Food and Agriculture Organization
of the United Nations

DOES IMPROVED IRRIGATION TECHNOLOGY SAVE WATER?

آیا فن‌آوری پیشرفته آبیاری باعث صرفه‌جویی آب می‌شود؟

A REVIEW OF THE EVIDENCE

Discussion paper on irrigation and
sustainable water resources management
in the Near East and North Africa

Regional Initiative on Water Scarcity for the Near East and North Africa

خلاصه کتاب: آیا فن‌آوری پیشرفته آبیاری باعث صرفه جویی آب می‌شود؟

استفاده ناپایدار از منابع آب (برداشت بیش از حد از منابع آب زیرزمینی، خشک شدن فصلی رودخانه‌ها، زوال دریاچه‌ها و تالاب‌ها) به مشکلی جهانی تبدیل شده است. این معضل بخصوص در کشورهای واقع در خاورمیانه و شمال آفریقا که با بیشترین چالش‌های کمبود آب مواجه هستند، خودنمایی کرده است، این کشورها معمولا برای امنیت غذایی، آب شهری و دیگر نیازهای خود وابسته به تأمین آب با مداخلات انسانی بوده‌اند. بطور تاریخی این توسعه؛ در مقیاس کوچک و با مدیریت محلی انجام می‌گردیده و به لحاظ هیدرولوژیکی مستقل بوده‌است. علاوه بر این، میزان مصرف آب در آنها محدود به مقادیر بارش، رواناب و تغذیه بوده و به عبارتی نوعی خود تنظیمی در آنها برقرار می‌شده است. اما طی دهه‌های اخیر، احداث و بهره‌برداری ار سامانه‌هایی با ذخایر بزرگ آبی و توسعه فن‌آوری-های حفر چاه‌های عمیق، منجر به افزایش شدیدی در برداشت‌ها شده است. ضمن اینکه اینگونه بهره‌برداری‌ها، موجب وابستگی و رقابت بین‌بخشی شده و ورود به مرزهای آبی جدید را به همراه داشته است که عمدتا، منابع غیرتجدیدپذیر هستند. بدیهی است که حکمرانی این سامانه‌ها و روابط جدید بین بخشی ایجاد شده بین آنها، به مراتب فراتر از ظرفیت نهادهای سنتی بوده‌است.

راه‌حل‌هایی که برای حل این مشکلات اتخاذ شده ،ظاهراً ساده به نظر می‌رسند، مانند: کاهش مصرف آب، تصفیه و استفاده مجدد از فاضلاب و بهره‌برداری از هر نوع آب قابل دسترس. اما اینگونه راه‌حل‌های ساده، تبعات سیاسی سختی نیز بهمراه دارند. به عنوان مثال: از سهم آب کدام حقابه‌بر باید کاسته شود؟ سهم چه کشوری، چه منطقه‌ای، چه بخشی و یا کدام کشاورز؟ پیامد اقتصادی، اجتماعی و امنیت غذایی چنین کاهش‌هایی چه خواهد شد؟ تبعات زیست محیطی آنها چگونه خواهد بود؟

در این راستا تا هنگامی که آب اضافه قابل استحصال وجود داشته، گرایش به سمت استفاده هرچه بیشتر از منابع بوده است. اما این اواخر که تاثیرات زیست محیطی و ناپایداری مصرف آب ، خودنمایی کرده، اینگونه راه‌حل‌ها با محدودیت‌هایی مواجه شده‌است. متعاقبا راه‌حل‌هایی که به نظر می‌رسد، مشکلات ورود مستقیم به کاهش تخصیص آب را ندارند، بیشتر مورد توجه برنامه‌ریزان، سیاست‌گذاران و موسسات مالی قرار گرفته‌است. این راه‌حل‌ها، معطوف به نوسازی‌سازی و مهندسی دوباره آبیاری شده است. قاعدتاً اصلاحات نهادی نیز بایستی بخشی از این برنامه‌ها باشد، اما بهبود فن‌آوری‌های آبیاری معمولا مرکز ثقل آنها بوده‌اند. این فن‌آوری‌ها عمدتا شامل انتقال آب با لوله، تسطیح لیزری مزارع و آبیاری تحت فشار بارانی، قطره‌ای و زیرسطحی است. در هر مورد هدف جایگزینی آبیاری "غیرکارآمد" سنتی؛ با فن‌آوری‌هایی بوده که ازطریق آن،استفاده موثر گیاه از آب ،به حد اکثر رسیده و زمان و اعتماد پذیری به تحویل آب را بهبود میبخشد.از این دست اقدامات در گزارش پیش رو،تحت عنوان آبیاری "با فن آوری بالا "نام برده شده است. از این نوآوری‌ها انتظار میرود که دو فایده اصلی بدنبال داشته باشد:

- «صرفه‌جویی» در مصرف آب و رهاسازی آن برای سایر مصارف
- تولید بیشتر محصول از هر واحد آب

درک اینکه چگونه این اقدامات بر مصرف منابع آبی اثرگذار است، به حسابداری شفاف نیاز دارد. زیرا در تحلیل سامانه‌های آبی، دیدگاه ذی‌نفعان (کشاورزان اراضی دیم و آبی، صنعت، بهره‌بردان سامانه، مدیران حوضه‌ای، متولیان محیط‌زیست و غیره) براینکه چگونه جریان‌های مختلف برچسب‌گذاری و ارزش‌گذاری شود، موثر می‌باشد و این مهم از طریق حسابداری آب مقدور خواهد بود. بدین منظور، عبارات ساده زیر را می‌توان برای هر مقیاس و هر نوع کاربری آب مورد استفاده قرار داد و هرگونه مصرف را براساس آنها طبقه‌بندی نمود:

۱- **آب مصرفی** *(Consumptive use)* (تبدیل آب به بخار آب)، شامل:

۱-۱- مصرف سودمند *(Beneficial Consumption)* (مانند: تعرق گیاه؛ تبخیر از تالاب‌ها؛ برج‌های خنک کننده)

۱-۲- مصرف غیر سودمند *(Non-beneficial Consumption)* (مانند: تبخیر از سطح آزاد آب، و خاک مرطوب؛ تعرق از علف‌های هرز)

۲- **آب غیر مصرفی** *(Non-consumptive use)* (آبی که در حالت مایع باقی می‌ماند)، شامل:

۲-۱- آب قابل برگشت *(Recoverable flows)* (آبی که به رودخانه یا سفره باز می‌گردد و امکان استفاده مجدد آن وجود دارد)

۲-۲- آب غیر قابل برگشت *(Non-recoverable flows)* (آبی که به دریا یا سایر تخلیه‌گاه‌های می‌رود که به لحاظ اقتصادی برداشت آن مقرون به صرفه نباشد)

۳- **تغییر در ذخیره**

اصطلاحات فوق در مورد حسابداری آب، این امکان را می‌دهد تا تعریفی شفاف از مواردی که در کشاورزی آبی با آن مواجه ایم ،داشته باشیم. به عنوان مثال، ادعای ۵۰ درصد صرفه‌جویی ناشی از بکارگیری تکنولوژی برتر آبیاری، معمولا به کاربرد آب در بعد محلی و مزرعه مربوط می‌شود، و آب برگشتی که صرف تغذیه سفره و یا بازگشت مجدد به پائین دست رودخانه میشود را لحاظ نمی‌کند.البته اگر سفره آب زیرزمینی شور باشد و یا خروجی آب سطحی به دریا برود، آنگاه می‌توان گفت صرفه‌جویی صورت گرفته است.لیکن همانگونه که ذکر شد، تنها یک مجموعه کامل حسابداری آب است که میتواند نشان دهد که آیا صرفه‌جویی واقعی اتفاق افتاده است یا خیر؟ و متعاقبا تصمیم گرفت که آیا می‌توان آب صرفه جویی شده را بدون تبعات منفی برای کاربرد دیگری رها ساخت یا خیر؟

بدین ترتیب تاثیر روش مدرن آبیاری بر مصرف، نیاز به کمّی شدن دارد و باید پاسخ دهد: هنگامی که روش‌های سنتی به روش مدرن آبیاری قطره‌ای و یا بارانی تبدیل می‌گردد، چه تغییری در مصرف آب اتفاق می‌افتد؟

موارد فوق ما را به موضوع مهم بهره‌وری آب هدایت می‌کند. اگر روش آبیاری پیشرفته اجازه دهد که به ازای تحویل آب کمتر، به همان مقادیر قبلی و یا بیشتر محصول (مثلا غلات) تولید گردد؛ در این‌صورت بهره‌وری بیوفیزیکی (bio-physical water productivity) به ازای آب تحویلی افزایش یافته است($kg.m^{-3}$ delivered) . اگر آب تحویلی ثابت بماند و سطح زیر کشت افزایش یابد، مجددا بهره‌وری بیوفیزیکی آب افزایش یافته است. اما اگر هدف ما

صرفه‌جویی در آب است؛ باید تولید محصول را به ازای واحد آب مصرف شده بر حسب کیلوگرم در متر مکعب آب مصرفی($kg.m^{-3}$ consumed) بیان کنیم. چنین تعبیری، بخصوص برای محصولات زراعی (مانند: غلات، فیبر، صیفی، نیشکر) باید کاملا محافظه‌کارانه بررسی شود- به عبارت دیگر برای هر محصول و منطقه اقلیمی کشت آن، رابطه خطی بین مصرف آب و تولید محصول وجود دارد. پیامد مهم این رابطه آن است که همزمان با افزایش عملکرد، به احتمال زیاد مصرف آب هم بالا خواهد رفت.

از طرف دیگر، چنانچه روشهای مدرن آبیاری اجازه دهد تا کشاورزان محصولات با ارزش‌تری را کشت کنند، شاخص دیگری مورد توجه قرار می‌گیرد که به آن بهره‌وری اقتصادی آب (economic water productivity) اطلاق می‌گردد و برحسب واحد پول بر آب مصرفی اندازه‌گیری می‌شود (USD per m^{-3} consumed). بدین ترتیب دلیل قوی تری حاصل میشود که تکنولوژی بالا (که اغلب آبیاری کنترل شده را امکان پذیر میسازد) یکی از عواملی است که کشاورزان را به سرمایه گذاری روی محصولات با درآمد بیشتر،تشویق میکند.

موارد مطروحه در خصوص تاثیر آبیاری پیشرفته برصرفه جویی در آب ، در منطقه NENA حائز اهمیت زیادی است. زیرا استفاده از روش های مدرن آبیاری ، محور اصلی برنامه‌هایی است که بیشتر کشورها (و اکثرنهادهای مالی آنها) برای پاسخ به کم‌آبی پیشنهاد می‌کنند.

دو مولفه واگرا در این راستا نیز وجود دارد که مربوط به مقیاس و منافع مختلف می‌باشد. بدین ترتیب که کشاورز (در مقیاس مزرعه با تمرکز بر منفعت خود) و دیگری مدیران منابع آب هستند (در مقیاس حوضه آبریز و یا کشوری و با تمرکز بر پایداری منابع) که به مقوله فوق می‌پردازند.

البته جای کتمان نیست که روش های مدرن آبیاری(مطابق تعریف عبارت است از هر گونه اقدام فنی در جهت بهبودی وضعیت تحویل آب به مزرعه) می‌تواند منافعی در بر داشته باشد. زیرا که برداشت آب، هزینه‌های پمپاژ، استفاده از مواد مغذی، سم (متعاقبا آلودگی‌های مربوط) و نهایتا نیروی انسانی مورد نیاز را کم می‌کند و در عین حال تنوع گزینه‌های الگوی کشت را وسیع‌تر می‌کند. اما سوال اینجاست که آیا منافع حاصل از روش های اصلاح شده آبیاری نهایتا «صرفه‌جویی آب» در مقیاس حوضه آبریز و کشوری را نیز باعث می‌شود؟ اینجاست که مقیاس در ارزیابی عملکرد این سامانه‌ها نقش پیدا می‌کند و می‌تواند متفاوت با نتایج آن در بعد مزرعه باشد. توجه به این سوالات بخصوص برای مناطقی که با کمبود آب، سفره‌های در حال تخلیه و رودخانه‌ها خشک مواجه هستند، بسیار اهمیت دارد.

در هنگام نوشتن این متن، با بیش از ۱۵۰ متخصص ارتباط برقرار شد و درخواست گردید تا مشاهدات خود را درخصوص تاثیر روشهای مدرن آبیاری در مصرف آب و بهره‌وری آن ارائه دهند. این متخصصین،شامل طیفی از محققین مستقل تا افرادی در موسساتی مانند موسسه بین‌المللی مدیریت آب ، بانک جهانی، بانک توسعه آسیا، سازمان خواروبار ملل متحد -فائو و غیره بود. درخواست‌ها از طریق سایت شبکه جهانی آب و غذا ارسال گردید که خود حدود ۱۵۰ عضو دارد (بخشی از آنها با گروه اول همپوشانی دارند).

به شکلی بسیار تعجب برانگیز، مرور نتایج نشان داد که در موارد بسیار محدودی بطور دقیق آثار آبیاری پیشرفته مستند سازی شده است. در حالیکه مثال‌های بسیاری وجود داشت که فرض کرده بودند، آبی صرفه‌جویی خواهد شد و بهره‌وری ارتقاء خواهد یافت. همچنین این مطالعات عموماً نشان داده که توسعه این گونه سامانه‌های آبیاری، در واقعیت امر، مصرف را بالا برده (همانطور که علم هم بدینگونه پیش‌بینی می‌کند) و یا تاثیری بر مصرف نداشته‌است. همچنین، بهره‌وری آب در واحد آب مصرفی نیز کم وبیش ثابت باقی مانده است. استثناء در این نتایج مربوط به باغات بوده که نشان داده استفاده از آبیاری قطره‌ای در مقایسه با غرقابی تا ۶ درصد باعث کاهش مصرف آب شده و عملکرد را نیز افزایش داده است. موردی که می‌توان به عنوان انتظارات از این سامانه‌ها برشمرد.

جمع‌بندی این گزارش اینگونه است که برگرداندن تعادل بین تامین پایدار آب و مصرف آن، قبل از هر چیز نیازمند کنترل فیزیکی منابع آب توسط دولت یا سایر نهادهای مسئول، در راستای مصرف پایدار است، بدنبال آن مداخلات در کاهش میزان تخصیص ها نیز ضروری است. در چارچوب چنین کنترل‌هایی است که آبیاری پیشرفته می‌تواند توسعه و ترویج یابد. سپس کشاورز در این چارچوب توجیه شود و تصمیم‌گیرد تا از مزایای مختلف آبیاری پیشرفته منتفع شود یا خیر.

نکته قابل تامل اینکه، استفاده از روش های مدرن آبیاری در غیاب کنترل تخصیص آب، معمولا شرایط را بدتر خواهد نمود و سبب می‌گردد تا: مصرف آب در واحد سطح بالا رود، سطح زیرکشت افزایش یابد، کشاورزان ترغیب شوند تا آب را بیشتر و از منابع عمیق‌تر برداشت نمایند. نتیجه این که کنترل دسترسی به آب، باید مقدم بر بکارگیری روش های پیشرفته آبیاری باشد.

نتایج فوق، پیام مهمی برای بازیگران اصلی در بخش آب دارد: دولت‌ها باید توان و مسئولیت حکومتی خود را در حفاظت از این منابع بحرانی و ملی اعمال نمایند. نهاهای مالی نیز باید تبعات فعالیت‌هایی را که در بالا به آنها اشاره شد را مورد توجه قرار دهند و از حمایت مالی طرح‌های آبیاری پیشرفته و نوسازی شبکه‌ها در غیاب کنترل‌های لازم در تخصیص آب، پرهیز کنند.

با این گزارش، ما بستر را برای بحث با تمامی ذی‌نفعان اصلی که درگیر حوزه مدیریت منابع آب هستند، باز می‌کنیم تا در یک چارچوب مناسب و علمی، فرصتی برای تعاملات لازم فراهم گردد. مبحثی که برای مدت‌ها مخالفان خود را نیز داشته است. از سیاست‌گذاران، مدیران منابع آب، دست‌اندرکان توسعه سامانه‌های آبیاری و موسسات مالی دعوت می‌شود تا نظرات و بازخوردهای خود را به آدرس WSI@fao.org که بدین منظور تعریف شده، ارسال نمایند. همزمان، فائو در نظر دارد تا کارگاهی (بطور حضوری و یا اینترنتی) برای بحث در فضایی باز و سازنده مهیا کند تا براین اساس بتوان مسیری را برای پایداری منابع آب ترسیم و توصیه نمود.

تقدیر و تشکر: از سرکار خانم‌ها دکتر محبوبه زارع و دکتر مریم یوسفی که هرکدام بصورت جداگانه متن فوق را ترجمه نموده‌اند و آقای دکتر سعید مرید که ویراستاری خلاصه گزارش را تقبل کرده‌اند تقدیر و تشکر می‌شود. همچنین از زحمات آقای مهندس مسعود اقبالی برای ویرایش تکمیلی گزارش سپاسگزاری بعمل می‌آید.