



مرکز ملی مطالعات راهبردی کشاورزی و آب اتاق ایران



خلاصه

۱

## صرفه جویی واقعی آب در کشاورزی خلاصه خطمشی مدیریت آب نسل بعد

تهیه شده در مرکز ملی مطالعات راهبردی کشاورزی و آب اتاق ایران



<http://awnrc.com>



awnrc\_iccima



awnrc\_iccima

تهیه شده در مرکز ملی مطالعات راهبردی کشاورزی و آب اتاق ایران

خلاصه

۱

صرفه جویی واقعی آب در کشاورزی

خلاصه خط‌مشی مدیریت آب نسل بعد

## مجموعه مختصر خط‌مشی مدیریت آب نسل بعد

این مجموعه خلاصه شده برای آگاه‌سازی سیاست‌گذاران از رویکردهای جدید و بهبود یافته‌ی جنبه‌های مختلف مدیریت منابع آب برای کشاورزی و امنیت غذایی در سراسر منطقه آسیا و اقیانوسیه تهیه شده است. هر خلاصه، رویکردهای پیشرفته در مدیریت آب را که توسط فائو و شرکای فنی کلیدی آن توسعه یافته و اجرا می‌شود را ارائه می‌دهد. محتوای این مجموعه از دو برنامه اصلی ذیل با مدیریت دفتر منطقه‌ای فائو برای آسیا و اقیانوسیه استخراج شده است:

**برنامه کمیابی آب آسیا و اقیانوسیه (WSP):** هدف از برنامه WSP این است که آب مورد استفاده کشاورزی را به محدودیت‌های پایدار برساند و بخش کشاورزی را برای تولید محصولات با آب کمتر آماده سازد. برنامه WSP با استفاده از ابزارها و روش‌های مناسب و توسعه‌یافته جدید در حال ارزیابی کمیابی آب در منطقه، ارزیابی گزینه‌های پاسخ مدیریتی مؤثر (عمدتاً حسابداری و تخصیص آب) و بهبود حکمرانی می‌باشد و به کشورهای شریک در اجرای مدیریت آب سازگار در بخش کشاورزی و توسعه ابزارها و روش‌هایی که به تازگی توسعه یافته است، کمک می‌کند. این برنامه همچنین در حال ایجاد یک پلت فرم همکاری منطقه‌ای جهت اشتراک راه‌حل‌ها و تجربیات کشورهای مختلف می‌باشد. این برنامه همچنین متضمن مشارکت ملی در بالاترین سطح سیاسی است.

**برنامه مدیریت آب و آبیاری برای نسل بعد (NextGen):** برنامه مدیریت آب و آبیاری برای نسل بعد، از بهترین روش‌های جهانی برای سرعت‌بخشی به مدرن‌سازی سیستم‌های آبیاری و روش‌های مدیریت آب در آسیا و اقیانوسیه استفاده می‌کند. هدف NextGen تضمین یک اقتصاد زیستی است که ارزش اقتصادی و رفاه اجتماعی را با پایداری محیط‌زیستی متعادل می‌کند. این برنامه به مسائل بین‌بخشی در مدیریت آب و آبیاری مانند عملکرد آبیاری، امنیت غذایی، سلامت اکوسیستم، برابری جنسیتی، شیلات و تنوع زیستی آبریزان می‌پردازد. در این راستا، NextGen، با استفاده از نوآوری‌های تکنولوژیکی یا سازمانی و اجتماعی، به ترویج راهبردها و روش‌های یکپارچه مبتنی بر شواهد در محیط‌های خرد و کلان می‌پردازد. NextGen با همکاری شرکت آب استرالیا و با حمایت وزارت امور خارجه و تجارت انجام می‌شود.

## مدیریت آب برای نسل بعد (خلاصه ۱)

### ۱. مقدمه

کمیابی آب یک پدیده جدید نیست. این پدیده قرن‌هاست در مناطقی با بارش کم و شرایط آب و هوایی خشک وجود دارد. با این حال، در بسیاری از نقاط جهان، حتی مناطقی که زمانی آب فراوان داشتند مانند آسیای جنوب شرقی، شکاف بین عرضه و تقاضای آب به دلیل رشد جمعیت، رشد اقتصادی و تقاضای مرتبط با محصولات کشاورزی پرآب‌بر (مانند گوشت) به سرعت در حال افزایش است. تغییرات اقلیم با تشدید روندهای موجود موجب ایجاد کمیابی آب در دهه‌های آینده خواهد شد (Dinar et al., 2019). کشاورزی آبی بیشترین مصرف‌کننده آب بوده و این نشان می‌دهد که می‌بایست در بخش آبیاری راه‌حلهایی برای رسیدگی و مدیریت کمبود آب پیدا کرد. متأسفانه، غلبه بر بحران آب از طریق مداخلات کشاورزی کار ساده‌ای نیست و اکنون توجه فزاینده‌ای به سمت باورهای غلط رایج و دیدگاه‌های ساده‌لوحانه در مدیریت کشاورزی جلب شده است. به طور نمونه، نقش «افزایش راندمان استفاده از آب» در مقابله با بحران آب، تحت تأثیر برداشت‌های نادرست از هیدرولوژی، اقتصاد و رفتارهای انسانی می‌باشد. این خلاصه سیاستی به صورت کار گسترده‌ای توسط FAO و FutureWater تحت برنامه کمبود آب آسیا و اقیانوسیه تهیه شده است که به وضوح پیچیدگی‌های مرتبط با تلاش‌های انجام شده در جهت افزایش راندمان استفاده از آب و اهمیت استفاده از حسابداری آب و اصطلاحات مداخلات مدیریت آب را نشان می‌دهد. در این گزارش ابزار جدیدی معرفی شده است که دستورالعمل‌های شفاف و عملی را در مورد نحوه اجرای صرفه‌جویی "واقعی" آب در کشاورزی با انتخاب مداخلات مناسب در جهت افزایش بهره‌وری محصول ارائه می‌کند.

### تعاریف و اصطلاحات کلیدی

**ردیابی آب** این مطلب را برای مدیران آب بیان می‌کند که زهکشی، رواناب و نفوذ به آب‌های زیرزمینی اغلب "تلفات" نیستند، زیرا این آب توسط کاربران پایین دست استفاده می‌شود. بنابراین، این ادعا که کاهش زهکشی، رواناب و نفوذ در یک مزرعه موجب صرفه‌جویی در آب می‌شود، نادرست است و می‌بایست مصرف‌کنندگان پایین دست در نظر گرفته شوند. ردیابی آب از حسابداری آب برای ارتباط انواع جریان‌های آب در یک سیستم استفاده می‌کند:

- **آب استفاده شده** مقدار آبی است که برای یک هدف خاص (مانند آبیاری، انرژی، فرآیند صنعتی، شستشوی خانگی) به کار گرفته می‌شود. آب می‌تواند مصرف شود یا به منبع اولیه خود بازگردانده شود.
- مصرف آب می‌تواند **مصرف مفید** (مثلاً تعرق گیاه) یا **مصرف غیرمفید** (مثلاً تبخیر خاک) باشد.
- آبی که به سیستم بازگردانده می‌شود (جریان‌های برگشتی) یا **جریان برگشتی قابل بازیافت** است (مانند آب‌های برگشتی به رودخانه یا سفره‌های آب زیرزمینی) یا **جریان برگشتی غیرقابل بازیافت** (مانند آب‌هایی که به دریا وارد شده و آلوده می‌شود یا وارد حفره یا گودال‌های غیرقابل کاربرد می‌شوند).
- **آب صرفه‌جویی شده** مقدار آبی است که از کاهش مصرف و یا کاهش بخش غیر قابل بازیافت جریان‌های برگشتی بدست می‌آید و می‌تواند برای استفاده‌های جایگزین در دسترس باشد.
- **صرفه‌جویی در مصرف آب** به فناوری‌ها، روش‌ها و اقداماتی (که در اینجا مداخلات نامیده می‌شود) اشاره دارد که منجر به کاهش مصرف و / یا کاهش بخش غیر قابل بازیافت می‌شود.
- **صرفه‌جویی ظاهری آب** کاهش برداشت آب را در نظر می‌گیرد و تغییرات در مصرف را به حساب نمی‌آورد.
- **صرفه‌جویی واقعی آب** کاهش در مصرف آب و جریان برگشتی غیرقابل بازیافت را در نظر می‌گیرد.
- **کمبود آب** عبارتست از تقاضای بیش از اندازه آب نسبت به مقدار آب موجود قابل عرضه.

شکل ۱: سیستم ساده حسابداری آب که با عنوان "ردیابی آب" شناخته می‌شود.  $dS$  نشان‌دهنده دلتا (تغییر) ذخیره آب



Source: Van Opstal, J., Droogers, P., Kauer, A., Steduto, P. & Pery, C. 2021. *Guidance on realizing real water savings with crop water productivity interventions*. Wageningen. FAO and FutureWater, doi: 10.4060/cb3844en. Ruane, J., & Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2013. *Coping with water scarcity: An action framework for agriculture and food security*. Rome.

## ۲. راندمان استفاده از آب و صرفه‌جویی آب

رفته " که "صرفه‌جویی" شده است اغلب در پایین دست استفاده می‌شود (شکل ۲). همزمان با کوشش‌هایی که در جهت افزایش بهره‌وری انجام می‌شود، می‌بایست دیدگاهی گسترده در سطح حوزه‌ها شته با شیم تا به درستی بتوانیم سهمی که جریان‌های برگشتی (که به اشتباه «تلفات» نامیده می‌شوند) در بهره‌وری سایر کاربران، از جمله کشاورزان پایین دست و محیط زیست دارند را تشخیص دهیم (Ruane et al., 2013). واقعیت ساده که استفاده از آب در بخش کشاورزی کارآمدتر شود به معنای این نیست که "صرفه‌جویی" می‌شود.

صرفه‌جویی واقعی آب تنها در صورتی بدست می‌آید که میزان آب عرضه شده بر این اساس کاهش یابد و این آب صرفه‌جویی شده از طریق یک سیستم تخصیص آب به جاهای دیگر اختصاص داده شود.

نکته قابل توجه این است که هیچ سیستم تخصیص آب جامع و قابل اجرایی در کشورهای در حال توسعه یا با درآمد متوسط در آسیا وجود ندارد. بنابراین، در حال حاضر هیچ محدودیتی برای آب مصرفی در مکان‌های «کارآمد» جدید وجود ندارد.

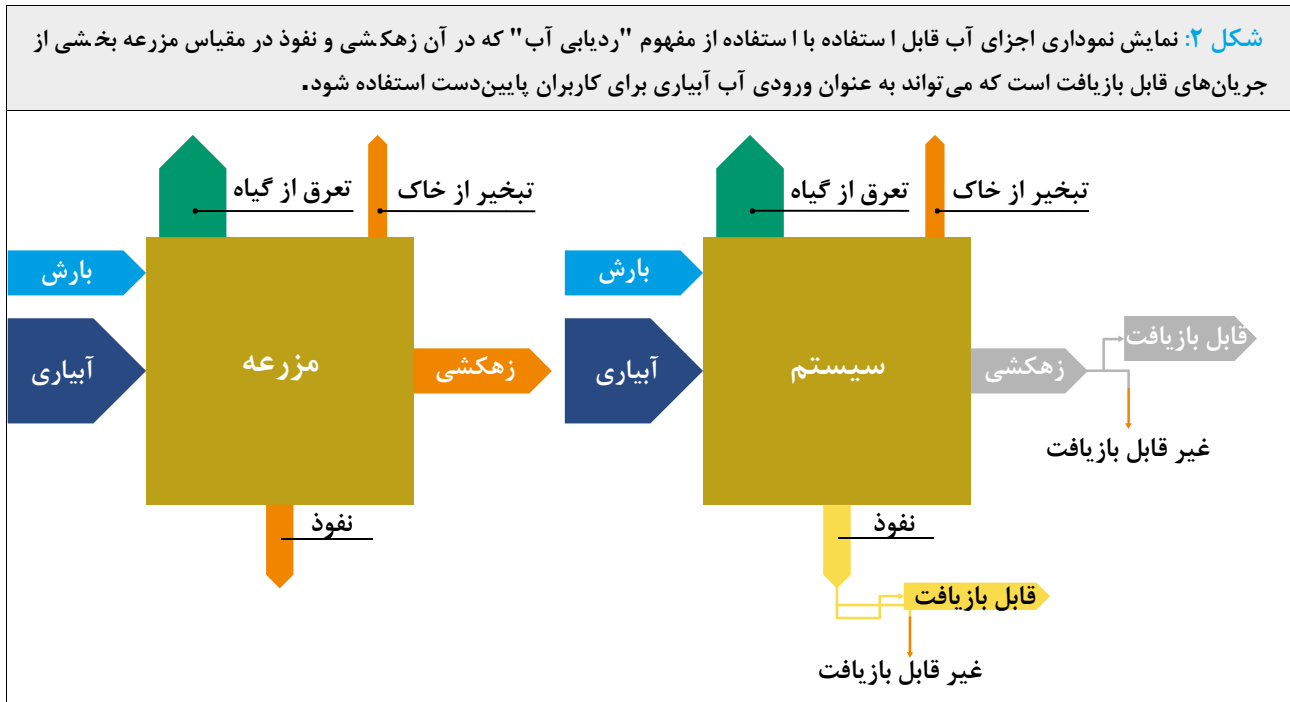
به طور کلی، تلاش‌های انجام شده در جهت افزایش بهره‌وری مصرف آب موجب افزایش مصرف آب و کاهش

یک تصور رایج غلط این است که افزایش راندمان استفاده از آب همیشه برابر با صرفه‌جویی در استفاده از آب است. اما، طبق تعریف، افزایش راندمان استفاده از آب (به زبان ساده: آب مصرف شده به عنوان نسبتی از آب تحویل داده شده از منبع) موجب می‌شود سهم بیشتری از آب تحویل شده از منبع مصرف شود. علاوه بر این واقعیت اساسی هیدرولوژیکی، کشاورزانی که کارآمدتر می‌شوند (با سرمایه‌گذاری‌های جدید) قطعاً به دنبال افزایش محصول و درآمد خود، به عنوان مثال از طریق افزایش سطح زیر کشت یا شدت آن هستند. این امر موجب افزایش مصرف آب می‌شود. این ایده که افزایش راندمان استفاده از آب همیشه منجر به صرفه‌جویی در استفاده از آب می‌شود یک تصور خیالی است. این واقعیت توسط پارادوکس Jevons به بهترین وجه نشان داده شود که در اقتصاد محیط‌زیست، چگونه افزایش راندمان موجب افزایش تقاضا و مصرف می‌شود.

این پارادوکس در طیف وسیعی از مسائل مربوط به راندمان منابع مختلف مانند انرژی، ترافیک و آب وجود دارد (Polimeni et al., 2007).

این موضوع در مورد آب فراگیرتر است، زیرا آب "از دست

جریان‌های برگشتی می‌شود و کاربران پایین دست (و دسترسی داشتند محروم می‌کند. همینطور اکوسیستم‌ها) را از آبی که در گذشته به آن



Source: Van Opstal, J., Droogers, P., Kaune, A., Steduto, P. & Perry, C. 2021. *Guidance on realizing real water savings with crop water productivity interventions*. Wageningen. FAO and FutureWater, doi: 10. 4060/cb3844en.

نکته: علاقه علمی به اثرات نادرست افزایش بهره‌وری مصرف آب و نیاز به شناسایی صرفه‌جویی واقعی آب به سرعت افزایش یافته است و اکنون مجموعه‌ای از شواهد قوی وجود دارد. پیوست‌های بیشتر در انتهای این گزارش ارائه شده است.

### اهمیت حسابداری آب

هیچ مداخله‌ای در چرخه آب بدون درک شفاف چرخه هیدرولوژیکی و حسابداری صحیح آب نمی‌تواند به درستی ارزیابی شود. هدف اصلی حسابداری آب این است که به جوامع کمک کند تا درک درستی از موجودی آب داشته باشند؛ اینکه چه مقدار آب وجود دارد، این آب در کجاها موجود است، چگونه می‌توان از آن استفاده کرد و آیا الگوهای مصرف فعلی پایدار هستند یا خیر. حسابداری آب می‌تواند یک فعالیت یکباره باشد که برای دستیابی به یک هدف خاص طراحی شده است. با این حال، می‌بایست به طور فزاینده‌ای از برنامه پایش و ارزیابی بلندمدت در جهت بهبود مدیریت پایدار منابع آب بهره گرفت. اطلاعات جمع‌آوری شده طی دوره حسابداری آب معمولاً بسیار متنوع است و به طیف وسیعی از مسائل اجتماعی، فنی و حاکمیتی می‌پردازد.

Source: Ruane, J., & Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2013. *Coping with water scarcity: An action framework for agriculture and food security*. Rome.

### ۳. ابزار صرفه‌جویی واقعی آب (REWAS)

نمونه‌ای از این ابزارها، مدل‌های پر کاربرد Cropwat و AquaCrop در مقیاس مزرعه می‌باشند که می‌توان از نتایج حاصل از آنها جهت ارزیابی صرفه‌جویی آب در مقیاس حوضه استفاده کرد. علی‌رغم وجود مدل‌های هیدرولوژیکی مختلف در مقیاس حوضه، FAO و FutureWater بیان داشتند

مسائل مطرح‌شده نشان می‌دهد که نیاز فوری به توسعه و استفاده از ابزارهای ساده و عمل‌گرایانه وجود دارد که اثر مداخلات آب کشاورزی در مقیاس مزرعه را در مقیاس‌های بزرگتر نیز ارزیابی نماید.

خروجی ابزار صرفه‌جویی واقعی آب بر پایه مفاهیم اثبات شده حسابداری آب و اصطلاحات آب است که توسط فائو در سطح جهانی مطرح شده است (Ruane et al., 2013). این ابزار به منظور مقایسه صرفه‌جویی ظاهری و واقعی آب، خروجی‌ها را برای هر دو مقیاس مزرعه و حوضه محاسبه می‌کند.

جدول ۱ نشان می‌دهد که واحد خروجی‌های مزرعه برای آب و تولید محصول به ترتیب از میلی‌متر به مگامتر مکعب و از کیلوگرم بر هکتار به مگاکیلوگرم تبدیل می‌شوند. تمامی محاسبات به صورت گام به گام در راهنمای آموزشی REWAS Training Manual توضیح داده شده‌اند. سناریوهای مختلفی را می‌توان برای مقایسه صرفه‌جویی واقعی آب در سطح سیستم در نظر گرفت.

که به یک ابزار تحلیل ساده‌تر نیاز است که با استفاده از آن بتوان نتایج صرفه‌جویی واقعی آب در مقیاس مزرعه را به مقیاس حوضه نیز برآورد داد.

در این زمینه، ابزار صرفه‌جویی واقعی آب<sup>۱</sup> (REWAS) جهت از بین بردن تصورات غلط در رابطه با صرفه‌جویی آب و ارائه الگوهای آسان در زمینه اطلاع‌رسانی مداخلات صرفه‌جویی مصرف آب توسعه داده شد. ابزار صرفه‌جویی واقعی آب جهت افزایش قابلیت استفاده، دسترسی، شفافیت و قابلیت انتقال ورودی و خروجی داده در میکروسافت اکسل توسعه یافته است. داده‌های ورودی را می‌توان از مطالعات، آزمایش‌های میدانی، اندازه‌گیری‌ها، مشاهدات یا سنجش از دور به دست آورد (Van Opstal et al., 2021; Kaune et al., 2020; Droogers et al., 2020).

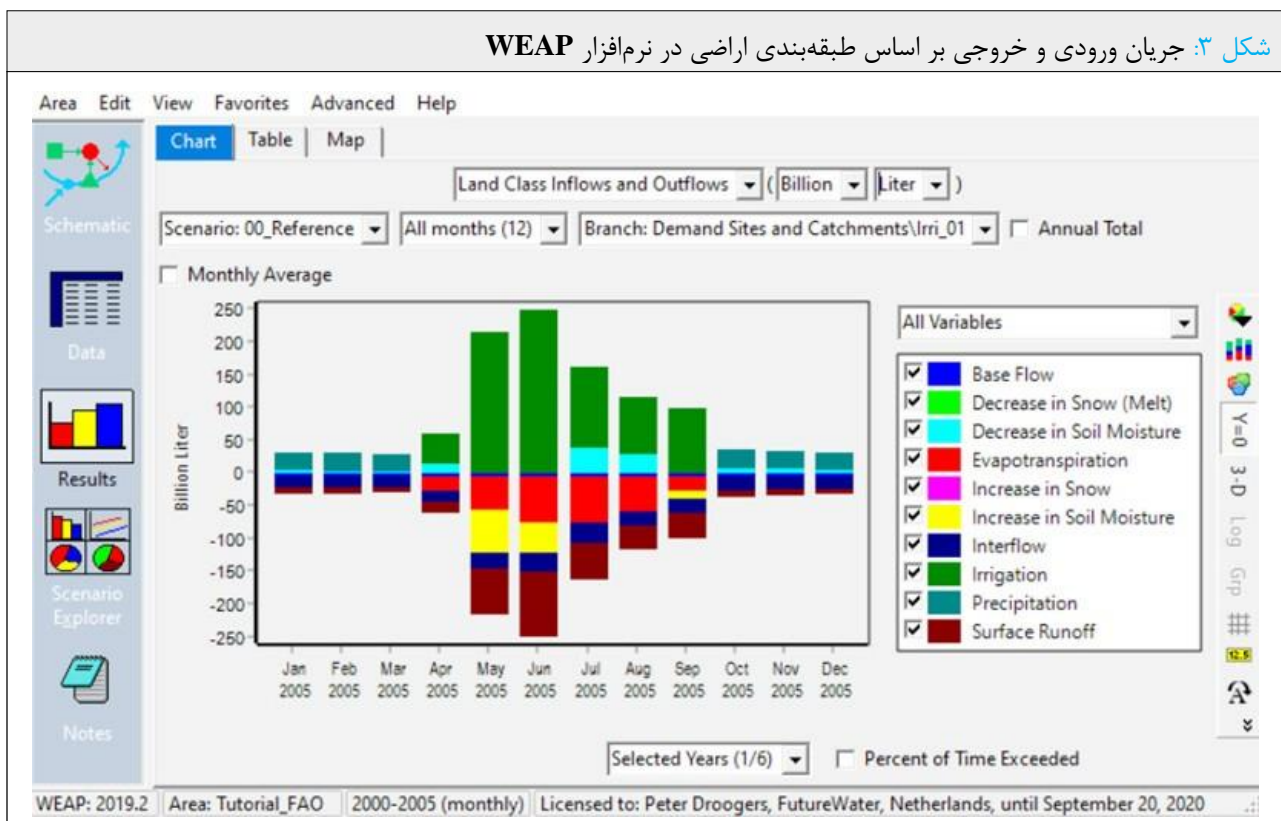
جدول ۱: نمونه‌ای از خروجی محاسبه صرفه‌جویی در آب در ابزار REWAS اعداد از یک مطالعه موردی در ایران به دست آمده است.			
نتایج			
سناریو			
مداخله A	رفرنس		
			نتایج مزرعه
۱۸۵	۳۸۲	(mm)	مصرف مفید
۵۰	۶۵	(mm)	مصرف غیرمفید
۲۶	۱۷۴	(mm)	جریان‌های برگشتی
۰	۰	(mm)	تغییرات ذخیره
۱/۳۶	۱/۱۹	(kg/m <sup>3</sup> )	بهره‌وری آب
۱۶۳	-	(mm)	صرفه‌جویی ظاهری آب
٪۲۶	-	(%)	درصد صرفه‌جویی ظاهری آب
			نتایج سیستم
۹/۳	۱۹/۱	(MCM)	مصرف مفید
۲/۵	۳/۳	(MCM)	مصرف غیرمفید
۰/۹	۶/۱	(MCM)	جریان‌های برگشتی قابل بازیافت
۰/۴	۲/۶	(MCM)	جریان‌های برگشتی غیرقابل بازیافت
۰	۰	(MCM)	تغییرات ذخیره
۱/۳۶	۱/۱۹	(kg/m <sup>3</sup> )	بهره‌وری آب
۳	-	(MCM)	صرفه‌جویی واقعی آب
٪۱۰	-	(%)	درصد صرفه‌جویی واقعی آب

Source: Droogers, P., Kaune, A., Van Opstal, J., Steduto, P. & Perry, C. 2020. Guidance on Realizing Real Water Savings with Crop Water Productivity Interventions. Wageningen, Netherlands. FutureWater Report 198. FutureWater. [https://www.futurewater.nl/wp-content/uploads/2020/05/FAO\\_Guidance\\_v07.pdf](https://www.futurewater.nl/wp-content/uploads/2020/05/FAO_Guidance_v07.pdf).

نمودارهای میله‌ای اجزای تقاضا و عرضه را برای هر ماه متوالی در بالا یا پایین محور صفر نمایش می‌دهند؛ مقادیر تجمعی برای هر پارامتر می‌بایست مطابقت داشته باشند تا از کمبود آب جلوگیری کنند. این مدل نیازهای واقعی آبیاری را بر اساس شرایط آب و هوایی، شرایط گیاه و ویژگی‌های خاک تعیین می‌کند؛ نمونه‌ای از خروجی مدل برای یک گره مورد نظر در شکل ۳ نشان داده شده است.

در ابزار صرفه‌جویی واقعی آب امکان محاسبه صرفه‌جویی واقعی حاصل از مداخلات مزرعه‌ای (مانند آبیاری قطره‌ای، پوشش کانال، تسطیح مزرعه) وجود دارد. مدل‌های هیدرولوژیکی در مقیاس حوضه مانند ابزار ارزیابی و برنامه‌ریزی آب به کاربران این امکان را می‌دهند تا ارزیابی سناریو و برنامه‌ریزی را بر اساس استفاده‌های متعدد آب در طول مسیر رودخانه انجام داده و از لینک‌های مکانی بین گره‌ها برای برآورد تقاضا و عرضه استفاده کنند.

شکل ۳: جریان ورودی و خروجی بر اساس طبقه‌بندی اراضی در نرم‌افزار WEAP



Source: Droogers, P., Kaune, A., Van Opstal, J., Steduto, P. & Perry, C. 2020. Guidance on Realizing Real Water Savings with Crop Water Productivity Interventions. Wageningen, Netherlands. FutureWater Report 198. FutureWater. [https://www.futurewater.nl/wp-content/uploads/2020/05/FAO\\_Guidance\\_v07.pdf](https://www.futurewater.nl/wp-content/uploads/2020/05/FAO_Guidance_v07.pdf).

صرفه‌جویی واقعی آب اغلب در مداخلات کشاورزی (نسبت به مداخلات آب یا زمین) مشهودتر است. فهرست کامل مداخلات و تأثیر آن‌ها بر مدیریت و بهره‌وری آب در سند راهنمای صرفه‌جویی واقعی آب آورده شده است.

در نهایت، دستورالعمل‌هایی برای دستیابی به صرفه‌جویی واقعی آب در سند راهنمای REWAS ارائه شده است. سند راهنما مداخلات صرفه‌جویی در مصرف آب را به سه گروه طبقه‌بندی می‌کند: مدیریت آب؛ مدیریت خاک و زمین و زراعت (جدول ۲).



جدول ۲: طبقه‌بندی‌های صرفه‌جویی در مصرف آب.		
مداخله	طبقه‌بندی	مبحث
آبیاری شیاری	روش‌های آبیاری در مزرعه	آب
آبیاری بارانی		
آبیاری قطره‌ای		
آبیاری زیرسطحی		
آبیاری تکمیلی	مدیریت آبیاری در مزرعه	
کم‌آبیاری تنظیم‌شده		
آبیاری موجی		
تناوب تر و خشک شدن		
پوشش کانال	زیرساخت‌های آبیاری	
لوله‌ها		
گلخانه		
هیدروپونیک	بازیافت رطوبت	
بدون شخم		
شخم‌زده شده	شخم زمین	زمین و خاک
تسطیح	درجه‌بندی زمین	
تراس‌بندی		
مرزبندی		
کودها	مکمل‌ها	
تقویت‌کننده‌های رشد	انتخاب گیاه	زراعت
تناوب کشت		
ارقام: عملکرد بالا		
ارقام: دوره کشت کوتاه		
ارقام: عمق ریشه		
تاریخ کشت		
تراکم کشت		
مالچ‌پاشی	پوشش	
سایه‌اندازی		
کنترل علف‌های هرز		
پوشش گیاه		
آفت‌کش‌ها	کنترل بیماری‌ها	
کنترل بیولوژیکی		
آبشویی	مدیریت شوری	
محصولات مقاوم به شوری		

Sources: Droogers, P., Kaune, A., Van Opstal, J., Steduto, P. & Perry, C. 2020. Guidance on Realizing Real Water Savings with Crop Water Productivity Interventions. Wageningen, Netherlands. FutureWater Report 198. FutureWater. [https://www.futurewater.nl/wp-content/uploads/2020/05/FAO\\_Guidance\\_v07.pdf](https://www.futurewater.nl/wp-content/uploads/2020/05/FAO_Guidance_v07.pdf). Kaune, A., Droogers, P., Van Opstal, J., Steduto, P. & Perry, C. 2020. REWAS REal Water Savings tool: Technical Document. Wageningen, Netherlands. FutureWater Report 200. FutureWater. [https://www.futurewater.nl/wp-content/uploads/2020/06/FAO\\_REWAS\\_v08.pdf](https://www.futurewater.nl/wp-content/uploads/2020/06/FAO_REWAS_v08.pdf). Van Opstal, J., Droogers, P., Kaune, A., Steduto, P. & Perry, C. 2021. Guidance on realizing real water savings with crop water productivity interventions. Wageningen. FAO and FutureWater, doi: 10.4060/cb3844en.

دیگری آشکار شده است. کشور در حال پذیرش رویکرد صرفه‌جویی واقعی آب می‌باشد که بتواند به این سوال که چرا سرمایه‌گذاری‌های قابل توجه «صرفه‌جویی در آب» تنش آبی را کاهش نداده است، پاسخ دهد.

شیراز یکی از بزرگترین تولیدکننده‌های گندم در کشور است که با استرس عظیم آبی مواجه می‌باشد. با وجود بارش ۳۶۰ میلی‌متر در سال، همه محصولات به صورت آبی کشت می‌شوند. راندمان آبیاری از ۴۰ درصد برای سیستم‌های آبیاری سطحی تا ۸۰ درصد برای سیستم‌های آبیاری قطره‌ای متغیر می‌باشد (Raeisi et al., 2019). سیاست‌گذاران به منظور «صرفه‌جویی در مصرف آب» و در دسترس قرار دادن آب بیشتر برای تالاب‌های پایین‌دست، آبیاری قطره‌ای را توصیه می‌کنند زیرا معتقد هستند که آبیاری قطره‌ای نسبت به سیستم‌های آبیاری سنتی باعث صرفه‌جویی در مصرف آب می‌شود. اما در عمل انتقال سیستم‌های آبیاری سطحی به قطره‌ای موجب صرفه‌جویی مورد انتظار آب یا مزایایی برای سایر کاربران نشده است. به منظور تجزیه و تحلیل تأثیر واقعی تبدیل سیستم‌های آبیاری سطحی به قطره‌ای از ابزار REWAS استفاده شد. همانطور که در شکل ۴ نشان داده است، تحت آبیاری سطحی مقدار قابل توجهی از آب "از دست رفته" در واقع جریان برگشتی قابل بازیافت است که یا توسط کاربران پایین‌دست استفاده می‌شود یا به نیازهای آبی تالاب‌ها اختصاص داده می‌شود.

تغییر به آبیاری قطره‌ای موجب کاهش جریان برگشتی شد و به طرز چشمگیری مقدار مصرف از ۵۹۸ میلی‌متر به ۶۵۵ میلی‌متر افزایش یافت. بدیهی است که این افزایش مصرف آب توسط گیاه، موجب افزایش عملکرد برای کشاورزانی می‌شود که از سیستم قطره‌ای استفاده می‌کنند اما در مصرف آب صرفه‌جویی اتفاق نمی‌افتد. تحلیل‌های صرفه‌جویی واقعی آب نشان می‌دهد که کاهش ۲۵۵ میلی‌متری در آبیاری موجب صرفه‌جویی آب در مقیاس حوضه نشده و تأثیر آن بر تالاب‌ها از طریق کاهش مقدار بیشتری از جریان‌های آب مشخص می‌شود. در نتیجه تحلیل با استفاده از REWAS، می‌بایست سایر مداخلات مانند مداخلات زراعی و حتی کاهش سطح کشت توسط ایران در نظر گرفته شود.

در مجموع، هر یک از مداخلات دارای مزایا و محدودیت‌هایی هستند و باید در یک استراتژی خاص، بسته به منابع موجود، ظرفیت، حمایت دولت و نیازهای کشاورز مورد استفاده قرار گیرند. مهم‌تر از همه اینکه این مداخلات به منظور دستیابی به صرفه‌جویی در مصرف آب در سطح مزرعه طراحی شده‌اند و بسیاری از آن‌ها به طور قابل توجهی جریان‌های برگشتی قابل بازیافت را در پایین‌دست کاهش می‌دهند. بنابراین تنها راهی که این مداخلات عملاً باعث صرفه‌جویی در مصرف آب در مقیاس حوضه شوند (و این آب صرفه‌جویی شده برای سایر مصارف در دسترس قرار گیرد) این است که برای مصرف کلی آب محدودیتی وضع شود و به موازات بهبود کارایی، مقدار آب عرضه شده کاهش یابد بطوریکه مصرف خالص یکسان اتفاق افتد. توجه به این نکته ضروری است که این امر معمولاً مورد پذیرش کشاورزان قرار نمی‌گیرد، مخصوصاً اگر سرمایه‌گذاری قابل توجهی را در زیرساخت‌های صرفه‌جویی در آب انجام داده باشند و بنابراین از نظر سیاستی دشوار می‌باشد. به طور کلی مداخلات صرفه‌جویی موجب افزایش مصرف آب می‌شود و صرفه‌جویی واقعی آب در مقیاس مکانی بزرگتر بسیار کمتر از مقیاس مزرعه می‌باشد.

هدف اصلی ابزار REWAS ارزیابی اثر مداخلات گیاه-آب در مقیاس مزرعه بر مقیاس‌های بزرگتر است. تعامل بین طرح‌های آبیاری، با تمرکز بر جریان‌های بازگشتی، می‌تواند توسط ابزار ردیابی آب (FtW) که اخیراً توسعه یافته تحلیل شود. اصول و اصطلاحات استفاده شده در ابزار REWAS در این ابزار نیز استفاده می‌شود. همچنین به منظور افزایش آگاهی و آموزش در ابزار FtW از یک رابط کاربرپسند توسعه یافته استفاده شده است. در FtW از ردیاب‌های مجازی برای ردیابی جریان‌های قابل بازیافت بین بلوک‌های آبیاری استفاده می‌شود.

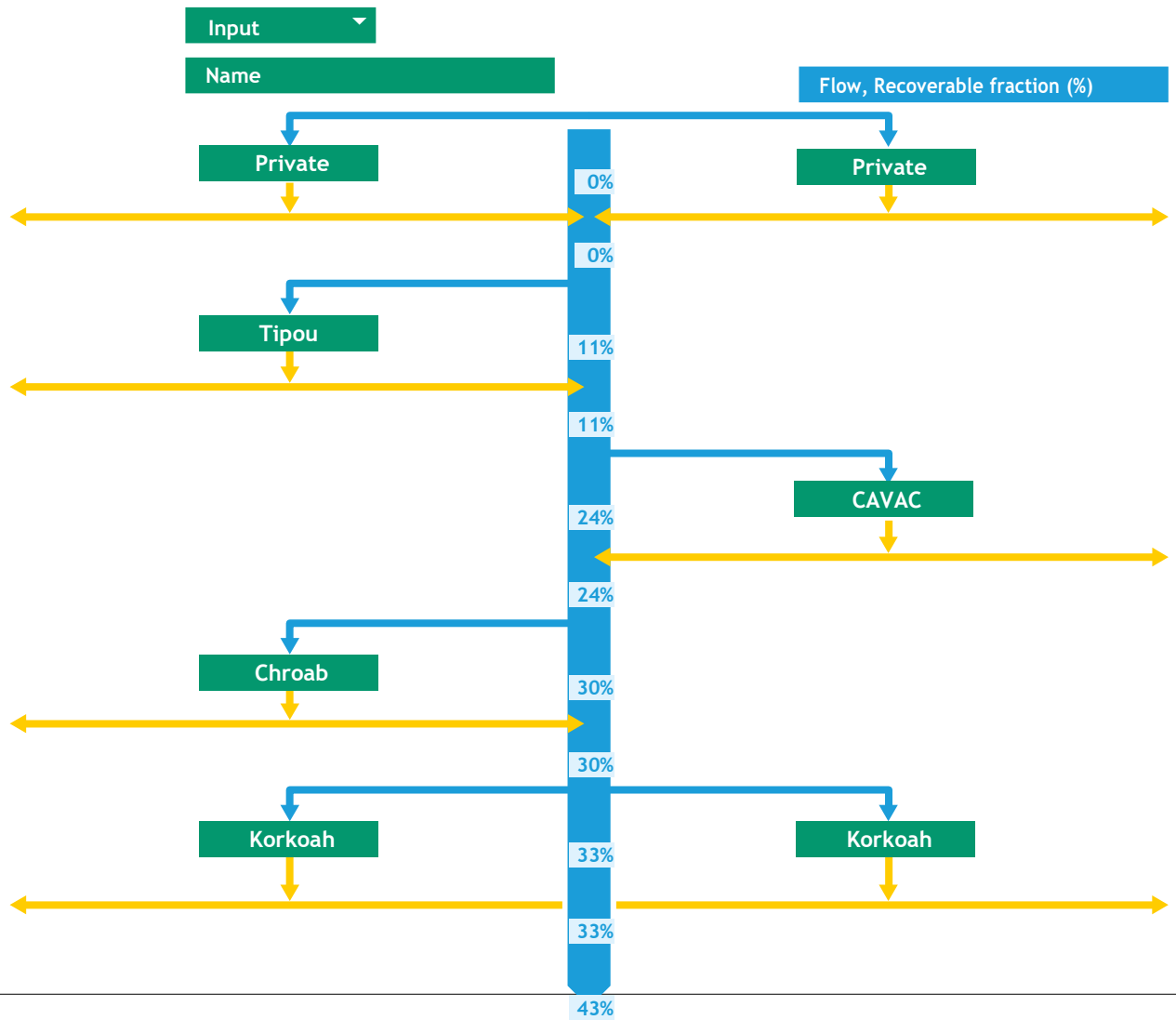
#### ۴. بکارگیری ابزار صرفه‌جویی واقعی آب در عمل:

##### مطالعه موردی

ایران نمونه بارز کشوری کم‌آب با تولیدات کشاورزی زیاد است. با وجود دهه‌ها ترویج و اجرا در جهت صرفه‌جویی در مصرف آب، کمیابی آب بیشتر شده و اکنون بیش از هر زمان

شکل ۴: تصویری از ابزار ردیابی آب برای بررسی تعاملات بین طرح های آبیاری با تمرکز بر جریان های برگشتی تحت انواع مختلف آبیاری.

%	MCM	m <sup>3</sup> /s	مداخله
	290.3	14.000	جریان ورودی
	248.7	11.994	تقاضا
	248.7	11.994	تحویل شده
%0	0.0	0.000	کمبود
%25		2.998	مصرف مفید
%25		2.998	مصرف غیرمفید
%40		4.797	جریان برگشتی قابل بازیافت
%10		1.199	جریان برگشتی غیرقابل بازیافت



Source: FAO & FutureWater. 2019. Real Water Saving (Rewas\_v. 8). Bangkok. FAO

**شکل ۵:** نمودارهای "ردیابی آب" برای آبیاری سطحی (سمت چپ) و قطره‌ای (راست) در منطقه شیراز. استفاده از آبیاری قطره‌ای موجب افزایش مصرف و کاهش جریان‌های برگشتی می‌شود، اما این جریان‌ها تا حد زیادی قابل بازیافت می‌باشند.



Source: FAO & FutureWater. 2019. Real Water Saving (Rewas\_v. 8). Bangkok. FAO

## ۵. نتیجه‌گیری

افزایش تقاضا برای غذا و عدم قطعیت بارش موجب افزایش اهمیت حسابداری دقیق آب در مقیاس‌های مکانی چندگانه شده است که از طریق آن بتوان مکان‌های قابل صرفه‌جویی و روش‌های بهینه‌سازی سیستم‌ها تحت سناریوهای مختلف را برای شناخت. ابزار REWAS توسط FAO و FutureWater برای محاسبه صرفه‌جویی واقعی آب در مقیاس حوضه، با در نظر گرفتن جریان‌های برگشتی قابل استفاده در مکان‌های دیگر، توسعه داده شده است. این ابزار برای تصمیم‌گیری طراحی شده است که قصد دارند از طریق افزایش راندمان آب تخمین دقیق‌تری از صرفه‌جویی واقعی آب را بدست آورند. سند راهنمای صرفه‌جویی واقعی آب برای تعیین مداخلاتی که موجب صرفه‌جویی واقعی آب منجر می‌شود، استفاده می‌شود. ابزار REWAS ما را به این درک می‌رساند که صرفه‌جویی در آب مداخله‌ای است که موجب در دسترس قرار گرفتن تدریجی آب برای استفاده‌های جایگزین می‌شود. این ابزار به تصمیم‌گیران جهت سرمایه‌گذاری در برنامه‌ریزی آب بر اساس روش‌های حسابداری آب کمک می‌کند.

آموزش REWAS در هشت کشور و برای بیش از ۱۵۰ شرکت‌کننده از نهادهای دولتی، NGOها، موسسات تحقیقاتی و سازمان‌های مربوطه ارائه شده است. ابزار و کتابچه راهنمای REWAS را می‌توان به صورت رایگان از لینک <https://www.futurewater.eu/projects/training-package-for-water-productivity-and-real-water-savings/> دانلود کرد.

گزارش تکمیل‌کننده ردیابی آب در دسامبر ۲۰۲۲ در دسترس قرار گرفت

- Alcott, B.** 2008. Historical overview of the Jevons paradox in the literature. In: J.M. Polimeni, K. Mayumi, M. Giampietro, eds. *The Jevons Paradox and the Myth of Resource Efficiency Improvements*. pp. 7–78, Earthscan. ISBN 978-1-84407-462-4.
- Dinar, A., Tieu, A. & Huynh, H.** 2019. *Water scarcity impacts on global food production*. *Global Food Security* 23, 212-226. doi: 10.1016/j.gfs.2019.07.007.
- Droogers, P., Kaune, A., Van Opstal, J., Steduto, P. & Perry, C.** 2020. *Guidance on Realizing Real Water Savings with Crop Water Productivity Interventions*. Wageningen. FutureWater Report 198. FutureWater. [https://www.futurewater.nl/wp-content/uploads/2020/05/FAO\\_Guidance\\_v07.pdf](https://www.futurewater.nl/wp-content/uploads/2020/05/FAO_Guidance_v07.pdf).
- Giordano, M., Turrall, H., Scheierling, S., Treguer, D. & McCormack, P.** 2017. *Beyond 'more crop per drop': evolving thinking on agricultural water productivity*. IWMI Research Report 169. Colombo, International Water Management Institute (IWMI). Washington, DC, World Bank. doi: 10.5337/2017.202.
- J. Van Opstal, P. Droogers, A. Kaune, P. Steduto, C. Perry.** 2021. *Guidance on Realizing Real Water Savings with Crop Water Productivity Interventions*. FAO Water Reports 46. Bangkok, FAO. <https://www.fao.org/3/cb3844en/cb3844en.pdf>
- Jha, A.K., Malla, R., Sharma, M., Panthi, J., Lakhantar, T., Krakauer, N.Y., Pradhanang, S.M., Dahal, P. & Shestra, M.L.** 2016. *Impact of Irrigation Method on Water Use Efficiency and Productivity of Fodder Crops in Nepal*. *Climate*, 4(1), 4. doi: 10.3390/cl4010004.
- Kaune, A., Droogers, P., Van Opstal, J., Steduto, P. & Perry, C.** 2020. *REWAS REal Water Savings tool: Technical Document*. FutureWater Report 200 Wageningen, FutureWater. [https://www.futurewater.nl/wp-content/uploads/2020/06/FAO\\_REWAS\\_v08.pdf](https://www.futurewater.nl/wp-content/uploads/2020/06/FAO_REWAS_v08.pdf).
- Keller A.A., & Keller, J.** 1995. *Effective efficiency; a water use efficiency concept for allocating freshwater resources*. Little Rock, Arkansas. USA. Center for Economic Policy Studies. Winrock International.
- Molden, D., Oweis, T., Steduto, P., Brindaban, P., Hanjra, M.A. & Kijne, J.** 2006. *Improving agricultural water productivity: Between optimism and caution*. 80(1), 57-73, *Agriculture Water management*. doi: 10.160/j.agwat.200507.005.
- Pérez-Blanco, C. D., Hrast-Essenfelder, A. & Perry C.** 2020. *Irrigation Technology and Water Conservation: A Review of the Theory and Evidence*. Volume 14, Number 2, The University of Chicago Press Journals. <https://www.journals.uchicago.edu/doi/full/10.1093/reep/reaa004>
- Pérez-Blanco, C. D., Loch, A., Ward, F., Perry, C. Adamson D.** 2021. *Agricultural water saving through technologies: a zombie idea*. Number 11, Volume 16, *Environment Research Letters*, IOP Publishing Ltd. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ac2fe0>
- Perry, C. & Steduto, P.** 2017. *Does improved irrigation technology save water?* Regional Initiative of Water Scarcity for the Near East and North Africa. Cairo, FAO. <http://www.fao.org/3/I7090EN/i7090en.pdf>
- Polimeni, J.M., Mayumi, K., Giampietro, M. & Alcott, B.** 2007. *The Jevons paradox and the myth of resource efficiency improvements*. Routledge. <https://doi.org/10.432/9781849773102>
- Ruane, J., & Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).** 2013. *Coping with water scarcity: An action framework for agriculture and food security*. FAO Water Reports 38. Rome, FAO. <https://www.fao.org/3/i3015e/i3015e.pdf>
- Raeisi, L.G., Morid, S., Delavar, M. & Srinivasan, R.** 2019. *Effect and side-effect assessment of different agricultural water saving measures in an integrated framework*. Volume 223, *Agricultural Water Management*. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.105685>.
- Sear, L., Caparelli, J., Lee, C., Pan, D., Strandberg, G., Vuu, C.Y. & Lawell, L.** 2018. *Jevons' Paradox and Efficient Irrigation Technology*. Issue 5, Volume 10, *Sustainability*, MDPI. doi: <https://doi.org/10.3390/su10051590>
- Van Opstal, J., Droogers, P., Kaune, A., Steduto, P. & Perry, C.** 2021. *Guidance on realizing real water savings with crop water productivity interventions*. Wageningen. FAO and FutureWater. doi: 10.4060/cb3844en.

For further information, please contact:  
Regional Office for Asia and the Pacific  
E-mail: [FAO-RAP@fao.org](mailto:FAO-RAP@fao.org)  
Tel: (+66) 2 697 4000  
Fax: (+66) 2 697 4445  
Food and Agriculture Organization of the United Nations  
Bangkok, Thailand



Some rights reserved. This work is available  
under a CC BY-NC-SA 3.0 IGO licence

Whiting, L., Turrall, H. & Droogers, P. 2023. Real water savings in agriculture - Next generation water management policy brief, brief 1. Bangkok, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc1771en>.

The views expressed in this information product are those of the author(s) and do not necessarily reflect the views or policies of FAO.