیقات
فنی و مهندسی کشاورزی

مرکز ملی مطالعات راهبردی کشاورزی و آب

عنوان: راهنمای درک صرفه‌جویی واقعی در مصرف آب از طریق اقدامات مؤثر در ارتقای بهره‌وری محصول
کاری از: مرکز ملی مطالعات راهبردی کشاورزی و آب
مترجمان: هدی کهریزی، حسین دهقانی سانیج، راحله ملکیان
ویراستاران: محمد مهدی فارسی، مجتبی شفیعی
ناظر علمی: عباس کشاورز
پیشگفتار: حسین دهقانی سانیج
پیشگفتار: غلامحسین شافعی
مقدمه: عباس کشاورز
نوبت چاپ: اول، زمستان ۱۴۰۱
شمارگان: ۵۰۰
قیمت: ۹۰۰۰۰۰ ریال
نشانی: کرج - بلوار شهید فهمیده، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

شماره تماس و تارنما: ۳۲۷۰۶۱۰۱ - ۰۲۶ - www.aeri.ir

این اثر به شماره ۳۱۴۰۱۵۰ مورخ ۱۴۰۱/۱۰/۱۴ مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع‌رسانی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی به ثبت رسیده است.

بیانیه سلب مسئولیت

این اثر در اصل توسط سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (فائو) به زبان انگلیسی و با عنوان "Guidance on realizing real water savings with crop water productivity interventions" منتشر شده است. ترجمه فارسی توسط اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی ایران- مرکز ملی مطالعات راهبردی کشاورزی و آب و مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی تهیه شده است. در صورت اختلاف، زبان اصلی حاکم خواهد بود.

عناوین به کار رفته و داده‌های ارائه شده در این مقاله اطلاعاتی، به هیچ وجه 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 تأیید 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 الزاماً دیدگاه‌ها و سیاست‌های فائو را منعکس نمی‌کند.

"© اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی ایران---مرکز ملی مطالعات راهبردی کشاورزی و آب اتاق ایران (AWNRC)، ۲۰۲۲ (ترجمه فارسی)"
"© مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی (AERI)، ۲۰۲۲ (ترجمه فارسی)"
"© فائو (FAO)، ۲۰۲۲ (نسخه انگلیسی)"

فهرست

پیشگفتار ۱۱

پیشگفتار ۱۳

مقدمه ۱۵

خلاصه‌ی اجرایی ۱۷

۱. مقدمه ۱۹

۱,۱. هدف ۱۹

۲,۱. مخاطبان ۱۹

۳,۱. ارتباط ۲۰

۲. پیشینه و مفاهیم صرفه‌جویی واقعی آب ۲۲

۳. گزینه‌های مدیریت آب و محصول در کشاورزی آبی ۳۲

۱,۳. مقدمه ۳۲

۲,۳. چهارچوب اقدامات ۴۲

۴. فهرست اقدامات مؤثر در ارتقای بهره‌وری ۴۵

۱,۴. ساختار پایگاه داده‌های اقدامات ۴۲

۲,۴. خلاصه‌ای از یافته‌های فهرست اقدامات ۴۶

۳,۴. اثرگذارترین و کم‌اثرترین اقدامات ۴۷

۵. اقدامات ۵۲

نتیجه‌گیری ۸۵

منابع ۸۷

پیوست ۱. فهرست منابع موجود ۸۹

پیوست ۲. خلاصه نتایج موجود ۹۶

جدول‌ها

جدول ۱. گزینه‌های پاسخ‌دهی بخش‌های مختلف سیاست‌گذاری نسبت به کمیابی آب ۳۵
جدول ۲. بررسی اجمالی فناوری‌های صرفه‌جویی آب (WCTs) ۴۰
جدول ۳. طبقه‌بندی اقدامات مورد توجه در این سند راهنما ۴۴
جدول ۴. خلاصه‌ای از تعداد گزارش‌های منتشرشده از تأثیر اقدامات مختلف در مزرعه بر افزایش یا کاهش آبیاری، تبخیر و تعرق، عملکرد محصول و بهره‌وری آب ۴۹
جدول ۵. مروری بر پنج اقدام با بیشترین تأثیر و پنج اقدام با کمترین تأثیر بر کاهش آب آبیاری یا آب کاربردی، کاهش تبخیر و تعرق، افزایش عملکرد محصول یا بهره‌وری آب در زمینه‌های: مدیریت آب، مدیریت خاک یا زمین و مدیریت زراعی ۵۰
جدول ۶. خلاصه تغییرات متوسط گزارش‌شده (درصد) از تأثیر اقدامات مختلف بر آبیاری، تبخیر و تعرق، عملکرد محصول، بهره‌وری آب و بهره‌وری آبیاری ۹۷

شکل‌ها

شکل ۱. دیدگاه‌های مرسوم در قرن گذشته در مورد هدر رفت آب. هدر رفت آب در کانال‌های آبیاری (سمت چپ) و هدر رفت آب در مزرعه (سمت راست) از طریق نفوذ به آب‌های زیرزمینی یا رواناب ۲۳
شکل ۲. تغییر در بهره‌وری آب در تولید گندم (kg/ha/ET) در مناطق مختلف ۲۶
شکل ۳. چهارچوب حسابداری آب در کشاورزی آبی ۲۹
شکل ۴. سیستم حسابداری آب ساده شده معروف به "ردیابی آب" ۳۱

کادرها

کادر ۱. واژه‌شناسی "ردیابی آب" ۲۳
کادر ۲. آیا افزایش بهره‌وری آب موجب صرفه‌جویی در مصرف آن می‌شود؟ ۲۷
کادر ۳. از صرفه‌جویی‌های گزارش شده تا پیاده‌سازی عملی آن ۵۱

تقدیر و تشکر

این گزارش توسط جونا ون اپستال[1]، پیت دروگرز[2] و الکساندر کاونه[3] از فیوچرواتر[4] با همکاری پاسکواله استدوتو[5] وکریس پری[6] مشاوران مستقل فیوچرواتر تهیه شده است.

نویسندگان همچنین از مشارکت لوئیز وایتینگ[7]، کارشناس در زمین و آب فائو[8] و هیو تورال[9] مشاور در فائو قدردانی می‌کنند، که اطلاعات باارزش آنها در تهیه این گزارش به کار رفته است. ویرایش انگلیسی و تصحیح را روث ریموند[10] و طراحی گرافیکی و چاپ را جیم مورگان[11] به‌عهده داشته‌اند.

تأمین مالی تهیه‌ی این گزارش بر عهده دفتر منطقه‌ای آسیا و اقیانوسیه فائو[12]، به‌عنوان بخشی از برنامه‌ی منطقه‌ای کمیابی آب[13]، بوده است.

1 Jonna van Opstal
2 Pete Droogers
3 Alexander Kaune
4 FutureWater
5 Pasquale Steduto
6 Chris Perry
7 Louise Whiting
8 FAO Land and Water
9 Hugh Turral
10 Ruth Raymond
11 Jim Morgan
12 FAO Regional office for Asia and the Pacific
13 Regional Water Scarcity Program

پیشگفتار

در شرایط محدودیت منابع آبی و تغییر اقلیم حاکم بر شرایط کشور، توسعه رویکرد افزایش بهره‌وری آب در بخش کشاورزی به عنوان مصرف‌کننده منابع آبی کشور، برای مراقبت از پایداری و اقتدار تولید و کاهش مصرف آب و با درگیرکردن بخش‌ها و تخصص‌های مختلف و اثرگذار ضروری است. کاهش مصرف آب در فرآیند ارتقای بهره‌وری زمانی اتفاق می افتد که بتوانیم با مداخلات نرم‌افزاری و سخت‌افزاری در مقیاس مزرعه و یا در نظر گرفتن اثرات آن در حوضه آبریز، تلفات غیرمفید ومصرف مفید آب را کاهش دهیم و همزمان اقتصاد کشاورز را حفظ و یا افزایش دهیم.

در بخش کشاورزی برای به تصویرکشیدن صرفه‌جویی واقعی تلاش های زیادی توسط مؤسسات پژوهشی و دانشگاهی داخلی و بین‌المللی ارائه شده است، لیکن رویکردهای اجرایی و توسعه‌ای جاری حکایت از آن دارد که توجه به صرفه‌جویی ظاهری در بخش‌های مختلف مصرف‌کننده آب باعث شده است که اقدام‌های انجام‌شده برای کاهش مصرف آب اثرات مثبتی بر منابع آبی نداشته باشد. لذا در ادامه مسیر نیاز داریم تا مفهوم صرفه‌جویی واقعی بطور دقیق و روشن معرفی و تذکر داده شود. در این راستا راهنمای "درک صرفه‌جویی واقعی در مصرف آب از طریق اقدامات مؤثر در ارتقای بهره‌وری محصول" منتشر شده توسط سازمان خواربار جهانی (فائو) برای نشان‌دادن صرفه‌جویی واقعی آب در بخش کشاورزی از طریق انتخاب اقدامات مناسب

برای افزایش بهره‌وری آب ارائه شده است، تا بتواند در سطح بین‌المللی مداخلاتی که منجر به صرفه‌جویی واقعی آب در بخش کشاورزی می‌شود را معرفی و توسعه نماید. امید است نشر این راهنما به فارسی که بصورت مشترک توسط مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی و مرکز مطالعات کشاورزی و آب اتاق ایران ممکن گردیده است، در ترویج مفهوم درست صرفه‌جویی واقعی آب در بخش کشاورزی مؤثر واقع شود.

لازم می‌دانم از زحمات و خدمات خانم دکتر راحله ملکیان در همراهی برای ترجمه و همچنین ویراستاران و سایر دست‌اندرکاران، قدردانی و تشکر نمایم.

حسین دهقانی سانیج
مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

پیشگفتار

استفاده بهینه از آب که به عنوان یکی از مهم‌ترین منابع مورد نیاز برای تداوم حیات، فعالیت اقتصادی و محیط زیست می‌باشد، به ویژه در مناطقی که با کمبود آب مواجه می‌باشند، همواره مورد توجه بوده است. در دهه‌های اخیر تأمین پایدار آب برای جمعیت رو به افزایش جهان تبدیل به یکی از دغدغه‌های اصلی جوامع گردیده است. از این رو صرفه‌جویی واقعی و جلوگیری حداکثری از هدر رفت آب در تمامی فعالیت‌های تولیدی به ویژه در بخش کشاورزی که به طور ماهوی فعالیت تولیدی آب‌بر بوده به عنوان راهکاری برای تأمین بخشی از تقاضا برای محیط زیست و ایجاد تعادل عرضه و تقاضا مورد توجه قرار گرفته است.

در ایران نیز در سده‌های گذشته وجود محدودیت و دشواری‌های دسترسی به منابع آب موجب ایجاد مجموعه‌ای از راهکارهای خلاقانه برای بهره‌برداری بهینه در مصرف آب شده بود. با افزایش رشد جمعیت و به واسطه آن افزایش تقاضا برای آب بیشتر در کنار ورود تکنولوژی‌های مدرن در دهه‌های اخیر، بسیاری از روش‌هایی سنتی که در طول سالیان متمادی به منظور انتقال و مصرف آب تکامل یافته بودند، کمرنگ شدند. استفاده از این فناوری‌ها، امکان توسعه و استفاده بیشتر از آب با اهداف اقتصادی نظیر افزایش سطح زیر کشت را به قیمت بهره‌برداری ناکارآمد و ناپایدار از منابع آب فراهم آورد و موجب بی‌توجهی و نادیده‌گرفتن ابعاد زیست‌محیطی آب گردید به نحوی‌که

در طـول نیـم قـرن منابـع آب کشـور را بـه سـمت وضعیـت بحرانـی کنونـی سـوق داده شـد. در حـال حاضـر شـرایط منابـع آب در کشـور بـه حـدی بحرانـی و ناپایـدار اسـت کـه تـداوم وضـع موجـود و عـدم توجـه بـه افزایـش بهـره‌وری آب در تمامـی بخش‌هـای اقتصـادی، می‌توانـد عـوارض جبران‌ناپذیـری را بـرای پایـداری کشـور در پـی داشـته باشـد.

آگاهـی از راهکارهایـی کـه امـکان بهره‌بـرداری پایـدار را بـه دنبـال دارد، می‌توانـد نقـش پررنگـی در ارتقـای دانـش متخصصـان و فعـالان حـوزه آب داشـته باشـد. در همیـن راسـتا اتـاق بازرگانـی، صنایـع، معـادن و کشـاورزی ایـران کتـاب "راهنمـای درک صرفه‌جویـی واقعـی در مصـرف آب از طریـق اقدامـات مؤثـر در ارتقـای بهـره‌وری محصـول" کـه توسـط سـازمان خواربـار و کشـاورزی ملـل متحـد (فائـو) تهیـه شـده اسـت را بـه همـت مرکـز ملـی مطالعـات راهبـردی کشـاورزی و آب ترجمـه کـرده اسـت. کتـاب حاضـر می‌توانـد در آگاهی‌رسـانی بـرای بـه کارگیـری هـر یـک از راهکارهایـی کـه بـه منظـور افزایـش صرفه‌جویـی واقعـی و پایـداری آب مـورد اسـتفاده قـرار می‌گیرنـد، مؤثـر باشـد.

مطالعـه ایـن کتـاب را بـه سیاسـت‌گذاران، متخصصـان، اسـاتید، دانشـجویان، کشـاورزان و سـایر ذی‌نفعـان بخش‌هـای کشـاورزی و آب توصیـه می‌نمایـم.

غلامحسین شافعی

رئیس اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی ایران

مقدمه

کمیابی آب و فشار تقاضاهای مختلف بر آن، نه تنها در ایران، بلکه در بسیاری ازکشورهای دنیا در حال گسترش است و به این ترتیب بسیاری از جوامع، کمبود زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی آب را تجربه می‌کنند. در حال حاضر حدود پنجاه درصد از مردم و حدود هفتاد و پنج درصد از کل زمین‌های کشت آبی در خطر کمبود آب قرار دارند و به همین دلیل، اجلاس جهانی اقتصاد، بحران آب را از ده خطر برتر اقتصاد جهانی برشمرده است.

همانند بسیاری از نظام‌های مدیریت آب در دنیا، در ایران نیز تقاضای دستیابی به منابع آب بیشتر، به چالش ملی تبدیل شده است و با محدودشدن شدید ظرفیت‌های عرضه آب و به دلیل اینکه: (۱) آب بیشتری برای استفاده در دسترس وجود ندارد (۲) وقوع پدیده تغییر اقلیم، خطر کاهش منابع آب تجدیدپذیر را به همراه دارد (۳) هزینه تأمین آب از طریق راهکارهایی همچون تکیه بر شیرین‌سازی آب دریا و یا استفاده مجدد از پساب بالاست، نیاز فوری به مدیریت تقاضا بشدت کشور را تحت فشار قرار داده است.

از آنجایی‌که متوسط سهم جهانی کشاورزی آبی، حدود ۷۰ درصد آب می‌باشد، بیشترین فرصت‌ها در کاهش مصرف آب در بخش کشاورزی وجود دارد. صرفه‌جویی آب در بخش کشاورزی، لزوماً به معنای کاهش تولیدات کشاورزی و کاهش درآمد در این بخش نیست. بکارگیری تکنولوژی‌های کم‌آب‌بر که باعث کاهش مصرف آب بدون کاهش در تولید محصول می‌شود،

می‌توانـد منجـر بـه صرفه‌جویـی آب در ایـن بخـش و تخصیـص آب ذخیـره شـده بـه محیـط زیسـت گـردد.

بـا تشـدید بحرانی‌شـدن شـرایط آب در ایـران، بکارگیـری راهکارهـای صرفه‌جویـی آب و بازتخصیـص آن بـه محیـط زیسـت بایـد مـورد توجـه خـاص قـرار گیـرد. در کتـاب حاضرکـه توسـط سـازمان خواربـار و کشـاورزی ملـل متحـد (فائـو) بـا همـکاری متخصصـان فیوچرواتـر[1] تدویـن شـده، ضمـن ایجـاد تمایـز بیـن صرفه‌جویـی ظاهـری و واقعـی آب در کشـاورزی و بـا توجـه بـه مقیاس‌هـای مزرعـه و حوضـه آبریـز، اقدامـات مؤثـر در صرفه‌جویـی آب در سـه دسـته‌بندی مدیریـت آب، مدیریـت خـاک و مدیریـت زراعـی معرفـی شـده اسـت.

مرکـز ملـی مطالعـات راهبـردی کشـاورزی و آب اتـاق ایـران، در راسـتای رسـالت بررسـی و ارائـه راه‌حل‌هـای مدیریـت بحـران آب، اقـدام بـه ترجمـه و انتشـار یکـی از اسـناد فنـی کـه در جامعـه جهانـی بـا اقبـال مواجـه شـده، نمـوده اسـت.

مطالعـه ایـن کتـاب می‌توانـد راهنمایـی بـرای سیاسـتگذاران، برنامه‌ریـزان، پژوهشـگران، کارشناسـان، ذی‌نفعـان و ذی‌مدخـلان بـرای مدیریـت آب و دسـتیابی بـه صرفه‌جویـی واقعـی آب باشـد.

لازم می‌دانـم از زحمـات و خدمـات ارزشـمند مترجمـان و ویراسـتاران در ترجمـه و ویرایـش ایـن کتـاب و همچنیـن سـایر دسـت‌اندرکاران، قدردانـی و تشـکر نمایـم.

عباس کشاورز

معاون پژوهشی مرکز ملی مطالعات راهبردی کشاورزی و آب اتاق ایران

1. FutureWater

خلاصه اجرایی

سند فنی حاضر شامل رهنمودهای روشن وکاربردی در مورد چگونگی صرفه‌جویی "واقعی" آب در کشاورزی از طریق اقداماتی است که منجر به افزایش بهره‌وری آب محصول می‌شود. میان صرفه‌جویی واقعی و "ظاهری" آب تفاوت وجود دارد. صرفه‌جویی ظاهری به معنای کاهش برداشت آب است اما منجر به تغییر در مصرف آب نمی‌شود. صرفه‌جویی واقعی به معنای کاهش مصرف و کاهش جریان‌های برگشتی غیرقابل بازیافت (رواناب و نفوذ عمقی) است. این سند راهنما تفاوت میان صرفه‌جویی آب در مقیاس مزرعه و حوضه را بیان می‌کند که بر خلاف تصور عمومی به‌معنای افزایش آب در دسترس برای دیگر مصرف‌کنندگان نیست.

در چهارچوب کلی، اقدامات مؤثر در صرفه‌جویی مصرف آب به سه دسته تقسیم‌بندی می‌شوند: مدیریت آب، مدیریت خاک و زمین و مدیریت زراعی. مطالعات منتشر شده، اطلاعات مربوط به تأثیر اقدامات را در قالب تغییرات در آب آبیاری کاربردی، آب مصرفی (یعنی تبخیر و تعرق)، عملکرد محصول و بهره‌وری آب ارائه می‌دهند. بهترین اقدامات برای دستیابی به بالاترین بهره‌وری آب، بیشتر مربوط به مدیریت زراعی است. کاهش آب مصرفی (تبخیر و تعرق) با استفاده از روش‌های منتخب مدیریت آب و مدیریت زراعی به دست می‌آید.

درک صرفه‌جویی واقعی آب مفهومی وابسته به شرایط است. این سند راهنما اطلاعاتی درباره‌ی تغییرات مورد انتظار از کاربرد اقدامات مختلف در مقیاس مزرعه‌ای ارائه می‌دهد. بررسی تأثیرات در مقیاس بزرگ‌تر نیازمند تجزیه و تحلیل در سطح منطقه یا حوضه است. مفهوم "ردیابی آب" اصطلاحات حسابداری آب را به منظور ایجاد ارتباط بین انواع مختلف جریان‌های آب در یک سیستم معرفی می‌کند. برای مثال، "آب صرفه‌جویی شده" مقدار آبی

است که در نتیجه کاهش مصرف و/یا کاهش جریان‌های برگشتی غیرقابل بازیافت صرفه‌جویی شده است و می‌تواند برای استفاده‌های دیگر مصارف در دسترس باشد. استفاده از مطالب این سند، راهنمایی برای تصمیم‌گیران و مدیران به منظور مدیریت مصرف آب و استفاده صحیح از اقدامات پایدار برای دستیابی به صرفه‌جویی واقعی در مصرف آب خواهد بود.

پیرو مفاهیم و رهنمودهای موجود در این سند، تصمیم‌گیرندگان می‌توانند با معرفی اقدامات پایدار برای دستیابی به صرفه‌جویی واقعی آب، مدیریت سیستم‌های آبی خود را بهبود بخشند.

۱ مقدمه

۱,۱ هدف

هدف از این گزارش، تهیه‌ی یک راهنمای کاربردی بمنظور صرفه‌جویی واقعی آب در بخش کشاورزی از طریق انتخاب اقدامات مناسب برای افزایش بهره‌وری آب است. میان صرفه‌جویی واقعی و ظاهری آب تفاوت وجود دارد. صرفه‌جویی ظاهری به معنای کاهش برداشت آب است، اما تغییرات مصرف آب را مد نظر قرار نمی‌دهد. به عبارت دیگر این مفهوم معمولاً در تعریف آب صرفه‌جویی‌شده از طریق اقدامات به کار گرفته می‌شود. صرفه‌جویی واقعی کاهش مصرف آب و جریان‌های برگشتی غیرقابل بازیافت (رواناب و نفوذ عمقی) را در نظر می‌گیرد.

این گزارش تفاوت میان صرفه‌جویی آب در مقیاس مزرعه و حوضه را بیان می‌کند که به‌طور کلی به معنای افزایش آب در دسترس سایر مصرف‌کنندگان نیست. این گزارش همچنین گزینه‌های مختلف صرفه‌جویی در مصرف آب را ارائه می‌کند که موجب افزایش تولیدات کشاورزی بدون افزایش مصرف آب می‌شود. پیشینه موضوع و مفاهیم در فصل ۲ و اقدامات مربوط به مدیریت آب و محصول و همچنین چهارچوب کلی اقدامات در فصل ۳ توضیح داده شده است. فصل ۴

خلاصه‌ای از اطلاعات مرجع موجود در زمینه‌ی تأثیر اقدامات مؤثر در صرفه‌جویی آب را بر مصرف آب و تولید محصول بیان می‌کند. فصل ۵ توضیحات مفصل‌تری در ارتباط با اقدامات مختلف صرفه‌جویی آب را ارائه می‌دهد.

۲,۱. مخاطبان

مخاطبان سند حاضر، افراد مختلفی از جمله مسئولان بخش ترویج، مدیران بخش آب، متخصصان آبیاری که طراحی و مدیریت سیستم‌های آبیاری را بر عهده دارند و سیاست‌گذاران یا برنامه‌ریزان حوضه‌ی رودخانه که در مورد تخصیص منابع آب تصمیم‌گیری می‌کنند را شامل می‌شود.

۳,۱. ارتباط

افزایش استفاده آب منجر به کمیابی آب در بسیاری از کشورهای آسیایی شده است. این روند ادامه خواهد داشت زیرا انتظار می‌رود شکاف میان تقاضا و تأمین آب به دلیل رشد جمعیت و توسعه‌ی اقتصادی (Dinar *et al.*, ۲۰۱۹)، عوامل محیطی مانند فرسایش زمین (IPCC, ۲۰۱۹) و تغییرات اقلیم (Turral *et al.*, ۲۰۱۱) افزایش یابد. برای معکوس‌کردن این روند، عمده تلاش‌ها باید در کشاورزی آبی صورت گیرد که بزرگ‌ترین مصرف‌کننده منابع آب شیرین در بیشتر مناطق کم‌آب است. سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (فائو)، در یافتن راه‌حل مناسب در مدیریت کمیابی آب در بخش کشاورزی نقش اساسی ایفا می‌کند.

متأسفانه، غلبه بر بحران آب از طریق انجام اقدامات مختلف در کشاورزی کار ساده‌ای نیست و اغلب انتظارات غیرواقعی را به دنبال داشته است. در دهه‌های اخیر، غالباً مفاهیم نادرست و دیدگاه‌های بیش از حد ساده‌انگارانه (و اغلب اشتباه) در مدیریت آب کشاورزی مورد توجه قرار گرفته است. با این حال، توجه به این دیدگاه‌ها توسط تصمیم‌گیران بخش آبیاری به دلایل مختلف محدود شده است. برای مثال، تصمیم‌گیران به ندرت اطلاعات کافی بمنظور تصمیم‌گیری درباره‌ی موضوعات دارند. در دسترس‌بودن اطلاعات اندازه‌گیری

شـده در زمینـه‌ی صرفه‌جویـی واقعـی آب نیازمنـد داده‌بـرداری گسـترده اسـت. عمومـاً تمایـل بازیگـران اصلـی در ایـن بررسـی‌ها وابسـته بـه مقیـاس است، یعنـی کشـاورزان بـه مقیـاس مزرعـه و مدیـران حوضـه بـه مقیـاس حوضـه آبریـز توجـه دارنـد. ایـن امـر می‌توانـد یافتـن هـدف و زبـان مشـترک را دشـوار کنـد. مسـئله‌ی قابـل توجـه ایـن اسـت کـه بـر خـلاف انتظـار، مدرنیزه‌کـردن سیسـتم‌های آبیـاری در بسـیاری از مـوارد موجـب افزایـش مصـرف آب می‌شـود (Adamson and Loch, ۲۰۱۴; Pérez-Blanco *et al*., ۲۰۲۰; Perry and Steduto, ۲۰۱۷; Ward and Pulido-Velazquez, ۲۰۰۸). مفاهیمـی چـون بررسـی آبیـاری در بسـتر حوضـه آبریـز و حسـابداری آب نشـان می‌دهـد کـه در واقـع صرفه‌جویـی آب در مقیـاس حوضـه محـدود و مصـرف آب در حـال افزایـش اسـت (Giordano *et al*., ۲۰۱۷).

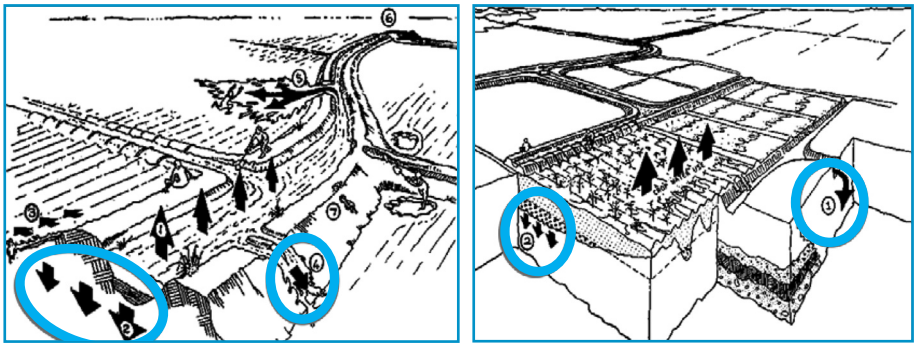
دفتـر منطقـه‌ای کمیابـی آب در دفتـر منطقـه‌ای آسـیا و اقیانوسـیه فائـو بـه دنبـال ایجـاد مجموعـه‌ای از ابزارهـا، اسـناد راهنمـا و فرایندهـای گفتگـوی سیاسـتی بمنظـور کمـک بـه کشـورها بـرای بهبـود بهـره‌وری آب در مواجهـه بـا کمیابـی آب و همچنیـن آماده‌سـازی بخـش کشـاورزی بـرای آینـده‌ای بـا بهـره وری بیشـتر و مصـرف آب کمتـر اسـت بـا مصـرف آب کمتـر اسـت. دسـتیابی بـه رویکـرد پیشـنهادی نیازمنـد ادغـام تجزیـه و تحلیـل داده‌هـا و مباحـث فنـی بـا سیاسـت‌ها و اصـلاح حکمرانـی و ظرفیت‌سـازی اسـت کـه عمومـاً کاری اسـت دشـوار و کمتـر مـورد توجـه مسـئولان قـرار می‌گیـرد.

۲

پیشینه و مفاهیم صرفه‌جویی واقعی آب

معمولاً تصور می‌شود که مقدار زیادی آب در حین آبیاری هدر می‌رود و صرفه‌جویی واقعی آب می‌تواند نیاز به امکانات لازم برای استخراج بیشتر آب را کاهش دهد (Molden *et al*., ۲۰۰۱). این تصور از یک دانش عمومی حاصل می‌شود که راندمان آبیاری در مزرعه ۵۰–۲۰ درصد است و ۸۰–۵۰ درصد آب برداشت شده به نحوی هدر می‌رود. نمونه‌های معمول این طرز تفکر در نشریات فائو طی ۳۰ سال گذشته منتشر شده است (شکل ۱).

شکل ۱. دیدگاه‌های مرسوم در قرن گذشته در مورد هدر رفت آب. هدر رفت آب در کانال‌های آبیاری (سمت چپ) و هدر رفت آب در مزرعه (سمت راست) از طریق نفوذ به آب‌های زیرزمینی یا رواناب (*FAO* ۱۹۸۹*a*, ۱۹۸۹*b*).



مبنـای ایـن تصـور غلـط از مفهـوم کلاسـیک "راندمـان آبیـاری" کـه در مهندسـی آبیـاری توسـعه پیـدا کـرده اسـت نشـأت می‌گیـرد. راندمـان آبیـاری عبـارت اسـت از نسـبت آب مصـرف شـده بـه آب کاربـردی یـا برداشـت شـده از منبـع، امـا اسـتفاده از ایـن مفهـوم در حوضه‌هـای آبریـز می‌توانـد منجـر بـه تصمیم‌هـای اشـتباه و در نتیجـه سیاسـت‌های عمومـی غلـط شـود (Keller and Keller, ۱۹۹۵). بـر اسـاس بررسـی نویسـندگان:

"مفهـوم کلاسـیک راندمـان آبیـاری، مقـدار جریان‌هـای برگشـتی و اسـتفاده‌ی مجـدد از آنهـا را در نظـر نمی‌گیـرد. بنابرایـن، به‌کارگیـری مفاهیـم راندمـان آبیـاری بـه تنهایـی مـا را بـه ایـن نتیجـه می‌رسـاند کـه فرصت‌هـای قابـل توجهـی بـرای افزایـش بهـره‌وری وجـود دارد. امـا در واقـع دامنـه‌ی بهبـود راندمـان آبیـاری در مقیـاس حوضه‌هـا یـا زیرحوضه‌هـا (و همچنیـن صرفه‌جویـی واقعـی آب) بـه دلیـل اسـتفاده‌ی مجـدد از جریان‌هـای برگشـتی در مکان‌هـای دیگـر محـدود اسـت. همچنیـن در بعضـی شـرایط بکارگیـری اسـتراتژی آبیـاری بیـش از حـد مـزارع و اجـازه‌دادن بـه تلفـات نشـت از کانال‌هـا کـه موجـب تغذیـه مجـدد سـفره‌های آب زیرزمینـی از طریـق جریان‌هـای برگشـتی می‌شـود، ممکـن اسـت بـه افزایـش راندمـان محلـی (راندمـان کاربـرد یـا انتقـال) ترجیـح داده شـود."

کادر ۱

واژه‌شناسی "ردیابی آب[1]"

آب اسـتفاده شـده مقدار آبی اسـت که برای هدفی خاص به‌کار گرفته می‌شـود (ماننـد آبیـاری، انرژی، فرایند صنعتی، شست‌وشـوی خانگی و غیره).

آب می‌تواند مصرف شود، مجدداً به سیستم باز گردد یا ذخیره شود.

مصـرف آب می‌توانـد مفیـد (ماننـد تعـرق گیـاه) و یا غیرمفیـد (ماننـد تبخیر از خاک) باشـد.

آبـی که به سیسـتم بـاز می‌گـردد (جریان‌های برگشـتی) می‌تواند قابـل بازیافت (ماننـد جریان‌هـای برگشـتی به رودخانـه یا سـفره‌های آب زیرزمینـی) و یا غیرقابل

1. Follow the Water

بازیافت (مانند جریان‌های برگشتی به دریا یا آلوده شده یا برگشتی به منابعی باشدکه برداشت از آن‌ها از نظر اقتصادی ناممکن هستند) باشد.

آب صرفه‌جویی شده مقدار آبی است که در نتیجه کاهش آب مصرفی و/یا کاهش بخش غیرقابل بازیافت جریان‌های برگشتی به دست می‌آید و می‌تواند برای استفاده‌های دیگر در دسترس باشد.

صرفه‌جویی در مصرف آب به فناوری‌ها و تدابیری (در این متن اقدامات نامیده می‌شود) گفته می‌شود که موجب کاهش آب مصرفی و/یا کاهش بخش غیرقابل بازیافت جریان‌های برگشتی شود.

مطالعات علمی برای صرفه‌جویی واقعی آب به سرعت در حال گسترش است و به دنبال آن تعداد مقالات در مجلات، گزارش‌های کارشناسی و کنفرانس‌های علمی نیز رو به افزایش است. صرفه‌جویی واقعی آب نیازمند گسترش میدان دید از سطح مزرعه به سطح حوضه است. به عبارت دیگر، صرفه‌جویی واقعی آب نیازمند درک اقداماتی است که مقدار مشخصی از آب را برای استفاده‌های دیگر، ذخیره می‌کند. یک مقاله مروری (Pérez Blanco *et al.*, ۲۰۲۰) اخیراً نشان داد که تعداد مطالعات موردی در زمینه‌ی عملکرد فناوری‌های حفاظت از آب در مقیاس بزرگ‌تر از مزرعه به طور چشمگیری در حال افزایش است به طوری که در ۴۲ سال اخیر (۱۹۷۶–۲۰۱۷)، ۲۲۴ مقاله به چاپ رسیده است که از این تعداد ۹۱ مورد (۴۰/۶ درصد) مربوط به ۹ سال اخیر (۲۰۱۰–۲۰۱۸) بوده است.

در کادر ۱ مفاهیم کلیدی مربوط به این مطالعه مشخص شده است.

تفکرات گذشته که در آن بخش آب و کشاورزی/زراعت را جدا از هم در نظر می‌گرفتند، منجر به ایجاد تصورات غلط درباره‌ی آبیاری و هدررفت آب شده است. ادغام این دو بخش می‌تواند منجر به صرفه‌جویی واقعی و افزایش بهره‌وری آب شود. نمونه‌هایی از ادغام مدیریت آبیاری و عملیات زراعی شامل مالچ‌پاشی، کم‌آبیاری در زمان‌های خاص، تراکم کشت، کنترل علف‌های هرز، کوددهی، انتخاب رقم، تقویت‌کننده‌های رشد (پلی آمین‌ها، پوترسین، اسپرمیدین)، روش‌های خاک‌ورزی، تراس‌بندی و غیره است که منجر

به صرفه‌جویی واقعی و/ یا افزایش بهره‌وری آب می‌شود.

دومین جنبه‌ی مهم صرفه‌جویی آب رابطه‌ی بین تبخیر-تعرق گیاه و عملکرد است. رابطه میان عملکرد و تبخیر و تعرق گیاه با فرض "ثبات سایر شرایط" یک رابطه خطی است. (Perry and Steduto, ۲۰۱۷). گزینه‌های متعددی برای صرفه‌جویی واقعی آب به ویژه در آسیا، با وجود تنوع در روش‌های مختلف آبیاری، محصولات و روش‌های مدیریت محصول وجود دارد.

بر اساس مطالعه پری و استدوتو (۲۰۱۷)[1]

"پس از جمع‌آوری اطلاعات از تعداد قابل توجهی از کشاورزان در سطح مزرعه مشخص شد که با وجود سطح یکسانی از تبخیر و تعرق گیاه، عملکرد محصول بعضی از کشاورزان به طور چشمگیری بالاتر از سایر کشاورزان است. تفسیر رایج این مشاهدات این است که مدیریت بهتر آب و سایر نهاده‌ها و روش‌های زراعی می‌تواند با وجود سطح مصرف یکسان آب منجر به افزایش تولید محصول شود (یا آب می‌تواند بدون تغییر در میزان عملکرد، "صرفه‌جویی" شود)."

این نویسندگان خاطرنشان می‌کنند که "رابطه‌ی خطی میان عملکرد محصول و تعرق گیاه تنها با فرض ثبات سایر شرایط زراعی (مانند تاریخ کشت، رقم، تراکم کشت، شرایط کوددهی، خاک و غیره) و در نظرگرفتن تغییر در مقدار آب آبیاری، حاصل می‌شود". به عبارت دیگر، در شرایطی که مقدار آب محدود باشد، افزایش کاربرد آب موجب افزایش مقدار محصول (کیلوگرم) می‌شود، اما مقدار بهره‌وری محصول (کیلوگرم بر مترمکعب) را افزایش نمی‌دهد. افزایش بهره‌وری (که زمینه را برای صرفه‌جویی واقعی آب فراهم می‌کند) معمولاً به تغییر در سایر عملیات کشاورزی بستگی دارد که بیشتر بر جنبه‌های آبی-زارعی تمرکز دارد، جایی‌که صرفه‌جویی واقعی آب امکان‌پذیر است یا جایی‌که می‌توان با مقدار تبخیر و تعرق یکسان مقدار محصول بیشتری را تولید کرد.

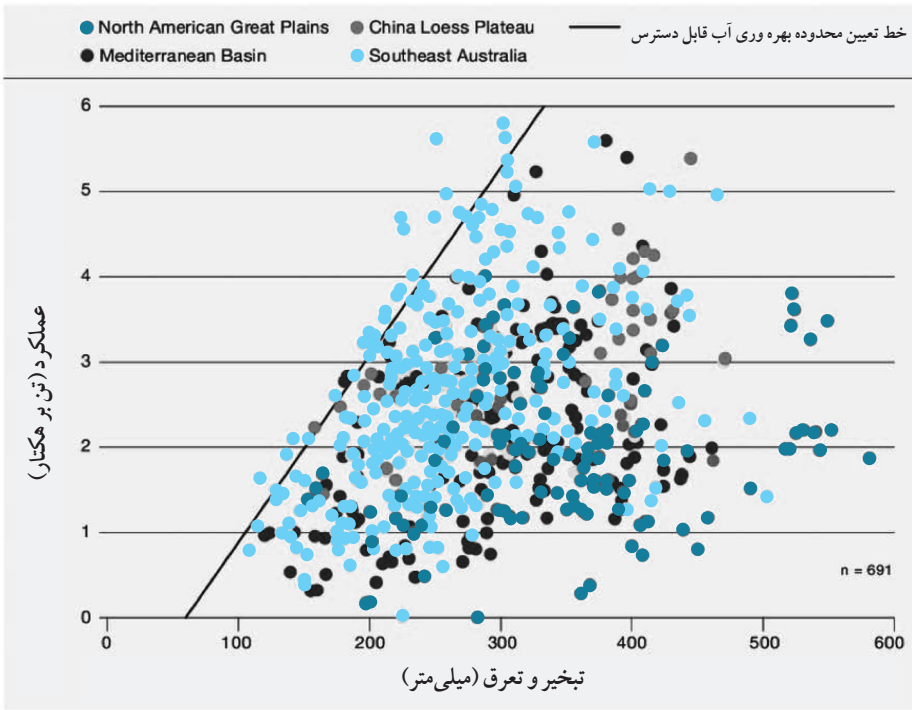
با وجود طیف گسترده‌ای از شرایط اقلیمی، مناطق اقتصادی-کشاورزی و روش‌های مدیریت زراعی، رابطه میان عملکرد محصول و تبخیر-تعرق ممکن است به طور قابل

1-Perry and Steduto, 2017

توجهی غیرخطی باشـد.

شـکل ۲ نشـان می‌دهـد که بـه ازای مقـداری یکسـان از تبخیر–تعـرق، میـزان عملکرد محصـول می‌توانـد تـا حـدود پنـج برابـر متغیر باشـد. ارتباط بیـن اقداماتـی که در راسـتای صرفه‌جویـی مصـرف آب بـه کار گرفته می‌شـود و بهـره‌وری آب در کادر ۲ بیشـتر توضیح داده شـده است.

شکل ۲- تغییر در بهره‌وری آب گندم (kg/ha/ET) در مناطق مختلف (Giordano *et al*.۲۰۱۷)



کادر ۲

آیا افزایش بهره‌وری آب موجب صرفه‌جویی در مصرف آن می‌شود؟

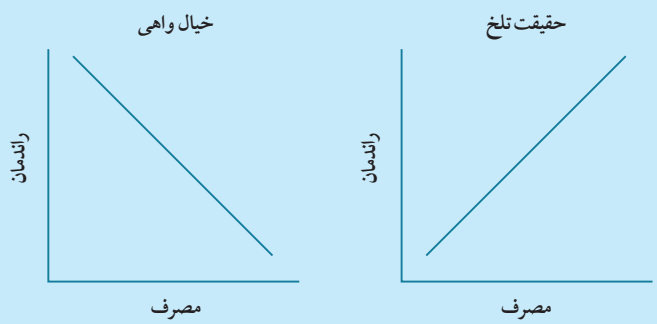
تصور می‌شود اقداماتی که موجب افزایش بهره‌وری آب می‌شوند (آب مصرف‌شده برای تولید محصول)، اغلب باعث صرفه‌جویی در مصرف آب نیز می‌شود، زیرا با مصرف آب کمتر همان مقدار محصول تولیدی را خواهیم داشت. این دیدگاه هنگامی درست است که با بکارگیری این اقدامات، مقدار تخصیص آب کاهش یابد. اگرچه در عمل، سیستم‌های مؤثر و قابل اجرای تخصیص آب هنوز در اغلب کشورهای در حال توسعه وجود ندارند.

در مقایسه با افزایش بهره‌وری آب، افزایش بهره‌وری زمین (کیلوگرم به‌ازای هکتار) قابل فهم‌تر است. چنانچه کشاورز بتواند با تغییر رقم گیاه، مقدار محصول را ۲۰ درصد افزایش دهد، نباید از او انتظار داشت که سطح کشت محصول را به‌طور اتوماتیک کاهش دهد.

درحقیقت، افزایش بهره‌وری آب اثر منفی افزایش تقاضای آب را نیز به همراه دارد: افزایش بهره‌وری آب موجب می‌شود کشاورز مقدار آب بیشتری را از چاه‌های عمیق‌تر استخراج کند.

این اثر با ورود سیستم آبیاری قطره‌ای تشدید می‌شود: این تکنولوژی موجب افزایش مقدار مصرف آب به‌ازای هر واحد آب پمپاژی و در نتیجه افزایش بهره‌وری آب پمپاژ شده می‌شود. مقدار مصرف فیزیکی با افزایش تقاضای اقتصادی افزایش می‌یابد.

این اثر اغلب اثر بازگشت یا جِوُن پارادوکس (Jevon's Paradox) نامیده می‌شود. همان‌طور که نمودارهای زیر نشان می‌دهد، با استفاده از اقدامات فناورانه که موجب افزایش راندمان و بهره‌وری آب می‌شود، انتظار می‌رود مقدار مصرف آب کاهش یابد، اما در واقع امکان دارد که مقدار مصرف آب افزایش یابد.



علاوه بر تغییر الگوی مدیریت آب کشاورزی از مقیاس مزرعه‌ای به مقیاس حوضه، توجه به صرفه‌جویی و ذخیره‌ی آب مسئله‌ی مهم دیگری است. صرفه‌جویی در مصرف آب بسیار مؤثر و مثبت به نظر می‌رسد، اما سؤال اینست که چه اتفاقی برای آب ذخیره شده می‌افتد و صرفه‌جویی در چه مقیاسی (زمانی و مکانی) باید ارزیابی شود؟

پری (۲۰۲۰)[1] تعریف زیر را برای صرفه‌جویی در مصرف آب ارائه داده است:

"صرفه‌جویی آب اقدامی است که منجر به افزایش تدریجی آب در دسترس برای سایر استفاده‌های مفید از جمله خدمات زیست‌محیطی و به تعادل‌رساندن سفره‌های آب زیرزمینی می‌شود، ولی فقط به این موارد محدود نیست."

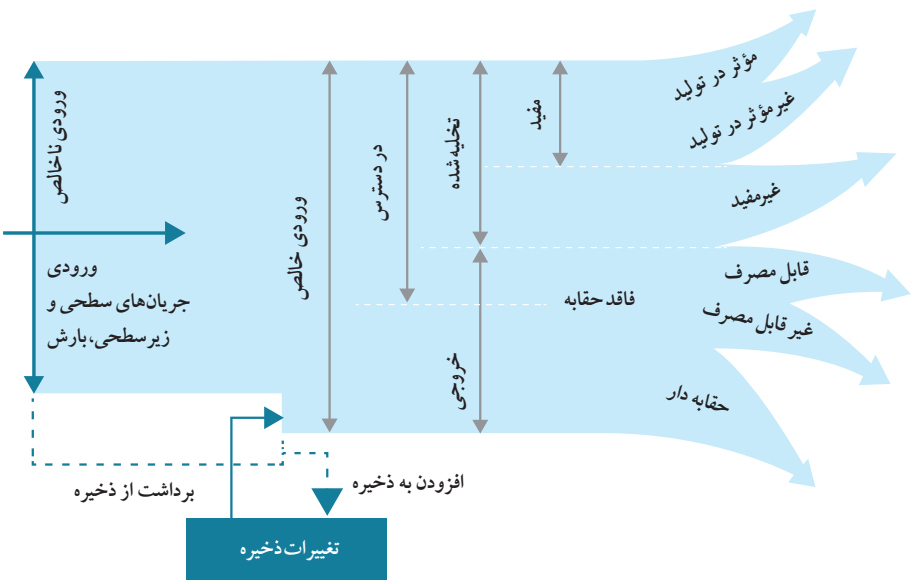
به عبارت دیگر، اگر استفاده مفید دیگری وجود نداشته باشد، نیاز به صرفه‌جویی در مصرف آب نخواهد بود. می‌توان به تعریف فوق این را نیز اضافه کرد که استفاده‌ی مفید از آب صرفه‌جویی شده باید اولویت و/یا بهره‌وری بیشتری نسبت به استفاده‌ی اصلی آب داشته باشد. اولویت‌ها اغلب با فرآیندهای تصمیم‌گیری تخصیص آب برای بخش‌های مختلف (برای مثال کشاورزی در مقابل محیط زیست) تعیین می‌شوند، اما بهره‌وری آب به‌طور کلی برای مقایسه‌ی استفاده آب در درون یک بخش (برای مثال آبیاری سبزی‌ها در مقابل آبیاری برنج) به کار برده می‌شود. مقاله‌ها و پژوهش‌های گسترده‌ای در زمینه بهره‌وری آب وجود دارد (به صورت کیلوگرم یا دلار بر مترمکعب آب مصرف‌شده).

در تغییر نگرش از مقیاس مزرعه به حوضه آبریز عموماً مشخص می‌شود که از آب هدر رفته بار دیگر استفاده می‌شود و آب کمتری نسبت به آنچه مورد انتظار است اتلاف می‌شود. از دیدگاه هیدرولوژی، این فرآیند عموماً به عنوان چرخه‌ی آب شناخته می‌شود: آب هرگز از بین نمی‌رود، بلکه تبخیر می‌شود و دوباره به صورت باران یا برف در جای دیگر به زمین

1-Perry, 2020

باز می‌گردد. این مفهوم از سال ۲۰۰۰ در علم آبیاری مورد توجه قرار گرفت و اغلب تحت عنوان حسابداری آب شناخته می‌شود که بر آب برداشتی و جریان‌های بازگشتی در هر حوضه آبریز تمرکز دارد. نمونه‌ای معمول از این روش در شکل ۳ نشان داده شده است.

شکل ۳- چهارچوب حسابداری آب در کشاورزی آبی ((۲۰۰۱) .*Molden et al*)[۱]



برای ارتقای چهارچوب‌های حسابداری آب تلاش‌های بسیاری شده است. این تلاش‌ها به ایجاد اصلاحاتی در مفاهیم منجر شده که بر سطح پیچیدگی آن افزوده، اما اغلب به دلیل عدم وجود داده‌های مورد نیاز امکان استفاده مفید از آنها وجود ندارد. علاوه بر این، پیچیدگی چهارچوب‌ها، کار

۱-توضیحات مترجمان با توجه به مولدن و همکاران (۲۰۰۱):
ورودی ناخالص: کل میزان آبی است که در محدوده بیلان آب از طریق بارش و جریان‌های سطحی و زیرسطحی وارد می‌شود. آب تخلیه شده: برداشت و یا استفاده آب حوضه است که آن را برای سایر استفاده‌ها از دسترس خارج می‌کند. مصرف مؤثر در تولید: میزان آبی است که برای تولید محصول مورد نظر انسان مصرف می‌شود. آب دارای حقابه: بخشی از جریان خروجی از محدوده بیلان آب است که حقابه برداشت‌کنندگان پایین‌دست یا نیاز محیط‌زیست می‌باشد. جریان خروجی فاقد حقابه: میزان آبی است که برداشت نمی‌شود، حقابه هیچ کس نیست و بنابراین قابل استفاده در محدوده بیلان می‌باشد. آب فاقد حقابه قابل استفاده: میزان آبی است که با بهبود مدیریت می‌تواند به مصرف برسد. آب فاقد حقابه غیرقابل استفاده، در صورتی وجود دارد که امکان نگهداشت جریان خروجی قابل مصرف مهیا نباشد.

تصمیم‌گیران و افراد غیرمتخصص را برای درک پیام اصلی "آب هرگز از بین نمی‌رود" دشوار کرده است. به دنبال بحث‌های داخلی، کمیته‌ی بین‌المللی آبیاری و زهکشی رویکردی ساده را با تمرکز بر چهار جزء اصلی جریان‌های آب به‌کار گرفته است. این رویکرد در سال ۲۰۰۷ توسط Perry خلاصه شد تا اطمینان حاصل شود که تمرکز روی اجزای اصلی جریان‌های آب خواهد بود. این گزارش از این رویکرد با عنوان "ردیابی آب" استفاده کرده که در شکل ۴ نشان داده شده است. مفهوم اصلی این است که آب هدایت‌شده به طرح‌های آبیاری به اجزای زیر تقسیم می‌شود:

- بخش مصرفی (اساساً تبخیر و تعرق) شامل:

ـ مصرف مفید (برای هدف در نظر گرفته شده یا سایر استفاده‌های مفید)

ـ مصرف غیرمفید (مانند مصرف توسط علف‌های هرز، تبخیر از سطح مرطوب خاک یا صعود مویینگی آب در خاک در دوره‌ی آیش)

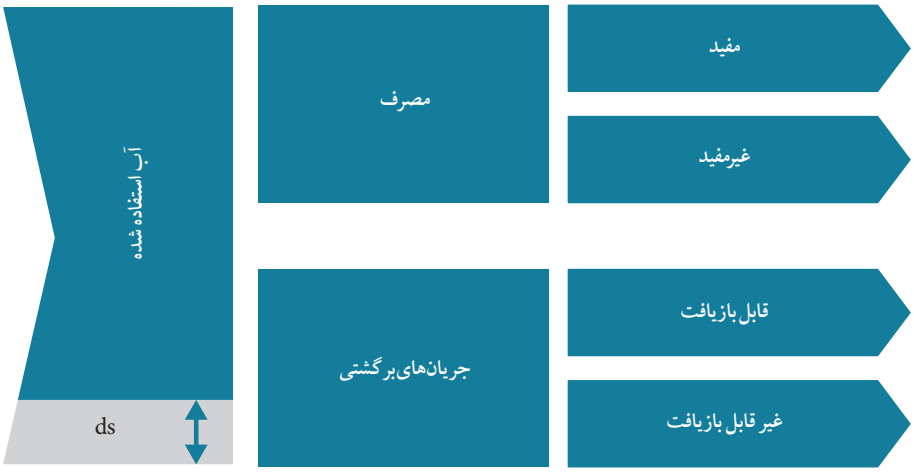
- بخش غیرمصرفی شامل:

ـ جریان‌های قابل بازیافت یا استفاده مجدد (مانند آب‌های جاری شده به زهکش‌ها و واردشده به سیستم رودخانه برای برداشت در پایین‌دست و نفوذ به سفره‌های آب شیرین)

ـ جریان‌های غیرقابل بازیافت (نفوذ به سفره‌های آب شور یا انتقال به زهکش‌هایی که در پایین‌دست خروجی انحرافی ندارند و به‌طور مستقیم وارد اقیانوس‌ها می‌شوند).

فهرست روش‌های به‌کارگرفته شده در صرفه‌جویی آب در فصل ۴ شرح داده شده و راهنمای اقدامات کاربردی در فصل ۳ براساس رویکرد "ردیابی آب" است.

شکل ۴- سیستم حسابداری آب ساده شده معروف به "ردیابی آب" است که ds در آن نشان دهنده دلتا (یعنی تغییر) آب ذخیره شده است.



۳

گزینه‌های مدیریت آب و محصول در کشاورزی آبی

۱,۳. مقدمه

ضرورت بهبود مدیریت آب و محصول در بسیاری از پژوهش‌ها مورد تأکید قرار گرفته است. با این حال، بسیاری از این پژوهش‌ها بر بهینه‌کردن مدیریت آب و محصول تأکید دارند، بدون اینکه در مورد چگونگی اجرای این کار شیوه‌نامه‌ای ارائه دهند. در واقع بسیاری از مقالات علمی به بررسی بهینه‌سازی مدیریت آب و محصول در مقیاس کوچک و در مکانی مشخص می‌پردازند. چالش دیگر ایجاد چهارچوب ساختاریافته است که گزینه‌های وسیع‌تر را به گزینه‌های کوچک‌تر تبدیل کند. از آنجایی‌که طبقه‌بندی اقدامات مختلف، به هدف کلی وابسته است، هیچ طبقه‌بندی جهانی برای آن وجود ندارد. تعدادی از گزینه‌های مرتبط با مدیریت آب و محصول به طور خلاصه در ادامه ذکر شده است:

فائو ۳۶

مطالعات فائو درباره‌ی سازگاری با تغییرات اقلیم (Turral *et al*., ۲۰۱۱) شامل چهارچوب جالب‌توجهی برای بهبود مدیریت آب و محصول است که شامل اجزای زیر است:

- مدیریت در مزرعه
  - انتخاب محصول و تقویم کشت
  - مدیریت محصول و مزرعه–مدیریت کود
  - مدیریت آب در مزرعه
  - فناوری‌های آبیاری در مزرعه
  - محاسبات تخیله
  - حفاظت از سیل و فرسایش
  - کشاورزی تجاری
- سازگاری در سطح سیستم‌های آبیاری
  - تخصیص آب
  - عملکرد سیستم
  - تقویم و الگوی کشت
  - استفاده‌ی هم‌زمان از آب‌های سطحی و زیرزمینی
  - اقدامات مربط به سیاست آبیاری
- سازگاری در حوضه‌ی رودخانه و سطح ملی
  - سیاست بخش آب
  - مقابله با خشکسالی
  - مقابله با سیل–اقدامات ساختاری و غیرساختاری
  - مدیریت تغذیه‌ی آبخوان
  - ارزیابی گزینه‌های سازگاری برای حصول اطمینان از امنیت تأمین آبیاری
- ظرفیت تطبیق در مدیریت آب کشاورزی، سیاست‌ها، نهادها و ساختارهای زیرمجموعه آن
  - مکانیسم‌های تخصیص
  - مسائل سیاست ملی غذا
  - مؤسسات و نهادها
  - پیامدهای سرمایه‌گذاری بلندمدت برای مدیریت آب کشاورزی

بر اساس نتایج این گزارش، گزینه‌های زیر می‌تواند برای کشاورزی آبی در سطح

مزرعه در نظر گرفته شود:

ـ تغییر در انتخاب محصول و تقویم کشت

ـ مدیریت بهتر نهاده‌های مورد استفاده-نیتروژن و نهاده‌های شیمیایی مورد استفاده در کشاورزی

ـ بهبود فناوری‌های مدیریت آب و روش‌های کشت

ارتز و دروگرز (۲۰۰۴) [1]

ارتز و دروگرز در سال ۲۰۰۴ بیان می‌کنند که تاکنون راهنمای مشخصی از چگونگی پاسخ به این چالش به ویژه در مقیاس حوضه‌ی آبریز رودخانه ارائه نشده است. این کتاب از پروژه ADAPT که بر توسعه‌ی استراتژی‌های تطبیق منطقه‌ای برای آب، غذا و محیط زیست در حوضه‌ی رودخانه‌ها در سراسر جهان تمرکز داشت، ارائه شده است. در آن یک روش کلی برای هفت مطالعه‌ی موردی در اقلیم‌های جغرافیایی مختلف در جهان تهیه شده است. بر اساس گزارش حوضه آبریز Mekong در جنوب شرق آسیا، دو گروه اصلی از اقدامات در سطح مزرعه باید مد نظر قرار گیرد:

ـ بهبود مدیریت مزرعه

ـ تکنولوژی تولید محصول

فائو ۳۸

در گزارش فائو با عنوان: "مقابله با کمیابی آب: چهارچوبی عملیاتی برای کشاورزی و امنیت غذا (FAO, ۲۰۱۲)" به طور مشخص بیان می‌شود که ایجاد تغییرات در سیاست‌های آب مورد نیاز است.

- مدیریت عرضه

ـ افزایش ذخیره

ـ توسعه‌ی آب‌های زیرزمینی

ـ بازیافت و استفاده‌ی مجدد

1-Aerts and Droogers, 2004

ـ کنترل آلودگی
ـ انتقال بین‌حوضه‌ای
ـ نمک‌زدایی

- مدیریت تقاضا

ـ تخصیص مجدد (بازتخصیص)
ـ افزایش راندمان استفاده از آب

از نظر سیاست‌های کشاورزی این گزارش موارد زیر را بیان می‌کند:

- بهبود عرضه
- بازیافت آب و استفاده‌ی مجدد در آبیاری
- کاهش تلفات آب[1]
- بهبود بهره‌وری آب محصولات
- بازتخصیص آب از استفاده با ارزش کمتر به ارزش بیشتر در آبیاری

جدول ۱- گزینه‌های پاسخ‌دهی بخش‌های مختلف سیاست‌گذاری نسبت به کمیابی آب (*FAO*, ۲۰۱۲)

حوزه‌ی اصلی سیاست	افزایش عرضه	مدیریت تقاضا
آب	بندهای انحرافی رودخانه، سدها، توسعه‌ی آب‌های زیرزمینی، نمک‌زدایی، کنترل آلودگی‌ها	تخصیص بین بخشی، افزایش راندمان کل در استفاده‌های بخشی آب
کشاورزی	ذخیره‌سازی در مزرعه، توسعه آب‌های زیرزمینی، استفاده‌ی مجدد و بازیافت	افزایش بهره‌وری محصول، کاهش تلفات، محدودکردن سطح زیر کشت آبی، تخصیص درون‌بخشی (تغییر به سمت تولیدات با ارزش بالاتر)
امنیت غذایی ملی	واردات غذا، ذخیره‌سازی، راندمان توزیع	کاهش ضایعات در زنجیره‌ی غذایی، تغییر عادات غذایی

۱. در این گزارش تأکید می‌شود که این مسئله به تازگی پذیرفته‌شده که در حالی‌که تلفات آبیاری بالا است، بخش زیادی از این "تلفات" جریان برگشتی و یا تغذیه آبخوان است که می‌تواند توسط کاربران پایین‌دست استفاده شود.

پری و همکاران، ۲۰۰۹[1]

مقالـه‌ی پـری، اسـتدوتو، آلـن و بـرت[2] مربـوط بـه افزایـش بهـره‌وری در کشـت آبـی اسـت. اگرچـه تمرکـز اصلـی ایـن مطالعـه بـر ایـن اسـت کـه اصطلاحـات و طـرز فکرهـا دربـاره‌ی صرفه‌جویـی آب را به‌سـوی دیدگاهـی مناسـب سـوق دهـد، امـا دربـاره‌ی گزینه‌هـای مدیریـت آب و محصـول کـه در دسـترس کشـاورزان اسـت نیـز بحـث می‌کنـد. بـر اسـاس ایـن مقالـه هیـچ پاسـخ سـاده‌ای بـرای ایـن سـؤال وجـود نـدارد کـه کـدام روش آبیـاری بهتـر اسـت. نویسـندگان همچنیـن تأکیـد می‌کننـد که"فنـاوری آبیـاری یـک انتخـاب در مقیـاس مزرعـه‌ای اسـت و بهتـر اسـت دیـدگاه کشـاورز در درک گزینه‌هـا و تأثیـرات آن به‌دقـت مـد نظـر قـرار گیـرد (Perry *et al.*, ۲۰۰۹)". انتخاب‌هـای کشـاورزان بـه مـوارد زیـر بسـتگی دارد:

- افزایـش درآمـد: اگـر کمیـت و کیفیـت محصـولات یـا ارزش اقتصـادی محصـولات جایگزیـن بیشـتر از مقـدار سـرمایه‌گذاری آن‌هـا باشـد، کشـاورزان انگیـزه بیشـتری بـرای بهبـود خواهنـد داشـت.
- کاهـش ریسـک / امنیـت غذایـی: کشـاورزان بـه منظـور کاهـش عـدم قطعیـت مربـوط بـه الگـوی متغیـر بارندگـی از کشـت دیـم بـه کشـت آبـی روی می‌آورنـد. همچنیـن بـه دلیـل غیرقابـل اطمینان‌بـودن و عـدم انعطاف‌پذیـری آب‌هـای سـطحی، از سیسـتم‌های انتقـال آب سـطحی عمومـی بـه اسـتفاده از چـاه روی می‌آورنـد.
- راحتـی: ایـن مسـئله بیشـتر در کشـاورزی تجـاری در اولویـت اسـت. بـرای مثـال، در برخـی مـوارد ممکـن اسـت کشـاورز تمایلـی بـه بیدارشـدن در نیمـه شـب بـرای آبیـاری نداشـته باشـد، یـا اینکـه بخواهـد بـا روش‌هـای دقیق‌تـر و ارزان‌تـر و از طریـق کودآبیـاری، کـود را بـه زمیـن تحویـل دهـد.
- کاهـش هزینـه: بـا کاهـش تلفـات تحویـل، هزینه‌هـای پمپـاژ نیـز برای کشـاورز کاهـش می‌یابـد. همچنیـن بـا نصـب تجهیـزات، نیـاز بـه حضـور دائـم کشـاورز در مزرعـه نیسـت و در هزینه‌هـای کارگـری صرفه‌جویـی می‌شـود.
- انگیزه‌هـای غیرمرتبـط بـا آب: شـامل صرفه‌جویـی در نیـروی کار، کشـت

1-Perry et al., 2009
2-Perry, Steduto, Allen and Burt

گیاهـان بـا ارزش اقتصـادی بالاتـر، کاهـش عـدم قطعیـت، هزینـه، در دسـترس‌بودن اعتبـار، توصیه‌هـای ترویجـی، پشـتیبانی فنـی و تسـطیح اراضـی و غیـره

شبکه سازگاری آسیا و اقیانوس آرام (APAN[1])

APAN یـک پایـگاه داده فنـاوری ایجـاد کـرده اسـت کـه شـامل ده دسـته اسـت و هـر دسـته دارای زیرمجموعـه‌ای از فناوری‌هـا بـه ترتیـب زیـر اسـت:

- ظرفیت‌سازی و سازمان‌دهی ذی‌نفعان
- بهبود محصول
- تکنیک‌های کاشت محصول
- کنترل فرسایش
- تکنیک‌های فرآوری محصول
- مدیریت خاک
- گزینه‌های ذخیره‌سازی
- مدیریت پایدار محصولات
- کشاورزی شهری

تعـداد کل فناوری‌هـا محـدود اسـت و بعید به‌نظر می‌رسـد کـه پایـگاه داده‌ها همچنان بـه روز باشـد (آخرین به‌روز رسـانی در سـال ۲۰۱۵ بوده اسـت). با این حـال این راهکار همچنـان مـورد توجه اسـت، زیرا هر یـک از فناوری‌هـا دارای ویژگی‌های زیر هسـتند:

- تکامل در فناوری
- قابلیت به کارگیری سریع
- مالکیت فناوری
- هزینه
- سهولت نگهداری
- عملکرد فناوری
- منافع مشترک
- مناسب برای کشورهای در حال توسعه

1 The Asia Pacific Adaptation Network

بانک توسعه آسیا (ADB[1]) ۲۰۲۰

اصطلاح "راهنمای عملکرد خوب" که در تصمیم‌گیری برای سرمایه‌گذاری‌های تاب‌آور در برابر تغییر اقلیم در بخش آب (Droogers and Carpenter, ۲۰۲۰) به کار می‌رود، شامل چند معیار جالب برای ارزیابی سازگاری‌های مختلف است. اگرچه این معیارها بیشتر بر سازگاری با تغییر اقلیم تمرکز دارند، اما برخی از آن‌ها با هدف‌های ما مرتبط هستند:

- زمان: دوره‌ی اجرا و مدت ماندگاری اقدامات
  - کوتاه، متوسط، بلند
- اثربخشی: تا چه میزان آسیب‌پذیری کاهش می‌یابد
  - مشارکت‌ها، جزئی، کلی
- هزینه‌های نسبی: در مقایسه با سایر گزینه‌ها یا کسب و کار به‌طور معمول
  - کم، متوسط، زیاد
- منافع مشترک: فراتر از تاب‌آوری مانند ترسیب کربن یا ایجاد شغل
  - محدود، متوسط، زیاد
- موانع اجرا: درجه‌ی پیچیدگی مانند توافقات بین چند کشور
  - آسان، متوسط، دشوار
- ظرفیت مورد نیاز برای اجرا: اطلاعات فنی و داده‌های مورد نیاز
  - ساده، متوسط، پیشرفته
- مقیاس اجرا، وسعت منطقه‌ای منتفع از اقدامات سازگاری
  - محلی، منطقه‌ای، ملی، بین‌المللی
- موقعیت و شرایط اجرا، محدودیت‌های وسعت جغرافیایی
  - خاص، زیاد، جهانی

پرز – بلانکو و همکاران، ۲۰۲۰[2]

در این مطالعه ۲۳۰ مقاله تجربی و نظری درمورد فناوری‌های صرفه‌جویی

1 The Asian Development Bank

2 Pérez-Blanco et al., 2020

در حفاظت از منابع آب بررسی شد. نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که فناوری‌های حفاظت آب نباید به سادگی به عنوان روشی برای صرفه‌جویی آب تلقی شود، بلکه باید به عنوان ابزاری برای ثبات و افزایش بهره‌وری آب و درآمد کشاورزان در مکان‌هایی که با کمیابی آب مواجه‌اند، در نظر گرفته شود.

این مطالعه به بیان تمایز میان فناوری‌های حفاظت آب و سیاست‌های آن می‌پردازد و بیان می‌کند که چنانچه هدف از حفاظت آب (صرفه‌جویی واقعی آب) افزایش مقدار آب برای استفاده‌های دیگر باشد، سیاست‌های مناسب یک مکمل اساسی برای فناوری‌های جدید هستند.

در تهیه‌ی این سند راهنما، ۲۳۰ فناوری و اقدامات مختلف گزارش شده توسط پرز - بلانکو و همکاران مورد بررسی، تحلیل و طبقه‌بندی قرار گرفت (جدول ۲). هدف بسیاری از فناوری‌ها دستیابی به "افزایش راندمان" به عنوان ابزاری برای صرفه‌جویی در مصرف آب است، اما در بیشتر موارد استفاده از این فناوری‌ها تنها به کاهش مقدار آب کاربردی در مقیاس مزرعه‌ای منجر می‌شود.

جالب توجه است که در این مطالعه به ندرت به جنبه‌های زراعی در فناوری‌های صرفه‌جویی آب پرداخته شده و به دو دسته اقدامات: "آبیاری تناوبی" و "کم‌آبیاری" بسنده می‌کند. پری و استدوتو (۲۰۱۷)[1] اهمیت توجه به فناوری‌های زراعی در این مطالعات را تشریح کردند.

- هنگامی که داده‌های مزرعه‌ای از کشاورزان جمع‌آوری می‌شود، مشاهده می‌شود که در سطحی واحد از تبخیر و تعرق، عملکرد محصول بعضی از کشاورزان از سایر کشاورزان بیشتر است.
- یک تفسیر رایج این مشاهدات این است که مدیریت بهتر آب و سایر نهاده‌ها/روش‌های زراعی می‌توانند منجر به چنین افزایشی شود و در نتیجه عملکرد محصول برای مقدار مشخصی از مصرف آب افزایش می‌یابد (یا

1 Perry and Steduto, 2017

می‌تـوان بـدون کاهـش در عملکـرد محصـول، آب را "ذخیـره" کـرد).

- بـا فـرض ثبـات سـایر شـرایط عملیـات زراعـی (تاریـخ کاشـت، رقـم، تراکـم کاشـت، وضعیـت کوددهـی، خـاک و غیـره) در شـرایطی کـه تنهـا مقـدار ورودی آب متغیـر باشـد، رابطـه‌ای خطـی میـان عملکـرد محصـول و تعـرق برقـرار اسـت.

جدول ۲- بررسی اجمالی فناوری‌های حفاظت آب (WCTs[1])

فناوری	تعداد اقدامات
افزایش راندمان	۹۱
سیستم‌های تحت‌فشار	۵۲
سیستم‌های چندگانه	۳۰
فناوری‌های آبیاری میکرو	۲۱
سایر	۸
کشت بدون شخم	۷
آبیاری تناوبی	۵
پوشش کانال	۵
برنامه‌ریزی	۴
برداشت آب باران	۳
کم‌آبیاری	۲
تسطیح اراضی	۱
مالچ‌پاشی	۱
جمع	۲۳۰

منبع: (Pérez-Blanco et al. ۲۰۲۰)

گزارش ۱۶۹ مؤسسه بین‌المللی مدیریت آب

مؤسسـه بین‌المللـی مدیریـت آب (IWMI)[2] بازنگـری در مفهـوم راندمـان آب

1 Water Conservation Technologies

2 International Water Management Institute

آبیاری را آغاز کرد: «دوره‌ی جدید مدیریت منابع آب: از صرفه‌جویی آب "خشک" تا "تر"». گزارش ۱۶۹ مؤسسه بین‌المللی مدیریت آب (Giordano *et al.*۲۰۱۷) با طرح چندین ایده‌ی کلیدی، الگوی تحقیق را از تمرکز بر راندمان آبیاری و عملکرد سیستم‌های آبیاری به بهره‌وری آب و مدیریت حوضه رودخانه تغییر داد.

این گزارش چهارچوبی را برای صرفه‌جویی واقعی آب بیان می‌کند که شامل ۴ گروه از اقدامات و مثال‌هایی برای هر یک از آنهاست:

- افزایش عملکرد به ازای واحد آب مصرفی، برای مثال:

ـ بهبود مدیریت آب با استفاده از زمان‌بندی بهتر تأمین آب به منظور کاهش تنش در مراحل حساس دوره‌ی رشد گیاه یا از طریق افزایش اطمینان از وجود منابع آب برای کشاورزان که سرمایه‌گذاری بیشتری بر سایر نهاده‌های کشاورزی داشته باشند.

ـ بهبود استفاده از سایر نهاده‌های غیرآبی به منظور افزایش بهره‌وری محصول به ازای هر واحد آب مصرفی و به کارگیری عملیات زراعی مانند تسطیح لیزری و کوددهی

ـ تغییر رقم به ارقام جدید یا متفاوت گیاهی که بتوانند به ازای هر واحد آب مصرفی محصول بیشتری تولید کنند.

- کاهش مصرف غیرمفید، مانند:

ـ افزایش سهم آب کاربردی که به‌طور مفید توسط گیاه استفاده می‌شود از طریق: ۱- کاهش تبخیر از مزارع آبی با استفاده از فناوری‌های سرمایه‌بر (مانند سیستم‌های آبیاری قطره‌ای) یا عملیات به‌زراعی (مانند مالچ‌پاشی یا تغییر تقویم کشت به منظور کاهش میزان تبخیر) ۲- محدودکردن تبخیر از زمین‌های بایر از طریق کشاورزی حفاظت‌شده (مانند تسطیح زمین و کشت بدون شخم)

ـ کاهش تبخیر و تعرق از زمین‌های آیش از طریق کاهش سطح آزاد آب، کاهش پوشش گیاهی فاقد سود اقتصادی یا گیاهان با فواید اقتصادی اندک و کنترل علف‌های هرز

ـ کاهش جریان آب به پیکره‌های آبی که امکان بازیافت آب میسر یا اقتصادی نیست (مانند دریاها، اقیانوس ها و آب های زیرزمینی شور)، از طریق کاهش مقدار نفوذ عمقی و رواناب سطحی غیرقابل بازیافت، با انجام اقداماتی مانند پوشش کانال‌ها و آبیاری دقیق

ـ به حداقل‌رساندن شورشدن (یا آلودگی) جریان برگشتی قابل بازیافت از طریق حداقل‌کردن جریان‌های عبوری از خاک‌های شور (یا آلوده) و منابع آب زیرزمینی

ـ – انحراف آب‌های آلوده به پیکره‌های آبی که امکان بازیافت آب میسر یا اقتصادی نیست (مانند دریاها، اقیانوس ها و آب های زیرزمینی شور)، به‌منظور جلوگیری از نیاز به رقیق‌کردن با آب‌های با کیفیت مناسب

- بهره‌برداری از جریان‌های فاقد حقابه، به عنوان مثال از طریق:

ـ افزودن امکانات ذخیره‌ی آب از جمله مخازن، آبخوان‌های زیرزمینی و استخرها در مزارع کشاورزی

ـ بهبود مدیریت تأسیسات موجود برای استفاده مفیدتر از منابع موجود آب

ـ استفاده مجدد از جریان‌های برگشتی فاقد حقابه از طریق نیروی گرانش یا پمپاژ برای افزایش زمین‌های تحت آبیاری

- بازتخصیص آب بین استفاده‌های مختلف آب، برای مثال از طریق:

ـ بازتخصیص آب از استفاده آب با ارزش کمتر به ارزش بیشتر در داخل یا بین بخش‌ها با توجه به اثرات احتمالی آن بر استفاده آب در پایین دست.

۲,۳. چهارچوب اقدامات

چهارچوب‌های تشریح شده در بخش قبل برای تنظیم سلسه مراتب اقدامات توصیف شده در این سند راهنما استفاده شده است. این سلسه مراتب ساده و شامل سه سطح است: موضوع، طبقه‌بندی و اقدام. هر اقدام دارای پتانسیل بهبود مدیریت محصول و آب است. واژه "بهبود" بدین منظور استفاده می‌شود که هدف کلی، افزایش بهره‌وری آب در مقیاس حوضه و/یا کاهش مصرف آب

به‌منظـور حمایـت از اسـتفاده‌کنندگان در پایین‌دسـت اسـت.

اقدامـات توصیـف شـده در ایـن راهنمـا فراتـر از دیـدگاه سـنتی آب یـا آبیـاری اسـت، زیـرا صرفه‌جویـی واقعـی آب بیشـتر بـه اقدامـات زراعـی وابسـته اسـت تـا اقدامـات منحصـر بـه آب و آبیـاری.

اقدامـات مـورد نظـر بـرای سیسـتم‌های کشـاورزی یکپارچـه یـا متنـوع از ایـن چهارچـوب مسـتثنی هسـتند. نمونه‌هـای ایـن سیسـتم‌ها مزارعـی اسـت کـه محصـولات زراعـی و دامـی را بـه صـورت تلفیقـی تولیـد می‌نماینـد و بـه ایـن طریـق میـزان بهـره‌وری اقتصـادی خـود را در واحـد زمیـن افزایـش می‌دهنـد.

جدول ۳- طبقه‌بندی اقدامات مورد توجه در این سند راهنما

موضوع	طبقه‌بندی	اقدام
آب	روش‌های آبیاری در مزرعه	آبیاری نواری یا شیاری آبیاری بارانی آبیاری قطره‌ای آبیاری زیرسطحی
	مدیریت آبیاری مزرعه	آبیاری تکمیلی کم‌آبیاری تنظیم‌شده آبیاری موجی آبیاری تناوبی
	زیرساخت‌های آبیاری	پوشش کانال لوله‌ها
	بازیافت رطوبت	گلخانه‌ها کشت‌های هیدروپونیک
زمین و خاک	شخم زمین و خاک	کشت بدون شخم خاک‌ورزی
	تسطیح زمین	تسطیح اراضی تراس‌بندی مرزبندی
زراعت	مکمل‌ها	کودها تقویت‌کننده‌های رشد
	انتخاب محصول	تناوب زراعی ارقام: عملکرد بالا ارقام: دوره‌ی رشد کوتاه ارقام: عمق ریشه‌زایی زمان کشت/نشا تراکم کشت
	پوشش	مالچ‌پاشی سایه‌اندازی کنترل علف‌های هرز پوشاندن گیاهان
	کنترل بیماری‌ها	آفت‌کش‌ها بیولوژیکی
	مدیریت شوری	آبشویی استفاده از انواع گیاهان مقاوم به شوری

۴

فهرست اقدامات مؤثر در ارتقای بهره‌وری

چهارچوب اقدامات ارائه شده در بخش ۲,۳ این سند (جدول ۳) ساختاری را برای سه موضوع آب، خاک/زمین، و زراعت بیان می‌کند و هر اقدام را در یک طبقه و تحت یک موضوع مشخص طبقه‌بندی نموده است. مطابق این چهارچوب، تأثیر هر اقدام بر مدیریت آب و بهره‌وری محصول در قالب یک فهرست مورد بررسی قرار گرفت و به صورت کمی ارائه شد. در بررسی پیشینه‌ی موضوع، نتایج مربوط به هر یک از اقدامات از مقالات، اسناد فنی و سایر نشریات جمع‌آوری شده است. در این فصل خلاصه‌ای از فهرست اقدامات و یافته‌های اصلی ارائه شده است.

۱,٤. ساختار پایگاه داده‌های اقدامات

فهرست منابع موجود در خصوص هر یک از اقدامات در پیوست ۱ آمده است. فهرست موجود بر اساس ساختار زیر است.

نوع انتشار

مطالعات مورد استفاده برای تکمیل پایگاه داده در خصوص اقدامات شامل مقالات مروری، اسناد فنی، گزارش‌ها، مقالات کاری و کنفرانسی است.

کشورها و مناطق اقلیمی

مقالات و مطالعات جمع‌آوری شده در کشورهای آسیایی و اقیانوس آرام

متمرکز شده است. سایر کشورهای مورد بررسی مانند کشورهای مدیترانه‌ای و نواحی غربی ایالات متحده از مناطقی با شرایط آب و هوایی مشابه مناطق مورد بررسی انتخاب شده‌اند. میان آب و هوای مناطق خشک، معتدل، گرمسیری و قاره‌ای، بر اساس طبقه‌بندی آب و هوایی کوپن، تمایز قائل شده است.

روش‌شناسی

روش‌ها و مقیاس مکانی اعمال شده در هر مطالعه مورد توجه قرار گرفته است (چنانچه گزارش شده باشد). این موارد، از نظر آزمایش‌های صحرایی، نظرسنجی کشاورزان، اندازه‌گیری‌ها در سطح یک بلوک از مزارع و منطقه آبیاری (طرح) و مدل‌های شبیه‌سازی در سطوح مزرعه، منطقه و هیدرولوژی متفاوت بودند.

تغییرات گزارش‌شده

در این بررسی، مقالاتی در نظر گرفته شده است که قادر به نشان‌دادن تغییرات در حجم آب یا عملکرد محصول بر اثر اعمال اقدام خاص باشند. این تغییرات به عنوان درصد تغییر نسبت به شرایط اولیه بیان شده‌اند. تغییرات برای موارد زیر مورد توجه قرار گرفته است:

- آبیاری یا آب کاربردی
- تبخیر–تعرق یا مصرف آب
- جریان‌های برگشتی به‌صورت رواناب یا زهاب
- عملکرد محصول
- بهره‌وری آب: مقدار محصول به ازای هر واحد تبخیر–تعرق (آب مصرفی)
- بهره‌وری آب آبیاری: مقدار محصول به ازای هر واحد آبیاری (آب کاربردی).

۲,٤. خلاصه‌ای از یافته‌های فهرست اقدامات

خلاصه‌ی یافته‌ها و گزارش تغییرات در پیوست ۲ ارائه شده است که میانگین تغییرات را برحسب درصد برای اقدامات مختلف در ۲۴۰ مقاله نشان داده است. همچنین، در جدول ۴، لیستی از تعداد مقالاتی که افزایش یا کاهش در آبیاری، تبخیر و تعرق، عملکرد محصول و بهره‌وری آب را گزارش کرده‌اند، نشان داده شده است.

گزارش‌ها درباره‌ی تغییرات آبیاری عموماً در موضوع آب طبقه‌بندی شده‌اند. مطالعات تأثیر آبیاری قطره‌ای نشان می‌دهند که مقدار آب آبیاری کاربردی در همه‌ی موارد کاهش یافته است. برای تبخیر و تعرق، در بیشتر مطالعات گزارش شده که مصرف آب آبیاری بیشتر شده است. در نهایت، عملکرد محصول در اغلب مطالعات مربوط به سیستم آبیاری قطره‌ای افزایش نشان می‌دهد. همان‌گونه که در جدول ۴ دیده می‌شود، تمام مطالعات نشان می‌دهد که کم‌آبیاری موجب کاهش تبخیر و تعرق شده است اگرچه کم‌آبیاری موجب کاهش عملکرد محصول نیز شده است. کشت بدون شخم و مالچ‌پاشی از جمله اقداماتی هستند که از بقایای گیاهی یا سایر مواد برای پوشش زمین‌های بایر استفاده می‌کنند. این دو اقدام موجب کاهش تبخیر و تعرق و افزایش تولید محصول می‌شوند. همچنین، این اقدامات موجب افزایش بهره‌وری آب نیز می‌شوند. علاوه بر این، بهره‌وری آب در اثر کاربرد کود نیز افزایش می‌یابد. سایر اقدامات به صورت فهرست‌وار در جدول ۴ و پیوست ۲ ارائه شده است.

۳,٤. اثرگذارترین و کم‌اثرترین اقدامات

در جدول ۵، پنج اقدام دارای بیشترین تأثیرگذاری و پنج اقدام دارای کمترین اثرگذاری از منظر آبیاری، تبخیر و تعرق، بهره‌وری آب و محصول ذکر شده است. میزان موفقیت، مستقل از سایر عوامل مانند تعداد مطالعات، نوع محصول، روش آبیاری، موقعیت جغرافیایی و کشور است اما بر اساس میانگین مطالعات ذکر شده در پیوست ۲ است؛ همچنین اقداماتی که دو یا کمتر از دو مطالعه در خصوص آن انجام شده است از لیست حذف شده‌اند.

پنج اقدام دارای بیشترین تأثیر در کاهش آبیاری، به مدیریت آب وابسته هستند (بخش آبی پررنگ). یادآوری می‌شود که استفاده از روش کم‌آبیاری تنظیم‌شده موجب کاهش آبیاری و تبخیر و تعرق می‌شود. البته، کم‌آبیاری از منظر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در میان پنج اقدام کم‌اثر قرار گرفته است. بهترین اقدامات مؤثر در افزایش بهره‌وری آب به عملیات زراعی وابسته

است. افزایش عملکرد را می‌توان با عملیات زراعی و اقدامات مربوط به مدیریت آب، شامل آبیاری زیرسطحی و استفاده از سیستم‌های توزیع آبیاری با لوله، به جای کانال‌های باز، به دست آورد. لازم به ذکر است که سیستم توزیع با لوله، اقدامی است که در سطح منطقه (یا زیرواحد) اجرا می‌شود. این امر مستلزم سرمایه‌گذاری و همکاری بیشتر کشاورزان است، اما موجب بازده بالاتر عملکرد محصول می‌شود. تناوب کشت یکی از پنج اقدام اصلی برای کاهش تبخیر و تعرق است اما از منظر عملکرد و بهره‌وری آب در میان پنج اقدام کم‌اثر قرار دارد. با تغییر تناوب کشت، گیاهان کمتری کشت می‌شوند که این مسئله بیش از آنکه بر کاهش تبخیر و تعرق نقش داشته باشد، بر میزان عملکرد مؤثر است و مقدار بهره‌وری منعکس‌کننده آن است.

نتیجتاً طیف وسیعی از گزینه‌های مدیریتی وجود دارد که کشاورزان می‌توانند همراه با تضمین درآمد، بهره‌وری آب را نیز بهبود بخشند. فصل ۵ جزئیات بیشتری در مورد هر اقدام در مقیاس مکانی مشخص و همچنین راهنمای کاربردی برای اجرای اقدامات ارائه می‌دهد. در کادر ۳ دیدگاه تصمیم‌گیران و مشوق‌های احتمالی برای کشاورزان به‌منظور اجرای اقدامات خاص ارائه شده است.

جدول ۴- خلاصه‌ای از تعداد گزارش‌های منتشرشده از تأثیر اقدامات مختلف در مزرعه بر افزایش یا کاهش آبیاری، تبخیر و تعرق، عملکرد محصول و بهره‌وری آب

موضوع	طبقه‌بندی	اقدام	آبیاری		تبخیر و تعرق		محصول		بهره‌وری آب		تعداد مقالات
			⬆	⬇	⬆	⬇	⬆	⬇	⬆	⬇	
آب	روش‌های آبیاری در مزرعه	آبیاری نواری یا شیاری		۳							۳
		آبیاری بارانی	۱	۱۱			۴	۱			۱۲
		آبیاری قطره‌ای		۴۷	۱۶	۷	۴۱	۲	۱		۶۷
		آبیاری زیرسطحی		۴		۱	۴				۶
	مدیریت آبیاری مزرعه	کم‌آبیاری تنظیم‌شده		۷		۱۵	۳	۲۴		۱	۲۷
		آبیاری موجی		۵						۱	۶
		آبیاری تناوبی		۲			۱	۱	۱	۱	۳
	زیرساخت‌های آبیاری	پوشش کانال		۱		۱	۱				۲
		لوله‌ها		۳	۲	۲	۲				۴
	بازچرخانی رطوبت	گلخانه		۱		۱	۱		۱		۱
زمین و خاک	شخم	کشت بدون شخم	۱	۹	۲	۵	۱۳	۲	۶	۳	۲۵
		خاک‌ورزی				۱		۱			۱
	هموارسازی زمین	تسطیح زمین		۱۰		۳	۱۳		۱		۱۴
زراعت	مکمل‌ها	کودها					۴		۹		۱۲
	انتخاب محصول	تناوب کشت	۱			۲	۱	۳	۱	۱	۴
		ارقام: عملکرد بالا			۱	۱	۲		۳		۳
		ارقام: دوره‌ی رشد کوتاه		۱		۱		۱	۳		۳
		ارقام: عمق ریشه‌زایی						۱			۱
		تاریخ کشت/نشا		۱		۳	۲	۱	۱	۱	۶
		تراکم کشت			۱		۱		۱		۱
	پوشش	مالچ‌پاشی			۳	۲۰	۱۲		۱۲	۱	۲۴
		سایر اقدامات		۹	۲	۳	۵	۶	۱	۳	۱۵
									جمع		۲۴۰

جدول ۵- مروری بر پنج اقدام با بیشترین تأثیر و پنج اقدام با کمترین تأثیر بر کاهش آب آبیاری یا آب کاربردی، کاهش تبخیر و تعرق، افزایش عملکرد محصول یا بهره‌وری آب در زمینه‌های: مدیریت آب (رنگ آبی پر رنگ)، مدیریت خاک یا زمین (رنگ طوسی) و مدیریت زراعی (رنگ آبی کم رنگ)

	کاهش کاربرد آب	کاهش تبخیر و تعرق	افزایش عملکرد	افزایش بهره‌وری آب بر اساس تبخیر-تعرق
پنج اقدام با بیشترین تأثیر	آبیاری قطره‌ای	کم آبیاری تنظیم‌شده	کودها	کودها
	کم‌آبیاری تنظیم‌شده	تاریخ کشت/نشا	آبیاری زیرسطحی	ارقام: دوره‌ی کوتاه
	آبیاری تناوبی	تناوب کشت	تاریخ کشت/نشا	ارقام: عملکرد بیشتر
	لوله‌ها	ارقام:دوره‌ی کوتاه	آبیاری قطره‌ای	مالچ‌پاشی
	آبیاری بارانی	آبیاری زیرسطحی	لوله‌ها	آبیاری قطره‌ای
	محدوده: ۴۶- تا ۲۷- درصد	محدوده: ۲۷- تا ۱۰- درصد	محدوده ۸۴ تا ۲۰ درصد	محدوده: ۶۲ تا ۱۱ درصد
پنج اقدام با کمترین تأثیر	تناوب کشت	آبیاری قطره‌ای	کم‌آبیاری تنظیم شده	کم آبیاری تنظیم شده
	ارقام:عملکرد بیشتر	کشت بدون شخم	تناوب کشت	آبیاری تناوبی
	تاریخ کشت/نشا	لوله‌ها	ارقام: دوره‌ی کوتاه	آبیاری موجی
	کشت بدون شخم	ارقام: عملکرد بیشتر	آبیاری نواری یا شیاری	آبیاری نواری یا شیاری
	آبیاری نواری یا شیاری	آبیاری تناوبی	آبیاری تناوبی	تناوب کشت
	محدوده: ۱۵- تا ۸ درصد	محدوده: ۰ تا ۹ درصد	محدوده ۲۳- تا ۱ درصد	محدوده: ۱۳- تا ۱ درصد

نکته: محدوده تغییرات بین اولین و پنجمین اقدام بر اساس درصد تغییر گزارش شده ناشی از آن اقدام بصورت میانگین در جدول ۶ ارائه شده است (پیوست ۲)

کادر ۳

از صرفه‌جویی‌های گزارش شده تا پیاده‌سازی عملی آن
چه عواملی تصمیم‌گیران را به سمت تغییر سوق می‌دهند؟

کشاورزان به افزایش درآمد خود علاقه‌مند هستند. اطلاعات درباره‌ی هزینه / فایده واقعی اندک است، با این همه با توجه به کمیابی آب، این‌ها اقداماتی هستند که می‌توانند به‌منظور افزایش محصول مورد توجه قرار گیرند. تصمیم‌گیری در مورد به‌کارگیری اقدامات فهرست‌شده، به میزان ریسک استفاده از آنها بستگی دارد. لازم است بین ریسک‌های اقتصادی و پتانسیل سوددهی تعادل برقرار شود.

نمایندگان ترویج مسئول انتقال اطلاعات به دست آمده از تحقیقات به کشاورزان هستند. آنها علاقمند به افزایش درآمد کشاورزان هستند و باید اطلاعات کافی داشته باشند که بکارگیری کدام اقدام در چه شرایطی اقتصادی‌تر هستند.

هیچ‌یک از این دو گروه تمایلی به صرفه‌جویی در مصرف آب، جز در جهت افزایش مصرف سودمند، ندارند.

مدیران طرح (در مناطق تحت آبیاری) در صورت مواجه با کمبود آب در انتها (انتهای کانال آب‌بران) و یا در شرایط اضافه برداشت از آب زیرزمینی، به انجام این اقدامات علاقمند هستند.

برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران گروه هدف اصلی برای مسئله "صرفه‌جویی واقعی آب" هستند، به این دلیل که اثرات آن در مدیریت منابع آب در مقیاس حوضه ضروری‌تر است.

۵
اقدامات

در این بخش راهنمایی‌هایی در مورد اقدامات مختلف بهره‌وری آب گیاهان زراعی مختلف شامل پیشینه، جزئیات اجرا، مناسب‌بودن و تأثیر احتمالی در مقیاس مزرعه و مسائل مربوط به آب در مقیاس حوضه بیان می‌شود. از آنجا که هر اقدامی باید با توجه به شرایط اقلیمی، اقتصادی – اجتماعی، سیاسی، ساز و کار حکمرانی و غیره به کار گرفته شوند، لازم است به عنوان گزینه‌هایی برای بررسی در نظر گرفته شوند و نه عنوان دستورالعمل‌های مطلق.

اقدامات مختلف بر اساس چهارچوب مطرح شده در فصل ۳ است. فصل ۴ محدوده‌ی واقعی اقدامات را ارائه می‌دهد. این فصل مجموعه‌ای از مقالات علمی، گزارش‌ها، وب‌سایت‌ها و تجارب برای توصیف بیشتر اقدامات است. برای ترکیب این منابع از دانش کارشناسی بهره گرفته شده است. بنابراین رفرنس‌دهی دقیق امکان‌پذیر نمی‌باشد.

اقدامات در این گروه‌های موضوعی طبقه‌بندی می‌شوند: مدیریت آب، مدیریت خاک و زمین و زراعت. به منظور مقایسه مصرف مفید و غیرمفید آب و جریان برگشتی (مفاهیم توضیح داده در شده در کادر ۱) در دو سناریوی به کارگیری اقدام و عدم به کارگیری آن، یک شاخص در نظر گرفته شده است.

آبیاری نواری یا شیاری

موضوع: آب طبقه‌بندی: آبیاری در مزرعه

مرور: در این روش آبیاری سنتی آب از کانال‌ها به مزرعه منتقل می‌شود یا از آب‌های زیرزمینی پمپاژ می‌شوند.

منطقه‌ی جغرافیای:	نوع محصول:	مقیاس:
همه	همه	مزرعه، سیستم
مصرف مفید:	مصرف غیرمفید:	جریان برگشتی:
بالا	بالا	بالا

تأثیر در مقیاس مزرعه‌ای:

- عملکرد بیشتر محصول نسبت به حالت عدم آبیاری
- زهکشی، رواناب و نفوذ عمقی بیشتر

تأثیر در مقیاس حوضه‌ای:

- جریان برگشتی زیاد

جزئیات:

آبیاری نواری و شیاری جزو سیستم‌های آبیاری سنتی هستند که به طور گسترده به کار گرفته می‌شوند. آبیاری نواری به طور کلی برای مزارع بزرگ با خاک رس همگن عمیق یا خاک رس با میزان نفوذ متوسط، مناسب است. عموماً برای گیاهان متراکم مانند علف‌زار یا یونجه به کار گرفته می‌شود. سیستم شیاری شامل جوی و پشته باریک و موازی است که گیاهان در مرز پشته‌ها کشت می‌شوند. آبیاری جویچه‌ای برای گیاهان ردیفی یا گیاهانی مناسب است که تماس آب با ساقه و تاج آن‌ها موجب صدمه به گیاه می‌شود.

اجرای سیستم آبیاری نواری و شیاری نیازمند سیستم توزیع آب از کانال یا پمپاژ از آب‌های زیرزمینی است. مطابق گزارش‌ها، راندمان آبیاری نواری یا شیاری ۷۰–۴۰ درصد است. در این روش آبیاری تمرکز باید بر استفاده مجدد توسط کاربران پایین‌دست باشد تا میزان جریان برگشتی غیرقابل بازیافت به حداقل برسد.

آبیاری بارانی

موضوع: آب طبقه‌بندی: آبیاری در مزرعه

مرور: در روش آبیاری بارانی از سیستم پمپاژ آب برای تأمین فشار کافی استفاده می‌شود.

منطقه‌ی جغرافیای:	نوع محصول:	مقیاس:
همه	همه به‌جز برنج	مزرعه، سیستم

مصرف مفید:	مصرف غیرمفید:	جریان برگشتی:
بالا	بالا	پایین

تاثیر در مقیاس مزرعه‌ای:

- امکان استفاده از میزان دبی کم
- مصرف غیرمفید از طریق تبخیر ناشی از تلفات باد
- کاهش زهاب، رواناب و نفوذ عمقی

تأثیر در مقیاس حوضه‌ای:

- جریان برگشتی کمتر (با تأثیر بالقوه بر کاربران پایین‌دست)
- تقاضای آبیاری کمتر
- نیاز به سیستم تأمین آب مورد اطمینان

جزئیات:

در آبیاری بارانی، آب آبیاری با روشی مشابه با بارش طبیعی به کار گرفته می‌شود. آب از طریق سیستم لوله‌ها پمپاژ می‌شود. سیستم لوله‌ها، آب‌پاش‌ها و شرایط کارکرد باید به درستی برای کاربرد یکنواخت آب طراحی شوند. از آبیاری بارانی می‌توان برای اکثر محصولات استفاده کرد و می‌توان آب را روی تاج گیاه یا زیر تاج گیاه پاشید. از آب‌پاش‌ها می‌توان در همه خاک‌ها به‌جز خاک‌های حساس به سله‌بندی استفاده کرد.

راندمان آبیاری در سیستم‌های آبیاری بارانی غالباً بالاست. مقدار جریان‌های برگشتی در این نوع آبیاری از آبیاری در سیستم‌های کرتی، شیاری و نواری کمتر است. با این حال، سیستم‌های آبیاری که به آبیاری بارانی تبدیل شده‌اند، اغلب موجب افزایش قابل توجه مقدار آب مصرفی می‌شوند، مادامی‌که کاهش مصرف آب (یعنی سهمیه آب) توسط کشاورزان ایجاد و یا پذیرفته نشود، مقدار مصرف آب در مقیاس حوضه افزایش می‌یابد.

آبیاری قطره‌ای

موضوع: آب طبقه‌بندی: آبیاری در مزرعه

مرور: در این روش، آبیاری با استفاده از قطره‌چکان صورت می‌گیرد و از پمپاژ آب برای تأمین فشار کافی استفاده می‌شود.

منطقه‌ی جغرافیای:	نوع محصول:	مقیاس:
همه	همه به‌جز برنج	مزرعه، سیستم

مصرف مفید:	مصرف غیرمفید:	جریان برگشتی:
بالا	پایین	پایین

تأثیر در مقیاس مزرعه‌ای:

- امکان استفاده از میزان دبی پایین و دور آبیاری کم
- کاهش چشمگیر زهاب، رواناب و نفوذ عمقی
- وجود خطر شورشدن زمین بدون آبشویی در فصول مرطوب

تأثیر در مقیاس حوضه‌ای:

- کاهش جریان برگشتی (با تأثیر بالقوه بر کاربران پایین‌دست)
- کاهش تقاضای آب
- نیاز به سیستم تأمین آب مورد اطمینان

جزئیات:

در آبیاری قطره‌ای، سیستم لوله‌های پلاستیکی با قطر کوچک که مجهز به خروجی‌هایی به نام گسیلنده یا قطره‌چکان است، آب را با دبی بسیار کمی روی خاک می‌ریزد. در این سیستم، آب نزدیک به گیاهان به کار می‌رود تا فقط قسمتی از خاک که ریشه در آن رشد می‌کند، مرطوب شود (برخلاف آبیاری سطحی و بارانی که کل پروفیل خاک مرطوب می‌شود). در آبیاری قطره‌ای تعداد نوبت‌های آبیاری بیشتر از سایر روش‌هاست (دور آبیاری کم) (معمولاً هر یک تا سه روز) و این امر سطح رطوبت بسیار بالایی را در منطقه‌ی ریشه فراهم می‌کند.

سیستم‌های آبیاری قطره‌ای معمولاً به‌دلیل راندمان بالایی که دارند، انتخاب می‌شوند. جریان‌های برگشتی در این نوع سیستم‌ها خیلی کم است. سیستم‌های آبیاری که به سیستم آبیاری قطره‌ای تبدیل شده‌اند، باعث افزایش قابل توجهی در آب مصرفی می‌شوند، مادامی‌که کاهش مصرف آب (یعنی سهمیه آب) توسط کشاورزان ایجاد و یا پذیرفته نشود، مقدار مصرف آب در مقیاس حوضه افزایش می‌یابد.

آبیاری زیرسطحی

موضوع: آب طبقه‌بندی: آبیاری در مزرعه

مرور: آبیاری زیرسطحی عبارت است از کاربرد مقدار کمی آب در زیرسطح زمین به طور پی در پی با گسیلنده‌های نقطه‌ای یا منبع خطی.

منطقه‌ی جغرافیای:	نوع محصول:	مقیاس:
همه	همه به‌جز برنج	مزرعه، سیستم

مصرف مفید:	مصرف غیرمفید:	جریان برگشتی:
بالا	پایین	پایین

تأثیر در مقیاس مزرعه‌ای:

- امکان استفاده از میزان دبی پایین و دور آبیاری کم
- کاهش چشم‌گیر زهاب، رواناب
- وجود خطر شورشدن زمین بدون آبشویی در فصول مرطوب

تأثیر در مقیاس حوضه‌ای:

- کاهش جریان برگشتی (با تأثیر بالقوه بر کاربران پایین‌دست)
- کاهش تقاضای آب
- نیاز به سیستم تأمین آب مورد اطمینان

جزئیات:

آبیاری زیرسطحی یک سیستم آبیاری کم‌فشار با راندمان بالاست که از لوله‌های قطره‌چکان‌دار یا نوارهای قطره‌ای دفن‌شده در خاک برای آبیاری استفاده می‌کند. عمق لاترال‌ها ۰/۰۲ تا ۰/۷ متر و فاصله لترال‌ها ۰/۲۵ تا ۵ متر است. آب به طور کامل در منطقه‌ی ریشه گیاه قرار می‌گیرد و در سطح خاک پراکنده نمی‌شود، بنابراین مصرف غیرمفید آب (تبخیر از سطح آب یا خاک) حداقل می‌شود.

سیستم زیرسطحی به دلیل راندمان بالا انتخاب می‌شود. جریان برگشتی در این سیستم بسیار کم و عمدتاً به تغذیه آب زیرزمینی محدود می‌شود (خصوصاً در ابتدای فصل رشد که ریشه گیاه به‌طور کامل توسعه نیافته است). با این حال، سیستم‌های آبیاری که به سیستم آبیاری زیرسطحی تبدیل شده‌اند، اغلب با افزایش مقدار قابل توجه آب مصرفی همراه می‌شوند، مادامی‌که کاهش مصرف آب (یعنی سهمیه آب) توسط کشاورزان ایجاد و یا پذیرفته نشود، مقدار مصرف آب در مقیاس حوضه افزایش می‌یابد.

آبیاری تکمیلی

موضوع: آب طبقه‌بندی: آبیاری در مزرعه

مرور: آبیاری تکمیلی در دوره‌هایی از رشد که گیاه به خشکی و کم‌آبی حساس است، اجرا می‌شود و در خارج از این دوره آبیاری محدود است.

منطقه‌ی جغرافیای:	نوع محصول:	مقیاس:
همه	همه به‌جز برنج	مزرعه

مصرف مفید:	مصرف غیرمفید:	جریان برگشتی:
پایین	خنثی	پایین

تأثیر در مقیاس مزرعه‌ای:

- عملکرد پایین
- بهره‌وری آب بیشتر
- کاهش زهاب، رواناب و نفوذ عمقی

تأثیر در مقیاس حوضه‌ای:

- کاهش جریان برگشتی (با تأثیر احتمالی بر کاربران ثالث)
- کاهش برداشت آب با این فرض که سیستم تخصیص آب/سهمیه‌بندی مورد قبول کشاورزان باشد، امکان‌پذیر است.

جزئیات:

آبیاری تکمیلی استراتژی بهینه‌سازی است که آبیاری را در مراحل حساس رشد گیاه به خشکسالی اعمال می‌کند. در خارج از این دوره، اگر بارندگی حداقل آب موردنیاز را تأمین کند، آبیاری بسیار محدود یا حتی غیرضروری است. محدودیت‌های آبی معمولاً منحصر به مراحل فنولوژیکی که گیاه مقاوم به کم‌آبی است، مراحل رویشی و اواخر رسیدن محصول است. بنابراین، برنامه آبیاری متناسب با نیاز آبی در دوره‌ی رشد نیست. اگرچه این امر موجب ایجاد تنش خشکی و از دست‌دادن محصول می‌شود، اما بهره‌وری آب افزایش می‌یابد.

کاربرد آبیاری تکمیلی آسان است. کشاورزان عموماً درباره زمان‌های حساسیت گیاه به خشکی اطلاع دارند. اطمینان از عرضه آب در مقاطع حساس رشد گیاه، عامل کلیدی در موفقیت این روش آبیاری است. میزان مؤثربودن این روش به شدت آبیاری تکمیلی بستگی دارد (به عنوان مثال، ۹۰ درصد، ۸۰ درصد و ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه).

آبیاری موجی

موضوع: آب طبقه‌بندی: آبیاری در مزرعه

مرور: آبیاری موجی شامل استفاده متناوب از آب برای بهبود یکنواختی توزیع در امتداد شیار است.

منطقه‌ی جغرافیای:	نوع محصول:	مقیاس:
همه	همه به‌جز برنج	مزرعه

مصرف مفید:	مصرف غیرمفید:	جریان برگشتی:
خنثی	خنثی	پایین

تأثیر در مقیاس مزرعه‌ای:

- کاهش رواناب

تأثیردر مقیاس حوضه‌ای:

- کاهش جریان برگشتی (با تأثیر احتمالی بر کاربران ثالث)

جزئیات:

آبیاری موجی کاربرد متناوب آب آبیاری (هر ۵ تا ۱۰ دقیقه) برای بهبود یکنواختی توزیع در امتداد شیار است. اساس کار این است که آب در خاک خشک سریع‌تر نفوذ می‌کند تا در خاک مرطوب. با تثبیت ذرات خاک در سطح، نفوذپذیری خاک مرطوب کاهش می‌یابد. زمانی‌که آب در شیار مرطوب وارد می‌شود، به سرعت از قسمت مرطوب عبور می‌کند تا به ناحیه‌ی خشک برسد. این عمل باعث پیشروی سریع‌تر در مزرعه همراه با کاهش نفوذ عمقی و افزایش یکنواختی می‌شود.

آبیاری موجی از سیکل‌های زمانی (روشن-خاموش) برای پیشروی آب در جویچه‌ها (۱۰-۵ دقیقه) استفاده می‌کند. کاربرد متناوب، موجب کاهش حجم رواناب در انتهای فارو می‌شود زیرا آب به‌صورت پالسی بر سطح شیار مرطوب به‌سوی انتهای شیار در حرکت است. سرعت آن در حین حرکت در طول جویچه کاهش می‌یابد و پیش از خروج از شیار، فرصت نفوذ بیشتری خواهد داشت. درصورت طراحی صحیح آبیاری موجی، مقدار رواناب در انتهای فارو به حداقل می‌رسد. آبیاری موجی می‌تواند در خاک‌های رسی، رس‌های سله‌بسته و خاک‌های لومی رسی با استفاده از سیستم‌های نواری یا شیاری اعمال شود. در این مورد، به دلیل اینکه یکنواختی آبیاری بیشتر می‌شود، نفوذ عمقی کاهش می‌یابد و مقدار رواناب کمتر می‌شود. این سیستم پیچیده است و برای ترغیب کشاورزان نسبت به بکارگیری آن به اتوماسیون و تجهیزات مناسب نیاز است.

آبیاری تناوبی [1]

موضوع: آب طبقه‌بندی: آبیاری در مزرعه

مرور: آبیاری تناوبی برای مزارع کشت برنج شالی با استفاده از آبیاری کنترل‌شده و متناوب است.

منطقه‌ی جغرافیایی:	نوع محصول:	مقیاس:
همه	کشت برنج	مزرعه

مصرف مفید:	مصرف غیرمفید:	جریان برگشتی:
خنثی	خنثی	پایین

تأثیر در مقیاس مزرعه‌ای:

- **کاهش مقدار قابل توجهی از رواناب**
- کاهش بخشی از تبخیر از زمین‌های بایر
- کاهش زهاب و نفوذ عمقی

تأثیر در مقیاس حوضه‌ای:

- کاهش جریان برگشتی (با تأثیر احتمالی بر کاربران ثالث)

جزئیات:

آبیاری تناوبی یک تکنیک مدیریتی برای مزارع پست برنج است. این روش با روش‌های متداول حفظ آب راکد در مزرعه متفاوت است. آبیاری تناوبی از روش آبیاری کنترل شده و متناوب استفاده می‌کند. در این روش آبیاری، مزارع بدون تحمل تنش خشکی، چندین روز خشک می‌مانند و مجدداً آبیاری انجام می‌شود.

در این روش آبیاری، مقدار تقاضای آب بدون کاهش عملکرد محصول کاهش می‌یابد، اما هنوز تأثیر آن بر مصرف مفید گزارش نشده است. همچنین به دلیل عدم وجود آب مازاد ذخیره در مزرعه، تأمین آب قابل اطمینان در این روش ضروری است. افزایش علف‌های هرز در این روش یکی از معایب آن گزارش شده است.

1.Alternate wetting and drying

پوشش کانال

موضوع: آب طبقه‌بندی: زیرساخت آبیاری

مرور: پوشش کانال عبارت است از افزودن یک لایه نفوذناپذیر به لبه‌های ترانشه به‌منظور کاهش مقدار نشت آب آبیاری از کانال.

منطقه‌ی جغرافیای:	نوع محصول:	مقیاس:
همه	همه	سیستم

مصرف مفید:	مصرف غیرمفید:	جریان برگشتی:
خنثی	پایین	خنثی

تأثیر در مقیاس مزرعه‌ای:

- **N/A**

تأثیر در مقیاس حوضه‌ای:

- کاهش جریان برگشتی (با تأثیر احتمالی بر کاربران ثالث)

جزئیات:

مقدار نشت می‌تواند معادل ۳۰ تا ۵۰ درصد از مقدار آب آبیاری باشد. با ساخت کانال‌هایی با نفوذپذیری کمتر، سرعت حرکت آب در کانال و در نتیجه دبی کانال افزایش می‌یابد. افزایش سرعت حرکت آب در کانال مقدار تبخیر سطحی آب و ته‌نشینی ذرات را نیز کاهش می‌دهد. پوشش کانال همچنین از رشد علف‌های هرز، که جریان آب را کاهش می‌دهند، جلوگیری می‌کند. پوشش‌دار کردن کانال از غرقاب‌شدن مناطق کم‌ارتفاع اطراف کانال جلوگیری می‌کند.

از آنجایی‌که جریان‌های نشت اغلب مورد استفاده مجدد قرار می‌گیرند، صرفه‌جویی واقعی آب از طریق پوشش کانال در مقیاس سیستم نسبتاً کم است. پوشش‌های کانال به دلیل استفاده دائمی با گذشت زمان مستهلک می‌شوند. همچنین ایجاد پوشش درون کانال‌ها بسیار هزینه‌بر است.

سیستم آبیاری با لوله

موضوع: آب طبقه‌بندی: زیرساخت آبیاری

مرور: سیستم آبیاری با لوله، شبکه‌ای از لوله‌ها، اتصالات و تجهیزات برای به‌کارگیری آب تحت فشار از منبع به سمت مزرعه است.

منطقه‌ی جغرافیای:	نوع محصول:	مقیاس:
همه	همه	سیستم

مصرف مفید:	مصرف غیرمفید:	جریان برگشتی:
خنثی	پایین	خنثی

تأثیردر مقیاس مزرعه‌ای:

- **N/A**

تأثیردر مقیاس حوضه‌ای:

- کاهش جریان برگشتی (با تأثیر احتمالی بر کاربران ثالث)

جزئیات:

خطوط لوله‌ی انتقال و توزیع آب به قطعات آبیاری معمولاً در زیر خاک دفن می‌شوند و بنابراین از خطرات ناشی از عملیات کشاورزی و رفت و آمد مصون‌اند. هیدرانت‌های سطحی می‌توانند در نقاط مختلف زمین قرار گیرند. با روش‌های آبیاری سطحی می‌توان آب را مستقیماً از منبع به محل نهرهای باز تغذیه‌کننده شیارها و یا به حوضچه‌ها رساند.

سیستم آبیاری با لوله پیش‌نیاز ایجاد سیستم‌های آبیاری بارانی و قطره‌ای هستند چرا که که هر دو روش نیازمند وجود فشار آب در لوله هستند.

در سیستم آبیاری با لوله مقدار جریان بسیار کم است و حتی جریان یک مترمکعب بر ساعت نیز قابل استفاده است. در سیستم آبیاری با لوله، مسیر حرکت آب با گرانش تعیین نمی‌شود و سیستم بدون در نظر گرفتن شیب و توپوگرافی زمین با توجه به کوتاه‌ترین مسیر عمل می‌کند. سیستم آبیاری با لوله، فشار مشخصی در حدود ۳-۲ بار نیاز دارد که این فشار از طرف پمپ یا منبع اصلی در بلندترین نقطه تأمین می‌شود.

گلخانه

موضوع: آب طبقه‌بندی بازیافت رطوبت

مرور: ایجاد گلخانه (کشاورزی حفاظت شده) بسیار گران‌قیمت است، اما موجب صرفه‌جویی آب و حفاظت از محیط‌زیست می‌شود.

منطقه‌ی جغرافیایی:	نوع محصول:	مقیاس:
خشک	انواع سبزی‌ها	مزرعه

مصرف مفید:	مصرف غیرمفید:	جریان برگشتی:
پایین	پایین	خنثی

تأثیر در مقیاس مزرعه‌ای:

- تقاضای کمتر آب با توجه به بازیافت رطوبت

تأثیر در مقیاس حوضه‌ای:

- کاهش جریان برگشتی (با تأثیر احتمالی بر کاربران ثالث)
- تقاضای آب کاربردی کمتر

جزئیات:

سیستم کشاورزی حفاظت‌شده یا گلخانه‌ای برای کشت محصولات باارزش بالا (سبزی‌ها و گل) یا کشت در مناطق خشک به‌کار گرفته می‌شود. مقدار مصرف آب در این سیستم با توجه به بازیافت رطوبت، حداقل است. عملکرد محصول در گلخانه پنج برابر عملکرد در مزرعه و مقدار بهره‌وری آب ۷ برابر مقدار بهره‌وری مزرعه است. همچنین ایمنی و حفاظت محصولات باارزش در برابر بیمارها و آفات در گلخانه‌ها زیاد است.

کشت گلخانه‌ای به دلیل وجود شرایط کنترل شده‌ی آب و هوایی مانند دما، رطوبت، نور و طول روز، باد و غلظت دی‌اکسید کربن، برای جبران اثرات تغییر اقلیم مناسب است.

ایجاد و به‌کارگیری گلخانه به سرمایه‌گذاری زیاد و دانش گسترده نیاز دارد.

هیدروپونیک

موضوع: آب طبقه‌بندی: بازیافت رطوبت

مرور: کشت‌های آبی و هیدروپونیک به خاک نیاز ندارند و عمدتاً در گلخانه‌ها صورت می‌گیرد.

منطقه‌ی جغرافیای:	نوع محصول:	مقیاس:
همه	محصولات باارزش	مزرعه

مصرف مفید:	مصرف غیرمفید:	جریان برگشتی:
پایین	پایین	خنثی

تأثیر در مقیاس مزرعه‌ای:

- تقاضای کمتر آب با توجه به بازیافت رطوبت

تأثیر در مقیاس حوضه‌ای:

- کاهش جریان برگشتی (با تأثیر بر کاربران ثالث)
- تقاضای آب کاربردی کمتر

جزئیات:

کشت هیدروپونیک عبارت است از رشد گیاهان در بستر آب‌کشت که از جامدات غیرمعدنی (یا بی‌اثر) برای محیط رشد استفاده می شود. بستر رشد بطور معمول سنگدانه‌های رسی می‌باشد. در کشت‌های هیدروپونیک و آب‌کشت به دلیل کم‌بودن جریان‌های برگشتی، مقدار تقاضای آب کم است. مقدار مواد مغذی و شیمیایی در کشت هیدروپونیک بسیار دقیق مورد استفاده قرار می‌گیرد.

کشت بدون شخم

موضوع: خاک و زمین طبقه‌بندی: خاک‌ورزی

مرور: کشت بدون شخم، روشی است برای کشت گیاهان زراعی و ایجاد مراتع بدون برهم‌زدن خاک.

منطقه‌ی جغرافیای:	نوع محصول:	مقیاس:
همه	همه	مزرعه
مصرف مفید:	مصرف غیرمفید:	جریان برگشتی:
خنثی	بالا	پایین

تأثیردر مقیاس مزرعه‌ای:

- سطح بالای مصرف غیرمفید آب توسط علف‌های هرز

تأثیر در مقیاس حوضه‌ای:

- دسترسی کمتر به آب

جزئیات:

مقدار فرسایش خاک‌های شنی، خشک و زمین‌های شیبدار در کشت بدون شخم نسبت به اعمال شخم کمتر است. سایر مزایا در این روش شامل این موارد است: افزایش نفوذ آب در خاک، ماندگاری بیشتر مواد آلی در خاک و چرخه‌ی مواد مغذی. در کشت بدون شخم، احتمال وجود موجودات خاک‌زی و تنوع آن‌ها افزایش می‌یابد. به طور معمول، در سیستم‌های خاک‌ورزی صفر بمنظور کنترل علف‌های هرز نیاز به مقدار زیادی علف‌کش است.

امروزه، کشت‌های همراه با خاک‌ورزی بیشتر استفاده می‌شود، درحالی‌که ممکن است شیوه‌های کشت بدون شخم در برخی زمینه‌ها موفق‌تر باشند. در بعضی موارد، روش‌های خاک‌ورزی و کشت بدون شخم به صورت ترکیبی استفاده می‌شوند. بعنوان مثال، در برخی از موارد دیسک کم‌عمق استفاده می‌شود، اما شخم عمیق استفاده نمی‌شود. مصرف آب در کشت‌های بدون شخم به دلیل رشد بیشتر علف‌های هرز زیاد است.

خاک‌ورزی

موضوع: خاک و زمین طبقه‌بندی: خاک‌ورزی

مرور: خاک‌ورزی عبارت است از آماده‌سازی زمین برای کشت با استفاده از وسایل مکانیکی مانند حفر، هم‌زدن و زیرورو کردن.

منطقه‌ی جغرافیای:	نوع محصول:	مقیاس:
همه	همه	مزرعه

مصرف مفید:	مصرف غیرمفید:	جریان برگشتی:
خنثی	پایین	خنثی

تأثیر در مقیاس مزرعه‌ای:

- کاهش مصرف غیرمفید آب توسط علف‌های هرز
- افزایش نفوذ

تأثیر در مقیاس حوضه‌ای:

- وابسته به نوع خاک

جزئیات:

خاک‌ورزی را نمی‌توان یک اقدام دانست اما روشی استاندارد در کشاورزی مدرن به حساب می‌آید. از نظر منابع آب و آبیاری، تأثیر خاک‌ورزی بسته به نوع خاک‌ورزی، نوع خاک و زمان‌بندی آن متفاوت است. خاک‌ورزی اولیه معمولاً پس از آخرین برداشت محصول، هنگامی که خاک به اندازه کافی مرطوب است و امکان شخم‌زدن وجود دارد، صورت می‌گیرد. بعضی از انواع خاک‌ها را می‌توان به صورت خشک شخم زد. هدف از خاک‌ورزی اولیه، دستیابی به عمق مناسبی از خاک نرم، ترکیب بقایای محصول، از بین‌بردن علف‌های هرز و هوادهی خاک است. خاک‌ورزی ثانویه برای ترکیب کودها، کاهش اندازه‌ی ذرات خاک، مسطح‌کردن و کنترل علف‌های هرز است.

به طور کلی، خاک‌ورزی باعث از بین‌رفتن علف‌های هرز (و از بین‌بردن صعود موئینگی، ایجاد اثر مالچ و کاهش مصرف غیر مفید آب) می‌شود، خاک را خشک می‌کند، بر ظرفیت نفوذپذیری خاک تأثیر می‌گذارد، خاک را نرم می‌کند و ظرفیت نگهداشت آب خاک را افزایش می‌دهد. با این همه، نوع خاک عامل اصلی در تعیین چگونگی اجرای این فرآیندها است.

تسطیح مزرعه

موضوع: خاک و زمین طبقه‌بندی: تسطیح زمین

مرور: تسطیح مزرعه فرآیندی برای کسب اطمینان از یکنواخت‌بودن عمق و دبی آب در مزرعه است که منجر به توزیع یکنواخت آب در ناحیه‌ی ریشه می‌شود.

منطقه‌ی جغرافیای:	نوع محصول:	مقیاس:
همه	همه	مزرعه

مصرف مفید:	مصرف غیرمفید:	جریان برگشتی:
خنثی	خنثی	پایین

تأثیر در مقیاس مزرعه‌ای:

- کاهش رواناب
- پتانسیل افزایش زهکشی و نفوذ عمقی

تأثیر در مقیاس حوضه‌ای:

- کاهش زهاب
- افزایش نفوذ آب‌های زیرزمینی

جزئیات:

تسطیح مزرعه دو شکل مشخص دارد. یکی، تسطیح مزارع در زمان ساخت یا بازسازی سیستم‌های آبیاری که با جابه‌جایی مقادیر زیادی خاک همراه است. دیگری تسطیح در مقیاس کوچک با هدف آماده‌سازی زمین برای کشت که هر ساله توسط کشاورزان صورت می‌گیرد.

تسطیح، مسطح‌کردن و شکل‌دهی سطح مزرعه برای سیستم‌های آبیاری سطحی است و به اندازه‌ی طراحی لترال‌ها، مانیفلدها، رایزرها و خروجی‌ها برای سیستم‌های آبیاری بارانی یا قطره ای اهمیت دارد. مزارع تسطیح شده با استاندارد بالا معمولاً آسان‌تر آبیاری می‌شوند تا مزارعی با سطح موج‌دار که نیاز به تسطیح دارند.

از لحاظ تئوری، تسطیح زمین موجب تسریع آبیاری سطحی (نواری، کرتی، شیاری) می‌شود. اگر دبی و زمان جریان به درستی مدیریت شود، یکنواختی آبیاری افزایش می‌یابد و نفوذ عمقی و زهکشی، در مقایسه با مزارع بدون تسطیح، کاهش می‌یابد.

تراس‌بندی

موضوع: خاک و زمین طبقه‌بندی: تسطیح زمین

مرور: تراس قطعه‌ای از زمین شیب‌دار است که به صورت سکوهای پشت سر هم و پلکانی برای افزایش بهره‌وری کشاورزی برش داده می‌شود.

منطقه‌ی جغرافیای:	نوع محصول:	مقیاس:
مرطوب	همه	مزرعه، سیستم

مصرف مفید:	مصرف غیرمفید:	جریان برگشتی:
بالا	خنثی	پایین

تأثیر در مقیاس مزرعه‌ای:

- کاهش رواناب
- افزایش زهکشی و نفوذ عمقی

تأثیر در مقیاس حوضه‌ای:

- کاهش رواناب

جزئیات:

عموماً، تراس‌بندی برای کشاورزی در زمین‌های تپه‌ای یا کوهستانی استفاده می‌شود. تراس‌بندی زمین فرسایش و رواناب سطحی را کاهش می‌دهد و برای محصولاتی که نیاز به آبیاری دارند، مانند برنج مناسب است.

مقدار نفوذ در تراس‌ها اغلب زیاد است، اما به دلیل وجود جریان بین تراسی و همچنین جریان از تراسی به تراس دیگر، برای تخمین مقدار واقعی جریان آب باید متوسط آب استفاده شده در سطحی بسیار بزرگ‌تر را تخمین زد.

بلوک‌های انتهایی یا پشته‌های خاکی

موضوع: خاک و زمین طبقه‌بندی: تسطیح زمین

مرور: بلوک‌های انتهایی یا پشته‌های خاکی، مکان‌هایی هستند که به منظور جلوگیری از رواناب حاصل از آبیاری در انتهای مزرعه ایجاد می‌شوند.

منطقه‌ی جغرافیای:	نوع محصول:	مقیاس:
همه	همه	مزرعه

مصرف مفید:	مصرف غیرمفید:	جریان برگشتی:
خنثی	خنثی	پایین

تأثیردر مقیاس مزرعه‌ای:

- کاهش رواناب
- پتانسیل افزایش زهکشی و نفوذ عمقی

تأثیر در مقیاس حوضه‌ای:

- کاهش رواناب

جزئیات:

بلوک‌های انتهایی یا پشته عموماً در ترکیب با تراس‌بندی به‌کار می‌روند. تراس‌ها نوارهای هم‌سطح یا هم‌تراز هستند که در طول شیب در فاصله‌های عمودی قرار دارند.

دو نوع پشته در ارتباط با دو نوع تراس وجود دارد. تراس‌های آبیاری یا تراس‌های تراز برای محصولاتی مانند برنج که نیاز به غرقاب‌شدن دارند، استفاده می‌شوند. تراس‌های پلکانی نیز برای محصولات دیم و محصولاتی استفاده می‌شوند که تنها در فصول خشک نیاز به آبیاری دارند و به‌منظور زهکشی، معمولاً شیب‌دار هستند.

کودها

موضوع: زراعت طبقه‌بندی: مکمل‌ها

مرور: کودها مواد غیرآلی هستند که عناصر ضروری و مواد مغذی را برای افزایش رشد گیاه در خاک قرار می‌دهند.

منطقه‌ی جغرافیای:	نوع محصول:	مقیاس:
همه	همه	مزرعه

مصرف مفید:	مصرف غیرمفید:	جریان برگشتی:
متغیر	پایین	متغیر

تأثیر در مقیاس مزرعه‌ای:

- افزایش رشد محصول و افزایش بهره‌وری آب

تأثیر در مقیاس حوضه‌ای:

- بهره‌وری بیشتر آب

جزئیات:

مواد مغذی به حداکثرشدن بهره‌وری آب کمک می‌کنند. آب در مزارع از طریق تبخیر از خاک (مصرف غیرمفید) یا تعرق گیاه (مصرف مفید) مصرف می‌شود.

مقدار تبخیر از سطح خاک در شرایطی که گیاه روی زمین سایه می‌اندازد، کاهش می‌یابد و مقدار آب بیشتری برای تعرق در اختیار گیاه قرار می‌گیرد. محصولاتی که به‌خوبی کود دریافت کرده‌اند و سالم‌اند دارای سیستم ریشه قوی و گسترده‌تری هستند که برای دسترسی به آب به عمق خاک می‌روند. آب بیشتر موجب تعرق بیشتر می‌شود، در نتیجه مقدار فتوسنتز افزایش می‌یابد. مواد مغذی همچنین موجب استقرار سریع‌تر ریشه‌ها و دسترسی به آب قبل از نفوذ عمقی آن در خاک می‌شود.

استفاده از کود از طریق دو مکانیسم، یکی افزایش تعرق و دیگری دسترسی بیشتر به آب، منجر به افزایش بهره‌وری آب می‌شود. تغذیه‌ی مناسب، موجب بهبود رشد گیاه در شرایط رقابتی (با علف‌های هرز) می‌شود. گیاهی که مواد غذایی کافی دریافت کند به سرعت سطح خاک را پوشش می‌دهد. این امر موجب کاهش تبخیر از سطح خاک و همچنین افزایش قدرت رقابت گیاه در برابر علف‌های هرز می‌شود.

تقویت‌کننده‌های رشد

موضوع: زراعت طبقه‌بندی: مکمل‌ها

مرور: تقویت‌کننده‌های گیاه (تنظیم کننده‌های رشد) بسته به نوع PGRs[1] اثر مختلفی بر رشد و نمو گیاه دارند.

منطقه‌ی جغرافیای:	نوع محصول:	مقیاس:
همه	همه	مزرعه

مصرف مفید:	مصرف غیرمفید:	جریان برگشتی:
متغیر	متغیر	متغیر

تأثیر در مقیاس مزرعه‌ای:

- بسیار متنوع

تأثیر در مقیاس حوضه‌ای:

- بسیار متنوع

جزئیات:

تقویت‌کننده‌های رشد به بسیاری از مواد شیمیایی کشاورزی اطلاق می‌شود که بر رشد و نمو گیاه تأثیر می‌گذارند. در حقیقت، تقویت‌کننده‌های رشد هورمون‌هایی هستند که بر ژن، تقسیم سلولی و رشد آن‌ها اثرگذار هستند. تقویت‌کننده‌های رشد ترکیبات شیمیایی هستند که می‌توانند برای گیاهان به کار برده شوند. مقدار اندکی از این مواد مورد نیاز است.

این مواد هنوز به طور گسترده به‌کار نمی‌روند، اما طبق مطالعات مختلف می‌توانند در فرآیندهای مختلف گیاه از جمله مقاومت به خشکی، عملکرد بیشتر، رشد سریع‌تر برگ و بسیاری موارد دیگر مؤثر باشند. تقویت‌کننده‌های رشد همچنین موجب افزایش بهره‌وری آب می‌شوند. دامنه‌ی گسترده‌ای از تقویت‌کننده‌های رشد وجود دارند که نیازمند تحقیقات بیشتر هستند.

1. Plant Growth Regulators

تناوب کشت

موضوع: زراعت طبقه‌بندی: انتخاب گیاه

مرور: تناوب زراعی عبارت است از کشت گیاهان مختلف در زمان‌های مختلف در یک زمین، الگوهای کشت مربوط به زمان‌بندی و ترتیب کشت در منطقه‌ای خاص است.

منطقه‌ی جغرافیای:	نوع محصول:	مقیاس:
همه	همه	مزرعه

مصرف مفید:	مصرف غیرمفید:	جریان برگشتی:
متغیر	متغیر	متغیر

تأثیر در مقیاس مزرعه‌ای:

- بسیار متنوع

تأثیر در مقیاس حوضه‌ای:

- بسیار متنوع

جزئیات:

انتخاب گیاه و الگو/تناوب کشت از پارامترهای بسیار مهم در مصرف آب، بهره‌وری آب و بازده اقتصادی است. در تناوب کشت، کشاورزان عموماً به‌جای گیاهانی که مصرف آب زیادی دارند (مانند برنج و نیشکر)، گیاهانی را کشت می‌کنند که مصرف آب کمتری دارند. به طور قطع، آب تنها فاکتور برای جایگزین‌کردن گیاهان نیست، در بیشتر موارد بازده اقتصادی در کنار دانش کشاورز و ترجیحات فرهنگ غذایی در تصمیم‌گیری انتخاب گیاه مؤثر است.

ارقام پرمحصول

موضوع: زراعت طبقه‌بندی: انتخاب گیاه

مرور: این اقدام عبارت است از استفاده از ارقامی از بذر که محصول بیشتری تولید می‌کنند.

منطقه‌ی جغرافیای:	نوع محصول:	مقیاس:
همه	همه	مزرعه

مصرف مفید:	مصرف غیرمفید:	جریان برگشتی:
بالا	خنثی	پایین

تأثیر در مقیاس مزرعه‌ای:

- افزایش رشد گیاه و بهره‌وری آب بیشتر
- تعرق بیشتر قابل انتظار است

تأثیر در مقیاس حوضه‌ای:

- تقاضای بیشتر آب
- بهره‌وری بیشتر آب

جزئیات:

ارقام گیاهی دارای عملکرد بالا که توسط اصلاح‌کننده‌های گیاهی توسعه می‌یابند، برای تولید مواد غذایی کافی ضروری هستند، مانند انقلاب سبز در دهه ۱۹۶۰ که توسعه واریته‌های جدید باعث افزایش تولید محصولات کشاورزی در سراسر جهان شد. پیشرفت‌های ژنتیکی موجب تسریع در فرایند اصلاح نباتات شده است.

روش‌های گذشته عمدتاً محدود به انتخاب بین فنوتیپ‌ها (صفات قابل مشاهده در مزرعه) بوده‌اند، اما اکنون به منظور توسعه رویکرد یکپارچه اصلاح نژاد، با تحقیقات ژنتیکی ترکیب شده است. اصلاح ژنتیک می‌تواند ارقامی با عملکرد بالا تولید کند، اگرچه این فناوری چندان توسط عموم مردم پذیرفته‌شده نیست. همچنین وابستگی به عرضه‌کنندگان بذور اصلاح‌شده یکی دیگر از چالش‌های این اقدام است.

به طور کلی تأثیر ارقام با عملکرد بالا در مصرف آب متفاوت است. در برخی موارد به موازات افزایش بهره‌وری آب، مقدار مصرف آب نیز از طریق تعرق افزایش می‌یابد.

ارقام با دوره‌ی رشد کوتاه

موضوع: زراعت طبقه‌بندی: انتخاب گیاه

مرور: این اقدام شامل استفاده از ارقام گیاهی است که دوره‌ی رشد کوتاهی دارند.

منطقه‌ی جغرافیای:	نوع محصول:	مقیاس:
همه	همه	مزرعه
مصرف مفید:	مصرف غیرمفید:	جریان برگشتی:
پایین	خنثی	بالا

تأثیر در مقیاس مزرعه‌ای:

- تقاضای آب کمتر توسط گیاه

تأثیر در مقیاس حوضه‌ای:

- تقاضای آبیاری کمتر

جزئیات:

اصلاح نباتات موجب تولید ارقامی با دوره‌ی رشد کوتاه‌تر می‌شود. ارقام اصلاح‌شده برای بسیاری از گیاهان مانند برنج، گندم و ذرت وجود دارد. بیشتر این ارقام به‌دلیل ویژگی "کوتاه قدبودن" انتخاب شده‌اند به طوری که نسبت ساقه و برگ به اندام‌های ذخیره‌کننده اصلاح شده است.

به طور کلی تأثیر کوتاه‌شدن دوره‌ی رشد شامل کاهش تعرق بدون تأثیر بر عملکرد محصول، کاهش مصرف آب و افزایش بهره‌وری آب است.

عمق ریشه‌ی ارقام

موضوع: زراعت طبقه‌بندی: انتخاب گیاه

مرور: این اقدام عبارت است از استفاده از ارقامی با سیستم ریشه‌ی عمیق‌تر.

منطقه‌ی جغرافیای:	نوع محصول:	مقیاس:
همه	همه	مزرعه

مصرف مفید:	مصرف غیرمفید:	جریان برگشتی:
بالا	خنثی	پایین

تأثیر در مقیاس مزرعه‌ای:

- تقاضای آبیاری کمتر

تأثیر در مقیاس حوضه‌ای:

- کاهش جریان برگشتی (با تأثیر احتمالی بر کاربران ثالث)
- تقاضای کمتر برای آب

جزئیات:

اصلاح‌کنندگان، ارقامی با سیستم‌های ریشه‌زایی عمیق‌تر را توسعه داده‌اند. این ارقام در بعضی مواقع به عنوان گونه مقاوم در برابر خشکی به بازار عرضه می‌شوند، زیرا می‌توانند از لایه‌های عمیق‌تر خاک آب را جذب کنند. استفاده از ارقام دارای سیستم ریشه‌زایی اصلاح‌شده زمانی مؤثر است که آب ناشی از بارش باران خارج از فصل رشد گیاه خلل و فرج موجود در لایه‌های خاک را پر کرده باشد. در موارد دیگر، ممکن است منجر به نفوذ کمتر یا زهکشی کمتر شود، بنابراین تجزیه و تحلیل تأثیر این اقدام در سطح حوضه الزامی است.

زمان کشت/نشا

موضوع: زراعت طبقه‌بندی: انتخاب گیاه

مرور: این اقدام به بهینه‌سازی زمان کشت/نشا به‌منظور استفاده مفیدتر از منابع آب می‌پردازد.

منطقه‌ی جغرافیای:	نوع محصول:	مقیاس:
همه	همه	مزرعه

مصرف مفید:	مصرف غیرمفید:	جریان برگشتی:
متنوع	متنوع	متنوع

تأثیر در مقیاس مزرعه‌ای:

- بسیار متنوع

تأثیر در مقیاس حوضه‌ای:

- بسیار متنوع

جزئیات:

به منظور بهره‌مندی از بهترین شرایط آب و هوایی (بارندگی، دما، آفتاب) بذر یا نشا باید در زمان مناسب کاشته یا منتقل شود. اگرچه این امر به دلایل مختلف، همیشه امکان‌پذیر نیست. برای مثال، در بیشتر موارد قیمت محصولات برداشت‌شده خارج از فصل برداشت بالاتر است. عادات کشاورزان، کمبود نیروی کار یا فقدان پیش‌بینی فصلی ممکن است، مانع زمان‌بندی بهینه شود. تأثیر زمان بهینه‌ی کشت بر مصرف آب به چگونگی اجرای این اقدام بستگی دارد. در صورت اجرای بهینه، می‌توان با مقدار کمی افزایش در مصرف آب، عملکرد بیشتری به‌دست آورد و در نتیجه بهره‌وری آب را افزایش داد.

تراکم کشت

موضوع: زراعت طبقه‌بندی: انتخاب گیاه

مرور: این اقدام به فضای خالی بین گیاهان در مزرعه مربوط می‌شود. هرچه گیاهان در مزرعه به یکدیگر نزدیک باشند تراکم کشت بالاتری دارند.

منطقه‌ی جغرافیای:	نوع محصول:	مقیاس:
همه	همه	مزرعه

مصرف مفید:	مصرف غیرمفید:	جریان برگشتی:
بالا	پایین	خنثی

تأثیر در مقیاس مزرعه‌ای:

- بسیار متنوع

تأثیر در مقیاس حوضه‌ای:

- بسیار متنوع

جزئیات:

تراکم بهینه‌ی کشت به عوامل متعددی از جمله حاصلخیزی خاک، نیروی کار، ماشین‌آلات، در دسترس‌بودن آب و اقلیم وابسته است. در بعضی موارد، تراکم کشت کمتر می‌تواند در جذب بیشتر باران برای هر بوته یا کاهش تقاضای آبیاری مؤثر باشد. از طرف دیگر، افزایش تراکم کشت موجب کاهش تبخیر از سطح خاک و کاهش مصرف غیرمفید آب توسط علف‌های هرز می‌شود.

مالچ‌پاشی

موضوع: زراعت طبقه‌بندی: پوشش

مرور: این اقدام عبارت است از پوشش زمین با استفاده از مالچ، که می‌تواند شامل بقایای گیاهی یا موادی که به مزرعه منتقل می‌شود (مانند پلاستیک، ورقه‌های نازک مواد مختلف) باشد.

منطقه‌ی جغرافیای:	نوع محصول:	مقیاس:
همه	همه	مزرعه

مصرف مفید:	مصرف غیرمفید:	جریان برگشتی:
خنثی	پایین	بالا

تأثیر در مقیاس مزرعه‌ای:

- کاهش تبخیر غیرمفید

تأثیر در مقیاس حوضه‌ای:

- کاهش تقاضای آب
- کاهش فرسایش

جزئیات:

مالچ عبارت است از لایه‌ای از مواد که در سطح خاک قرار می‌گیرد. مالچ می‌تواند موجب حفظ رطوبت خاک، بهبود حاصلخیزی، سلامت خاک و/یا کاهش رشد علف‌های هرز شود.

مالچ می‌تواند طبیعی یا مصنوعی باشد. مالچ طبیعی می‌تواند حاصل بقایای محصولات کشت شده‌ی قبلی باشد. مواد طبیعی مانند تراشه‌های پوست و یا کاه هم می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. استفاده از ورق‌های پلاستیکی به عنوان مالچ نیز بخصوص در چین رواج دارد. نتایج بسیاری از تحقیقات در زمینه مالچ‌پاشی، صرفه‌جویی قابل توجه در مصرف آب و توسعه فصل رشد (کشت زودتر از موعد) در اثر تنظیم دما را گزارش کرده‌اند.

از نظر صرفه‌جویی در مصرف آب، مالچ‌پاشی بسیار مؤثر است. نیروی کار و هزینه در استفاده از روش مالچ‌پاشی بسیار مهم است.

ایجاد سایه

موضوع: زراعت طبقه‌بندی: پوشش

مرور: هدف از این اقدام ایجاد سایه، کاهش تابش مستقیم نور خورشید با گیاه یا سطح زمین است.

منطقه‌ی جغرافیای:	نوع محصول:	مقیاس:
گرم	همه	مزرعه

مصرف مفید:	مصرف غیرمفید:	جریان برگشتی:
خنثی	پایین	خنثی

تأثیر در مقیاس مزرعه‌ای:

- کاهش مصرف غیرمفید آب

تأثیر در مقیاس حوضه‌ای:

- کاهش تقاضای آب

جزئیات:

با پوشاندن مزارع با تور یا کاشت گیاهان بلندتر مانند درختان در جوار گیاهان کشت شده، می‌توان سایه ایجاد کرد. ایجاد سایه، گیاهان را از دمای بالا و تبخیر زیاد حفاظت می‌کند و مقدار تبخیر از سطح خاک را کاهش می‌دهد.

در صورت استفاده از گیاهان بلند یا درختان برای ایجاد سایه، ممکن است مقدار مصرف آب در کل مزرعه افزایش یابد. بنابراین تحلیل هزینه/فایده در استفاده از این روش سایه‌اندازی ضروری است. همچنین استفاده از تور برای ایجاد سایه هزینه‌بر و نیازمند نیروی کارگری است.

کنترل علف‌های هرز

موضوع: زراعت طبقه‌بندی: پوشش

مرور: به منظور کنترل علف‌های هرز از فناوری‌های شیمیایی، مکانیکی، مدیریت محصولات زراعی و بیولوژیکی استفاده می‌شود.

منطقه‌ی جغرافیای:	نوع محصول:	مقیاس:
همه	همه	مزرعه

مصرف مفید:	مصرف غیرمفید:	جریان برگشتی:
خنثی	پایین	بالا

تأثیر در مقیاس مزرعه‌ای:

- کاهش تبخیر غیرمفید آب
- فضای بیشتر برای گیاهان

تأثیر در مقیاس حوضه‌ای:

- کاهش مصرف غیرمفید آب

جزئیات:

روش‌های مختلفی برای کنترل علف‌های هرز وجود دارد. کنترل موفقیت‌آمیز علف‌های هرز اغلب به ترکیب یا استفاده از چند روش مختلف (مدیریت تلفیقی علف‌های هرز) نیاز دارد. روش‌های اصلی شامل روش دستی، مکانیکی، مدیریت محصولات زراعی، چرای دام، کنترل بیولوژیک، استفاده ازعلف‌کش‌ها، سوزاندن، در معرض آفتاب قرار دادن، سیلاب و طیف وسیعی از روش‌های جدید است.

هدف کلی کنترل علف‌های هرز، کاهش رقابت گیاهان برای مصرف آب، فضا، مواد مغذی و نور خورشید است. در این روش، صرفه‌جویی واقعی آب اندک است، زیرا محصولی که جایگزین علف‌های هرز می‌شود نیز آب مصرف می‌کند. با این همه، تغییر از مصرف غیرمفید آب به مصرف مفید، موجب افزایش بهره‌وری آب می‌شود.

گیاهان پوششی

موضوع: زراعت طبقه‌بندی: پوشش

مرور: گیاهانی که به عنوان پوشش استفاده می‌شوند بیشتر با هدف حفاظت از خاک کشت می‌شوند تا افزایش عملکرد محصول.

منطقه‌ی جغرافیای:	نوع محصول:	مقیاس:
همه	همه	مزرعه

مصرف مفید:	مصرف غیرمفید:	جریان برگشتی:
بالا	خنثی	پایین

تأثیر در مقیاس مزرعه‌ای:

- مصرف بیشتر آب بوسیله گیاهان پوششی

تأثیر در مقیاس حوضه‌ای:

- مصرف بیشتر آب بوسیله گیاهان پوششی

جزئیات:

گیاهان پوششی معمولاً علف‌ها یا لگوم‌ها هستند اما ممکن است گیاهان سبز دیگری را نیز شامل شوند. گیاهان پوششی معمولاً برای مقابله با علف‌های هرز، مدیریت فرسایش خاک، کمک به ساخت و بهبود حاصلخیزی و کیفیت خاک، کنترل بیماری‌ها و آفات و افزایش تنوع زیستی استفاده می‌شوند. گیاه پوششی عموماً در خارج از فصل کشت معمول رشد می‌کند و در حقیقت، زمین را برای کشت محصول بعدی آماده می‌کند.

گیاهان پوششی مقدار زهاب خروجی از مزرعه را کاهش می‌دهند و موجب افزایش نفوذ به آب زیرزمینی می‌شوند. در عین حال، گیاهان پوششی از طریق تعرق آب مصرف می‌کنند و ممکن است رطوبت در دسترس خاک را برای محصول اصلی کاهش دهند. مانند سایر اقدامات، شرایط خاک و اقلیم تأثیر این اقدام را تعیین می‌کند.

آفت‌کش‌ها

موضوع: زراعت طبقه‌بندی: کنترل بیماری‌ها

مرور: این اقدام با استفاده از آفت‌کش‌ها از گیاهان حفاظت می‌کند.

منطقه‌ی جغرافیایی:	نوع محصول:	مقیاس:
همه	همه	مزرعه

مصرف مفید:	مصرف غیرمفید:	جریان برگشتی:
بالا	خنثی	پایین

تأثیر در مقیاس مزرعه‌ای:

- بهبود رشد گیاه و بهره‌وری آب

تأثیر در مقیاس حوضه‌ای:

- افزایش بهره‌وری آب

جزئیات:

استفاده از سموم دفع آفات برای محافظت گیاهان در برابر آفات و بیماری‌ها روش متداولی است. تأثیر استفاده از سموم دفع آفات بر بهره‌وری آب این است که این سموم باعث کاهش تلفات محصول می‌شوند، در نتیجه بهره‌وری بالاتری به‌دست می‌آید.

کنترل بیولوژیکی بیماری و آفات

موضوع: زراعت طبقه‌بندی: کنترل بیماری‌ها

مرور: این اقدام با استفاده از اقدامات بیولوژیکی (ارگانیک) از گیاهان حفاظت می‌کند.

منطقه‌ی جغرافیای:	نوع محصول:	مقیاس:
همه	همه	مزرعه

مصرف مفید:	مصرف غیرمفید:	جریان برگشتی:
بالا	خنثی	پایین

تأثیر در مقیاس مزرعه‌ای:

- بهبود رشد گیاه و بهره‌وری آب

تأثیر در مقیاس حوضه‌ای:

- افزایش بهره‌وری آب

جزئیات:

گیاه‌پزشکی بیولوژیکی، با معرفی دشمنان طبیعی ارگانیسم‌های مضر و محصولات بیولوژیکی حفاظت از گیاهان، آفات و بیماری‌ها را کنترل می‌کنند. طیف گسترده‌ای از روش‌های حفاظت بیولوژیکی از گیاهان، از جمله آفت‌کش‌های بیولوژیکی (بیوسموم)، فرومون‌ها و تله‌های نواری وجود دارد. این اقدام همانند کودها، باعث کاهش تلفات و در نتیجه افزایش عملکرد محصول می‌شود.

آبشویی

موضوع: زراعت طبقه‌بندی: مدیریت شوری

مرور: هدف از این اقدام خارج‌ساختن نمک از ناحیه ریشه گیاه با استفاده از آب است.

منطقه‌ی جغرافیای:	نوع محصول:	مقیاس:
خشک	همه	مزرعه، سیستم
مصرف مفید:	مصرف غیرمفید:	جریان برگشتی:
بالا	بالا	پایین

تأثیر در مقیاس مزرعه‌ای:

- افزایش تقاضای آب
- عملکرد بیشتر محصول

تأثیر در مقیاس حوضه‌ای:

- افزایش بسیار زیاد تقاضای آب
- خطر غرقاب‌شدن

جزئیات:

آبشویی مزارع شور، شامل حذف نمک‌های اضافی از خاک زراعی و زیرسطحی از طریق شستشو با آب است. شوری اولیه در اثر تبخیر-تعرق گیاه و خاک و برداشت آب و باقی‌ماندن نمک در آن ایجاد می‌شود. شوری ثانویه در اثر ورود آب شور زیرزمینی به ناحیه ریشه ایجاد می‌شود.

آبشویی می‌تواند به صورت طبیعی از طریق بارش زیاد در طول فصل، رخ دهد. در سایر موارد، کشاورزان مجبورند بیش از نیاز آبی گیاه آبیاری کنند. در زمان آبشویی، وجود یک سیستم زهکشی مناسب به‌منظور تخلیه زه‌آب‌های شور به دریا یا حوضچه‌های تبخیر ضروری است. آبشویی به مقدار زیادی آب نیاز دارد که قابل استفاده مجدد نیست.

گیاهان مقاوم به شوری

موضوع: زراعت طبقه‌بندی: مدیریت شوری

مرور: هدف از این اقدام استفاده از ارقامی از گیاهان است که به درجات مختلف شوری مقاوم باشند.

منطقه‌ی جغرافیای:	نوع محصول:	مقیاس:
خشک	همه	مزرعه

مصرف مفید:	مصرف غیرمفید:	جریان برگشتی:
بالا	بالا	پایین

تأثیر در مقیاس مزرعه‌ای:

- عملکرد بیشتر محصول

تأثیر در مقیاس حوضه‌ای:

- افزایش زمین مناسب برای کشاورزی

جزئیات:

طی دو دهه‌ی اخیر، برنامه‌های اصلاح ژنتیک به طور قابل توجهی مقاومت گونه‌های مهم زراعی مانند جو، برنج، ارزن، ذرت، سورگوم، یونجه و بسیاری از انواع چمن‌ها به شوری را افزایش داده است. مطالعات و اصلاحات ژنتیک محصولات مقاوم به شوری را توسعه داده است.

به طور کلی استفاده از ارقام مقاوم به شوری برای افزایش بهره‌وری آب و صرفه‌جویی در مصرف آب بسیار مهم است. با کاربرد این ارقام برای شست‌وشو به آب کمتری نیاز است و نسبت به ارقام دیگر تحت شرایط شوری یکسان محصول بیشتری تولید خواهد شد.

نتیجه‌گیری

دستیابی به صرفه‌جویی واقعی آب پیچیده و وابسته به شرایط است. این پژوهش اطلاعات مربوط به تغییرات ایجاد شده به واسطه اجرای اقدامات مختلف را در مقیاس مزرعه‌ای ارائه می‌دهد. بررسی‌ها در مقیاس بزرگ‌تر نیازمند تحلیل در سطح منطقه و حوضه است. مفهوم "ردیابی آب" اصطلاحات حسابداری آب را به منظور طبقه‌بندی جریان‌های آب در هر سیستم بیان می‌کند. با استفاده از مفاهیم و راهنماهای موجود در این سند، تصمیم‌گیران می‌توانند با استفاده از اقدامات پایدار، مدیریت سیستم‌های آب را بهبود بخشند که موجب صرفه‌جویی واقعی در مصرف آب شود.

فهرست اقدامات ارائه شده در این گزارش، مواردی را ارائه می‌دهد که منجر به افزایش بهره‌وری آب و کاهش مصرف آب شوند. اقدامات مختلف در بخش مدیریت آب و آبیاری، عموماً به عنوان فناوری‌های صرفه‌جویی در مصرف آب گسترش یافته‌اند. اما رویکرد "ردیابی آب" نشان می‌دهد که کاهش مصرف آب محدود است. صرفه‌جویی در مصرف آب تنها با کاهش مصرف آب و جریان‌های بازگشتی غیرقابل بازیافت حاصل می‌شود.

به منظور تبدیل رویکرد صرفه‌جویی در مصرف آب به عمل و کمک به تصمیم‌گیران برای اتخاذ رویکرد پیشنهادی، ابزارهایی لازم است. این سند

راهنمـا، اطلاعـات لازم را بـرای کمـک بـه تصمیم‌گیـران و تبدیـل اقدامـات از مقیـاس مزرعـه‌ای بـه مقیـاس حوضـه ارائـه می‌دهـد. بـرای ادامـه‌ی ایـن کار و ترویـج اجـرای پایـدار اقدامـات افزایـش بهـره‌وری آب نیـاز بـه مخاطبـان گسـترده‌تری اسـت.

منابع

Adamson, D. & Loch, A. 2014. Possible negative feedbacks from 'gold-plating' irrigation infrastructure. *Agricultural Water Management*, 145, 134–144. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2013.09.022.

Aerts, J.C.J.H. & Droogers, P. 2004. *Climate change in contrasting river basins*: *adaptation strategies for water for food and water for the environment*. 288 pp. Wallingford UK, CABI.

Dinar, A., Tieu, A. & Huynh, H. 2019. Water scarcity impacts on global food production. *Global Food Security*, 23, 212–226. https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.07.007.

Droogers, P. & Carpenter, C. 2020. *Supporting adaptation decision-making for climate-resilient investments*: *good practice guide*. Mandaluyong, Philippines, Asian Development Bank.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 1989a. *Irrigation water management*: *irrigation scheduling*. Rome.

FAO.1989b. *Irrigation water management*: *irrigation method*s. Rome.

FAO. 2011. *The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture*. Rome, FAO; London, Earthscan.

FAO. 2012. *Coping with water scarcity*: *an action framework for agriculture and food* security. FAO Water Reports 38. Rome.

Giordano, M., Turral, H., Scheierling, S., Treguer, D. & McCornick, P. 2017. *Beyond* '*more crop per drop*': *evolving thinking on agricultural water productivity*. IWMI Research Report 169. Colombo, Sri Lanka, International Water Management Institute (IWMI); Washington, DC, World Bank. https://doi.org/10.5337/2017.202

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2019. *Climate change and land*: *an IPCC special report on climate change*, *desertification*, *land degradation*, *sustainable land management*, *food security*, *and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*. Geneva.

Keller, A.A. & Keller, J. 1995. *Effective efficiency*: *a water use efficiency concept for allocating freshwater resources*. Little Rock, Arkansa, USA, Center for Economic Policy Studies, Winrock International.

Molden, D., Sakthivadivel, R. & Habib, Z. 2001. *Basin-level use and productivity of water*: *examples from South Asia*. IWMI Research Report. Colombo, Sri Lanka, IWMI. **46** *Guidance on realizing real water savings with crop water productivity interventions*

Pérez-Blanco, C., Hrast-Essenfelder, A. & Perry, C. 2020. Irrigation technology and water conservation : from panaceas to actual solutions. (submitted)

Perry, C. 2007. Efficient irrigation; inefficient communication; flawed recommendations. *Irrigation and Drainage*, 56, 367–378. https://doi.org/10.1002/ird.323.

Perry, C. & Steduto, P. 2017. *Does improved irrigation technology save water? A review of the evidence*. Rome, FAO. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.35540.81280.

Perry, C., Steduto, P., Allen, R.G. & Burt, C.M. 2009. Increasing productivity in irrigated agriculture: agronomic constraints and hydrological realities. *Agricultural Water Management*, 96, 1517–1524. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2009.05.005

Turral, H., Burke, J. & Faures, J-M. 2011. *Climate change*, *water and food security*. FAO Water Reports 36, FAO Water Reports 36. Rome.

Ward, F.A. & Pulido-Velazquez, M. 2008. Water conservation in irrigation can increase water use. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 105, 18215–18220. https://doi.org/10.1073/pnas.0805554105.

پیوست‌ها

پیوست ۱- فهرست منابع موجود

عنوان	نویسندگان	سال	نوع منبع	مجله	منابع اضافی ذکر شده توسط نشریه اصلی
Effect and side-effect assessment of different agricultural water saving measures in an integrated framework	Raeisi *et al.*	۲۰۱۹	مقاله مجله علمی	Agricultural Water Management	Kiziloglu *et al.*, 2006.
Effects of deficit irrigation strategies on soil salinization and sodification in a semiarid drip-irrigated peach orchard	Aragues *et al.*	۲۰۱۴	مقاله مجله علمی	Agricultural Water Management	
Effects of seasonal water use and applied n fertilizer on wheat water productivity indices	Montazar *et al.*	۲۰۱۲	مقاله مجله علمی	Irrigation and Drainage	
Effect of different quantities of supplemental irrigation and its salinity on yield and water use of winter wheat (triticum aestivum)	Kiani *et al.*	۲۰۱۲	مقاله مجله علمی	Irrigation and Drainage	
Developing scenarios to assess sunflower and soybean yield under different sowing dates and water regimes in the Bekaa Valley (Lebanon): simulations with AquaCrop	Saab *et al.*	۲۰۱۴	مقاله مجله علمی	International Journal of Plant Production	

Zhou *et al*.,1996; Zhao *et al*. 1996; Hu, 1992; Wang & Xu, 1991; Wang *et al*., 201; Fan & Wang, 2010; Zhu & Wang, 1996; Chen, 2005; Sun *et al*., 2010; Fang *et al*., 2010; Zhang *et al*., 2004; Liu *et al*., 2008; Liu, 2007; Chen *et al*., 2004; Shen *et al*., 2002; Zhang *et al*., 2010	Agricultural Water Management	مقاله مجله علمی	۲۰۱۵	Yan *et al*.	**Assessing potential water savings in agriculture on the Hai Basin Plain, china**
Su *et al*., 1999; Zhang et al., 2000; Zhang et al., 2002; Zhang et al., 2006; Chen *et al*., 2006; Li *et al*., 2007; Zhao *et al*., 1996; Zhu *et al*,. 2000; Chen *et al*., 2002; Zhang *et al*., 2003; Zhang *et al*., 2004; Chen *et al*., 2007; Wang *et al*., 2007; Zhao *et al*., 1999; Zhong *et al*., 2000; Li *et al*., 2000; Wu & Yang, 2004; Dang *et al*., 2006; Yi *et al*., 2008; Shan *et al*., 2006	Agricultural Water Management	مقاله مجله علمی	۲۰۱۰	Fang *et al*.	**Water resources and water use efficiency in the North China Plain: current stats and agronomic management options**
	Agricultural Water Management	مقاله مجله علمی	۲۰۱۰	Chen *et al*.	**Effects of winter wheat row spacing on evapotranspiration, grain yield, and water use efficiency**
	Agricultural Water Management	مقاله مجله علمی	۲۰۱۶	van Oort *et al*.	**Towards groundwater neutral cropping systems in the alluvial Fans of the North China Plain**
	Climate	مقاله مجله علمی	۲۰۱۶	Jha *et al*.	**Impact of irrigation method on water use efficiency and productivity of fodder crops in Nepal**

	Procedia Environmental Sciences	مقاله مجله علمی	۲۰۱۳	Shrestha *et al*.	**Strategies to improve cereal production in the terai region (nepal) during dry season: simulations with AquaCrop**
	Field Crops Research	مقاله مجله علمی	۲۰۱۸	Park *et al*.	**Increasing yield stability and input efficiencies with cost-effective mechanization in Nepal**
	Journal of Soil Science and Environmental Management	مقاله مجله علمی	۲۰۱۲	Sharawat *et al*.	**Simulation of resource-conserving technologies on productivity, income, and greenhouse gas GHG emission in rice-wheat system**
Kahlown *et al*., 2006; Jat *et al*., 2006; Jat *et al*., 2009; Khepar *et al*., 1999; Arora, 2006; Choudhary, 1997; Hira *et al*., 2002; Humphreys *et al*., 2008a; Sandhu *et al*., 1980; Sharma, 1989,1999, Bushan *et al*., 2007; Kukal *et al*., 2010; Erenstein & Lakshmi, 2008.	Advances in Agronomy	فصل کتاب	۲۰۱۰	Humpreys *et al*.	**Halting the groundwater decline in northwest india - which crop technologies will be winners?**
	Field Crops Research	مقاله مجله علمی	۲۰۱۴	Baldwinder-Singh *et al*.	**options for increasing productivity of the rice-wheat system of north west india while reducing groundwater depletion: Part I**
	Field Crops Research	مقاله مجله علمی	۲۰۱۵	Baldwinder-Singh *et al*.	**Options for increasing productivity of the rice-wheat system of north west India while reducing groundwater depletion: Part II**
Farooq *et al*., 2007; Humphreys *et al*.,2005,2010; Jehangir *et al*., 2007.	Agriculture, Ecosystems and Environment	مقاله مجله علمی	۲۰۱۳	Ahmad *et al*.	**Constraints and opportunities for water savings and increasing productivity through resource conservation technologies in Pakistan**
	Water Resources Management	مقاله مجله علمی	۲۰۱۴	Berbel *et al*.	**Literature review on rebound effect on water saving measures and analysis of a Spanish case study**

	Agricultural Systems	مقاله مجله علمی	۲۰۱۴	Fernández García et al.	**Effects of modernization and medium term perspectives on water and energy use in irrigation districts**
	Outlook on Agriculture	مقاله	۲۰۱۰	Rodríguez Díaz *et al*.	**Modernizing water distribution networks**
Lecina *et al*., 2009; Stambouli, 2012; Ruiz *et al*., 2008; Hydrographic Tajo Confederation, 2013; Fernández *et al*.,2012.	Sustainable Development	مقاله مجله علمی	۲۰۱۵	González-Cebollada	**Water and energy consumption after the modernization of irrigation in Spain**
Burt *et al*., 2002; Ward & Pulido- Velazquez, 2008.	International commission on Irrigation and Drainage (icid) Conference Paper	مقاله مجله علمی	۲۰۱۳	Thoreson *et al*.	**Drip irrigation impacts on evapotranspiration rates in california's san Joaquin Valley**
	The American Society of Agricultural and Biological Engineers (ASABE) Conference Paper	مقاله مجله علمی	۲۰۰۶	Schneekloth *et al*.	**Furrow irrigation management with limited water**
	International Water Management Institute (IWMI) Research Reports	گزارش فنی	۲۰۰۷	Ahmad *et al*.	**Water saving technologies: myths and realities revealed in Pakistan rice-wheat systems**
	IWMI Research Reports	گزارش فنی	۱۹۹۸	Amarasinghe *et al*.	**Impact assessment of rehabilitation intervention in Gal Oya Left bank**
	Agricultural Water Management	مقاله مجله علمی	۲۰۱۵	Ayars *et al*.	**Subsurface drip irrigation in California – here to stay?**
	Water Resources Research	مقاله مجله علمی	۲۰۰۸	Clemmens *et al*.	**Technical concepts related to conservation of irrigation and rainwater in agricultural systems**

Klocke *et al*., 2004.	Water Resources Research	مقاله مجله علمی	۲۰۰۸	Saseendran *et al*.	**Use of crop simulation models to evaluate limited irrigation management options for corn in a semiarid environment**
	International Journal of Water Resources Development	مقاله مجله علمی	۲۰۱۲	Dagnino & Ward	**Economics of agricultural water conservation: empirical analysis and policy implications**
	Water Saving for Rice	فصل کتاب	۲۰۰۱	Dong *et al*.	**Water productivity in the Zhanghe irrigation system: issues of scale**
	Field Crops Research	مقاله مجله علمی	۲۰۰۸	Erenstein *et al*.	**On-farm impacts of zero tillage wheat in south Asia's rice-wheat systems**
	Water	مقاله مجله علمی	۲۰۱۶	Expósito & Berbel	**Microeconomics of deficit irrigation and subjective water response function for intensive olive groves**
Alsam *et al*., 1989.	International Maize and Wheat improvement Center (CIMMYT)	گزارش فنی	۲۰۰۷	Farooq *et al*.	**Adoption and impacts of zero-tillage in the rice-wheat zone of irrigated Punjab, Pakistan**
	Oxford Agrarian Studies	مقاله	۱۹۹۰	Feinerman & Yaron	**Adoption of drip irrigation in cotton: the case of kibbutz cotton growers in Israel**
	Regional Environmental Change	مقاله مجله علمی	۲۰۱۴	Graveline *et al*.	**Hydro-economic modelling of water scarcity under global change: an application to the Gállego river basin (Spain)**
Goldhamer & Peterson, 1984; Fulton *et al*., 1991; Boyle Engineering Corp, 1994.	Irrigation and Drainage Systems	مقاله مجله علمی	۲۰۰۲	Hanson & Ayars	**Strategies for reducing subsurface drainage in irrigated agriculture through improved irrigation**
Aslam *et al*., 1993; Gill *et al*., 2000.	IWMI	فصل کتاب	۲۰۰۳	Hobbs & Gupta	**Rice-wheat cropping systems in the indoGangetic Plains: issues of water productivity in relation to new resource-conserving technologies**
Kahlown *et al*., 2002; Rickman, 2002.	Plant Production Science	مقاله مجله علمی	۲۰۰۵	Humpreys *et al*.	**Water saving in rice-wheat systems**

	Agricultural Water Management	مقاله مجله علمی	۲۰۱۰	Jackson *et al*.	**A comparative analysis of water application and energy consumption at the irrigated field level**
	Journal of Arid Environments	مقاله مجله علمی	۲۰۰۸	Khan et al.	**Enhancing water productivity at the irrigation system level: a geospatial hydrology application in the Yellow River Basin**
	Journal of Arid Environments	مقاله مجله علمی	۱۹۹۲	Kranz *et al*.	**Water and energy conservation using irrigation scheduling with center-pivot irrigation systems**
Lamm & Trooien, 1999; Ayars, 1999.	Proceedings of the 2nd International Conference of the Asia Pacific Association of Hydrology and Water Resources	مقاله مجله علمی	۲۰۰۴	Kumar *et al*.	**Dripping water to a water guzzler: techno economic evaluation of drip irrigation of alfalfa in north Gujarat, india**
Narayanamoorthy, 2004; Jadhav *et al*., 1990; Hapase *et al*., 1992; Narayanamoorthy, 1996; Reddy & Thimmegowda, 1997; Shiyani *et al*.,1999; Palanisamy *et al*., 2002.		مقاله	۲۰۰۸	Kumar *et al*.	**Water saving and yield enhancing microirrigation technologies in india: when and where can they become best bet technologies**
	Water Resources Management	مقاله مجله علمی	۲۰۱۰	Lecina *et al*.	**Irrigation modernization and water conservation in Spain: the case of riegos del alto Aragón**
	Indian Journal of Agricultural Research	مقاله مجله علمی	۲۰۰۵	Luquet *et al*.	**More crop per drop: how to make it acceptable for farmers?**
	Indian Journal of Agricultural Research	مقاله مجله علمی	۲۰۱۶	Meena *et al*.	**Adoption and impact of zero tillage in the rice-wheat production system of Haryana**

	International Journal of Agricultural and Biological Engineering	مقاله مجله علمی	۲۰۱۰	Nangia *et al*.	**Effects of conservation agriculture on land and Water Productivity in Yellow River Basin, China**
	Tools for Drought Mitigation in Mediterranean Regions	فصل کتاب	۲۰۰۳	Rodrigues *et al*.	**Feasibility of deficit irrigation with centerpivot to cope with limited water supplies in Alentejo, Portugal**
	Water Resources Management	مقاله مجله علمی	۲۰۱۲	Törnqvist & Jarsjö	**Water savings through improved irrigation techniques: basin-scale quantification in semi-arid environments**
Peng *et al*., 1998; Tabbal *et al*., 2002; Tuong, 2003.	Plant Production Science	مقاله مجله علمی	۲۰۰۵	Tuong *et al*.	**More rice, less water – integrated approaches for increasing water productivity in irrigated rice-based systems in Asia**
	Journal of Irrigation and Drainage Engineering	مقاله مجله علمی	۲۰۰۴	Ven *et al*.	**Hydrologic impacts due to changes in conveyance and conversion from flood to sprinkler irrigation practices**

پیوست ۲- خلاصه نتایج موجود

جدول زیر میانگین تغییرات آبیاری، تبخیر و تعرق، عملکرد محصول، بهره‌وری آب و بهره‌وری آب آبیاری حاصل از هر اقدام را نشان می‌دهد. تعداد مطالعات مورد استفاده برای محاسبه‌ی میانگین در ستون "تعداد" نشان داده شده است. اقدامات ارجاع داده شده در دو یا تعداد کمتری از نشریات از جدول مستثنی هستند. در مجموع ۲۴۰ منبع برای این مطالعه استفاده شده است: ۱۳۱ مورد در گروه مدیریت آب، ۴۰ مورد در گروه مدیریت خاک و زمین، ۵۴ مورد در گروه زراعت و ۱۵ اقدام دیگر در چهارچوب اقدامات (زمان‌بندی آبیاری و غیره) لحاظ نشده است.

برای دو ویژگی اول، آبیاری و تبخیر و تعرق، کاهش به عنوان مقادیر منفی و با رنگ آبی مشخص شده‌اند که مناسب تلقی می‌شوند. با این حال، برای تعیین صرفه‌جویی در مصرف واقعی آب، حسابداری آب (همانطور که در فصل ۲ توضیح داده شده است) مورد نیاز است. افزایش عملکرد محصول، بهره‌وری آب (به ازای هر واحد تبخیر و تعرق) و بهره‌وری آبیاری (به ازای هر واحد آبیاری) نیز با رنگ آبی نشان داده شده است.

جدول ۶- خلاصه تغییرات متوسط گزارش‌شده (درصد) از تأثیر اقدامات مختلف بر آبیاری، تبخیر-تعرق، عملکرد محصول، بهره‌وری آب و بهره‌وری آبیاری

اقدامات	تعداد	تغییر در آبیاری (درصد)	تغییر در تبخیر و تعرق (درصد)	تغییر در عملکرد محصول (درصد)	تغییر در بهره‌وری آب (درصد)	تغییر در بهره‌وری آبیاری (درصد)
زراعت	۵۴	-۴	-۶	۱۹	۲۷	۱۲
پوشش	۲۴					
مالچ‌پاشی	۲۴	۰	-۳	۱۴	۱۴	۰
انتخاب گیاه	۱۸					
تناوب کشت	۴	۸	-۱۹	-۱۴	۱	۱۵
ارقام: عملکرد بالا	۳		۰	۱۰	۱۵	
ارقام: دوره کوتاه	۳	-۲۳	-۱۸	-۲	۲۹	۲۲
زمان کشت	۶	-۴	-۲۰	۳۶	۷	-۲
مکمل‌ها	۱۲					
کودها	۱۲			۸۴	۶۲	۲۴
سایر	۱۵	-۲۱	۲	-۴	-۱۶	۳۴
مدیریت آب	۱۳۱	-۳۸	-۵	۱۴	۴۱	۵۰
آبیاری در سطح مزرعه	۱۲۴					
آبیاری تناوبی	۳	-۳۷	۰	۱	-۷	۳۱
آبیاری جویچه‌ای یا فارو	۳	-۱۵		۰		۵
کم‌آبیاری	۲۷	-۳۸	-۲۷	-۲۳	-۱۳	۵۷
آبیاری قطره‌ای	۶۷	-۴۶	۹	۲۹	۱۱	۸۷
آبیاری بارانی	۱۲	-۲۷		۱۴		-۲
آبیاری زیرسطحی	۶	-۱۵	-۱۰	۶۲		۳۳
آبیاری موجی	۶	-۲۲	۰	۰	-۳	۶
زیرساخت آبیاری	۶					
لوله‌ها	۴	-۲۸	۴	۲۰		
خاک و زمین	۴۰	-۱۸	۳	۱۰	۲	۱۸
خاک‌ورزی	۲۶					
کشت بدون شخم	۲۵	-۱۴	۶	۸	۲	۱۴
تسطیح	۱۴					
تسطیح مزرعه	۱۴	-۲۳	-۲	۱۵	۳	۵۲
مجموع	۲۴۰	-۳۲	-۴	۱۳	۲۰	۳۷

نکته: تغییرات مناسب (کاهش در آبیاری و تبخیر و تعرق و افزایش در عملکرد و بهره‌وری آب) با رنگ آبی و تغییرات نامناسب با رنگ طوسی نشان داده شده است.

مقالات فنی فائو
گزارش‌های آب فائو

1 Prevention of water pollution by agriculture and related activities, 1993 (E/S)

2 Irrigation water delivery models, 1994 (E)

3 Water harvesting for improved agricultural production, 1994 (E)

4 Use of remote sensing techniques in irrigation and drainage, 1995 (E)

5 Irrigation management transfer, 1995 (E)

6 Methodology for water policy review and reform, 1995 (E)

7 Irrigation in Africa in figures/L'irrigation en Afrique en chi res, 1995 (E/F)

8 Irrigation scheduling: from theory to practice,1996 (E)

9 Irrigation in the Near East Region in figures, 1997 (E)

10 Quality control of wastewater for irrigated crop production, 1997 (E)

11 Seawater intrusion in coastal aquifers Guide lines for study, monitoring and control, 1997 (E)

12 Modernization of irrigation schemes: past experiences and future options, 1997 (E)

13 Management of agricultural drainage water quality, 1997 (E)

14 Irrigation technology transfer in support of food security, 1997 (E)

15 Irrigation in the countries of the former Soviet Union in figures, 1997 (E) (also published as RAP Publication 1997/22)

16 Télédétection et ressources en eau/Remote sensing and water resources, 1997 (F/E)

17 Institutional and technical options in the development and management of small-scale irrigation, 1998 (E)

18 Irrigation in Asia in figures, 1999 (E)

19 Modern water control and management practices in irrigation – Impacton performance, 1999 (E)

20 El riego en América Latina y el Caribeen cifras/Irrigation in Latin America and the Caribbean in figures, 2000 (S/E)

21 Water quality management and control of water pollution, 2000 (E)

22 Deficit irrigation practices, 2002 (E)

23 Review of world water resources by country, 2003 (E)

24 Rethinking the approach to groundwater and food security, 2003 (E)

25 Groundwater management: the search for practical approaches, 2003 (E)

26 Capacity development in irrigation and drainage. Issues, challenges and the way ahead, 2004 (E)

27 Economic valuation of water resources: from the sectoral to a functional perspective of natural resources management, 2004 (E)

28 Water charging in irrigated agriculture –An analysis of international experience, 2004 (E) e orts and results, 2007 (E)

29 Irrigation in Africa in figures –AQUASTAT survey – 2005, 2005 (E/F)

30 Stakeholder-oriented valuation to support water resources management processes – Confronting concepts with local practice, 2006 (E)

31 Demand for products of irrigated agriculture in sub-Saharan Africa, 2006 (E)

32 Irrigation management transfer– Worldwide, 2008 (E/S)

33 Scoping agriculture–wetland interactions – Towards a sustainable multiple-response strategy, 2008 (E)

34 Irrigation in the Middle East region in figures – AQUASTAT Survey – 2008, 2009 (Ar/E)

35 The Wealth of Waste: The economics of wastewater use in agriculture, 2010 (E)

36 Climate change, water and food security (E)

37 Irrigation in Southern and Eastern Asia in figures – AQUASTAT Survey – 2011 (E)

38 Coping with water scarcity – An action framework for agriculture and food security (E/F)

39 Irrigation in Central Asia in gures (E)

40 Guidelines to control water pollution from agriculture in China Decoupling water pollution from agricultural production (E)

41 Yield gap analysis of field crops: Methods and case studies (E)

42 Drought characteristics and management in the Caribbean (E)

43 Water accounting and auditing: A sourcebook (E, F) action framework for agriculture and food security (E/F)

44 Drought characteristics and management in Central Asia and Turkey (E)

45 Drought characteristics and management in North Africa and the Near East (E)

46 Guidance on realizing real water savings with crop water productivity interventions (E)

Availability: February 2021

Ar – Arabic Multil – Multilingual

C – Chinese * Out of print

E – English ** In preparation

F – French

P – Portuguese

S – Spanish

The FAO Technical Papers are available through the authorized FAO Sales Agents or directly from Sales and Marketing Group, FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Rome, Italy

Guidance on realizing real water saving with crop productivity interventions

راهنمـــای درک صرفه‌جویـــی واقعـــی در مصـــرف آب از طریـــق اقدامـــات مؤثـــر در ارتقـــای بهـــره‌وری محصـــول

این سـند فنـی راهنمای کاربـردی بکارگیـری اقدامات مؤثـر در افزایش بهـره‌وری آب گیـاه بـه منظـور اعمـال صرفه‌جویـی "واقعـی" آب اسـت. میـان صرفه‌جویـی واقعـی و ظاهـری آب تفـاوت وجـود دارد. صرفه‌جویـی ظاهـری به معنای کاهش برداشـت آب اسـت، اما تغییرات مصـرف آب را در نظـر نمی‌گیـرد. صرفه‌جویی واقعـی به معنای کاهش مصـرف آب و کاهـش جریان‌های برگشـتی غیر قابل بازیافـت (رواناب و نفـوذ) اسـت. ایـن گـزارش تفاوت میـان صرفه‌جویـی آب در مقیاس مزرعـه و حوضه که اغلب منجر به افزایش آب در دسـترس برای سـایر مصرف‌کننـدگان نمی‌شـود را بیـان می‌کند.