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 و تامین آب شرب و دیگر نیازهای خود، وابسته به تأمین آب از طریق دست‌اندازی به محیط زیست و مسائل اجتماعی بوده‌اند. بطور تاریخی این قبیل 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 و تعادل در آنها برقرار می‌شده است. اما طی دهه‌های اخیر، احداث و بهره-برداری از سامانه‌هایی با ذخایر بزرگ آبی و توسعه فن‌آوری‌های حفر چاه‌های عمیق، منجر به افزایش برداشت آب شده است. ضمن اینکه اینگونه بهره‌برداری‌ها، موجب وابستگی به منابع آب ناپایدار و رقابت بین‌بخشی شده و برای جبران کمبود آب، به مرزهای جدید آبی که عمدتا منابع غیرتجدیدپذیر هستند، ورود پیدا می‌کنند . بدیهی است که مدیریت این سامانه‌ها و روابط جدید بین بخشی ایجاد شده بین آنها، به مراتب فراتر از ظرفیت نهادهای سنتی می‌باشد.

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 و اجتماعی 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 معمولاً 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 که از طریق آن استفاده موثر گیاه از آب، به حد اکثر رسیده و زمان و اعتماد پذیری تحویل آب را بهبود میبخشد، می‌باشد. از این دست اقدامات در گزارش پیش رو، تحت عنوان آبیاری «با فن‌آوری پیشرفته» 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 مواجه‌ایم، داشته باشیم. به عنوان مثال، ادعای ۵۰ درصد صرفه‌جویی ناشی از بکارگیری تکنولوژی برتر آبیاری، معمولا به کاربرد آب در بُعد 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 آب اتفاق افتاده است یا خیر؟ و متعاقبا تصمیم گرفت که آیا می‌توان آب صرفه جویی شده را بدون تبعات منفی برای کاربرد دیگری رهاسازی کرد یا خیر؟

بدین ترتیب تاثیر روش مدرن آبیاری بر مصرف آب، نیاز به کمّی شدن دارد و باید پاسخ داد، 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 (مثلاً غلات) تولید گردد؛ در این‌صورت بهره‌وری بیوفیزیکی به ازای آب تحویلی افزایش یافته است. اگر آب تحویلی ثابت بماند و سطح زیر کشت افزایش یابد، مجدداً 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 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، 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 اطلاق می‌گردد و برحسب واحد پول به آب مصرفی اندازه‌گیری می‌شود. بدین ترتیب دلیل قوی‌تری حاصل می‌شود که تکنولوژی پیشرفته (با هدف مدیریت موثرتر آبیاری) یکی از عواملی است که کشاورزان را به سرمایه‌گذاری روی محصولات با درآمد بیشتر، تشویق می‌کند.

موارد مطروحه در خصوص تاثیر آبیاری پیشرفته برصرفه جویی در آب، در مناطق کم‌آب حائز اهمیت زیادی است. زیرا استفاده از روش‌های مدرن آبیاری، محور اصلی برنامه‌هایی است که بیشتر کشورها برای پاسخ به معضلات کم‌آبی پیشنهاد می‌کنند.

دو مولفه واگرا در این راستا نیز وجود دارد که مربوط به منافع و مقیاس مختلف می‌باشد. بدین ترتیب که کشاورزان (در مقیاس مزرعه با تمرکز بر منفعت خود) و دیگری متولیان منابع آب (در مقیاس حوضه آبریز و یا ملی و با تمرکز بر پایداری منابع آب) به دغدغه‌های خود می‌پردازند.

البته جای کتمان نیست که روش‌های مدرن آبیاری (مطابق تعریف عبارت است از هرگونه اقدام فنی در جهت بهبود 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 اصلاح روش‌های آبیاری نهایتا «صرفه‌جویی واقعی 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 بُعد مزرعه باشد. توجه به این سوالات بخصوص برای مناطقی که با کمبود آب، سفره‌های در حال تخلیه و رودخانه‌های 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 آسیایی، سازمان خواروبار ملل متحد -فائو و غیره بودند. 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، آثار آبیاری پیشرفته بطور دقیق

بررسی و مستندسازی شده است. در حالیکه مثال‌های بسیاری وجود داشت که فرض کرده بودند، با ایجاد سامانه آبیاری پیشرفته آبی صرفه‌جویی خواهد شد و بهره‌وری ارتقاء خواهد یافت. همچنین این مطالعات عموماً نشان داد که توسعه این گونه سامانه‌های آبیاری، در واقعیت امر، مصرف آب را بالا برده (همانطور که علم هم بدینگونه پیش‌بینی می‌کند) و یا تاثیری بر مصرف آب 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 آب است، بدنبال آن اقدامات لازم برای کاهش میزان تخصیص‌ها نیز ضروری است. در چارچوب چنین کنترل‌هایی است که آبیاری پیشرفته می‌تواند توسعه و ترویج یابد. سپس در این چارچوب، کشاورزان می‌توانند تصمیم بگیرد تا از مزایای مختلف آبیاری پیشرفته منتفع شوند یا خیر.

نکته قابل تامل اینکه، استفاده از روش های مدرن آبیاری در غیاب کنترل تخصیص آب، معمولاً 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 آب زیرزمینی عمیق‌تری 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.

بسمه تعالی

مرکز مطالعات استراتژیک ریاست جمهوری

نشست "ارزیابی نقش سیستم‌های تحت فشار آبیاری در صرفه‌جویی واقعی آب"

با همکاری

پژوهشکده مهندسی آب دانشگاه تربیت مدرس

مرداد 1395

بسمه تعالی

مرکز مطالعات استراتژیک ریاست جمهوری

نشست "ارزیابی نقش سیستم‌های تحت فشار آبیاری در صرفه‌جویی واقعی آب"

در تاریخ 95/5/11 نشستی با حضور بیش از 50 نفر از خبرگان صنعت و دانشگاه و همچنین کشاورزان پیشرو در مرکز مطالعات استراتژیک ریاست جمهوری با هدف تبادل دانش و تجربیات پیرامون نقش توسعه سامانه‌های آبیاری تحت فشار در "صرفه‌جویی واقعی آب"[1] برگزار گردید که جمع بندی آن به شرح زیر ایفاد می‌گردد، با این توضیح که منظور از "صرفه جویی واقعی آب" بنا بر مراجع جهانی، برنامه‌ریزی بر مبنای کاهش مصرف (تبخیر) است تا برداشت:

- اصولا آنچه که به عنوان برتری سامانه‌های آبیاری تحت فشار قلمداد می‌گردد، ظرفیت آنها برای امکان مدیریت بهتر آب آبیاری از منظر کنترل حجم آب تحویلی در زمان و مکان معین و کاهش نیروی انسانی است تا امر صرفه‌جویی واقعی آب. ضمن اینکه تاکید می‌گردد که افزایش راندمان آبیاری در سطح مزرعه از طریق طراحی و مدیریت صحیح هرسامانه آبیاری (تحت فشار و یا سطحی) قابل حصول می‌باشد.
- گزارش‌های ارائه شده در داخل و خارج از کشور نشان داده که توسعه سامانه‌های تحت فشار نقش مثبتی بر افزایش کمی و کیفی محصولات کشاورزی داشته‌است. اما این نیز تاکید گردیده که این افزایش عملکرد اغلب همراه با مصرف آب بیشتر بوده است. لذا در ارزیابی عملکرد این سامانه‌ها، افزایش عملکرد و افزایش مصرف آب توأمان نیاز به توجه دارد.
- در ارزیابی عملکرد این سامانه‌ها، بعد مقیاس مکانی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. آنچه که در مراجع جهانی مورد توجه بوده و خوشبختانه توسط سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور نیز تاکید شده است، ارزیابی کارآیی سیستم های آبیاری تحت فشار در مقیاس حوضه‌آبریز می‌باشد. گزارشاتی که هم‌اکنون از طرف دستگاه‌های اجرایی مبنی بر عمکلرد این سامانه‌ها ارائه می‌شود، عمدتا متکی بر ارزیابی‌ها در سطح مزرعه هستند که نتایج واقع بینانه‌ای را به همراه ندارند. ارزیابی در مقیاس حوضه آبریز پیچیدگی‌های خاص خود را دارد و خوشبختانه ظرفیت بسیار مناسبی در دانشگاه‌ها و موسسات تحقیقاتی کشور برای ارائه گزارشات لازم با این رویکرد وجود دارد که می‌تواند تصمیم‌گیری‌ها را در این‌باره بطور صحیح هدایت کنند.

[1] Real Water Saving

- متاسفانه باور کاهش مصرف آب کشاورزی ناشی از کاربرد سامانه‌های تحت فشار، فقدان نگاه جامع در این خصوص و از طرفی نبود فرآیند پایش و نظارت کافی؛ بعضاً منجر به توسعه سطح اراضی کشت آبی و متعاقباً برداشت بیشتر آب، بخصوص از منابع آب زیرزمینی شده که این امر فرصت‌های ممکن این سامانه‌ها را به تهدیدی جدی مبدل کرده است.
- آنچه مشخص است سرمایه‌گذاری فعلی دولت در توسعه سامانه‌های آبیاری تحت فشار بدون اعمال مؤثر سیاست‌های بهینه سازی الگوی کشت در کنار کاهش سطح کشت آبی می‌باشد که افق روشنی را از نقش آنها در صرفه جویی واقعی مصرف آب و کاهش بحران فعلی منابع آبی نشان نمی‌دهد. در این خصوص تدوین برنامه‌ای جامع و بین بخشی با حضور موثر دستگاه‌های اجرایی مربوط، کشاورزان پیشرو و کارشناسان خبره با ملحوظ داشتن متغیرهای کلیدی مانند: اقلیم، الگوی بهینه کشت، مصرف آب، عملکرد محصول، ، شوری خاک، آموزش، مولفه‌های اقتصادی و اجتماعی، محیط زیست و بهبود روش‌های طراحی، ساخت و مدیریت سامانه‌های آبیاری کاملاً ضروری است. مسلما هزینه چنین برنامه‌های نرم‌افزاری در مقایسه با هزینه‌های سنگین فعلی حمایت از توسعه سامانه‌های آبیاری تحت فشار، رقمی بسیار ناچیز خواهد بود.
- گزارشات ارائه شده از برخی قوانین و برنامه‌های بالادستی نشان دهنده نوعی تعارض بین اهداف آنها از منظر امنیت غذایی و ظرفیت منابع آب کشور می‌باشد، بطوریکه تکالیفی برای دستگاه‌های اجرایی تعیین شده که تحقق آنها بدون اعمال موارد پیش گفته می‌تواند بیلان منفی آب کشور را بیش از پیش مورد تهدید قرار دهد. در این خصوص لازمست تا بازنگری در این برنامه‌ها با قید "صرفه‌جویی واقعی آب" و هدف "تعادل بخشی منابع آبهای زیرزمینی" در دشت‌های کشورصورت گیرد.
- نهایتا اینکه نه تنها این سامانه‌ها، بلکه هیچ تکنولوژی توان پاسخ به وضعیت خطرناک منابع آبی کشور را ندارد و تنها راه‌حل اصولی در این باره؛ کاهش سطح زیر کشت آبی در کشور و جایگزینی مشاغل دیگر برای کشاورزان می‌باشد. بدیهی است که چنین رویکردی می‌تواند تنش‌های اقتصادی – اجتماعی را به همراه داشته باشد، اما مانعی برای تبدیل بحران‌های قابل کنترل امروز به بحران‌های غیر قابل کنترل فردا خواهد بود.