اخلاق آب، بستر مناسب تحقق حکمرانی اثربخش آب
۰۴

آبخوان‌های ژرف به نوسان اقلیم، سریع پاسخ می‌دهند!
۱۳

برآوردی از اثر رانت تعرفه برق بخش کشاورزی نسبت به صنعت
۱۴

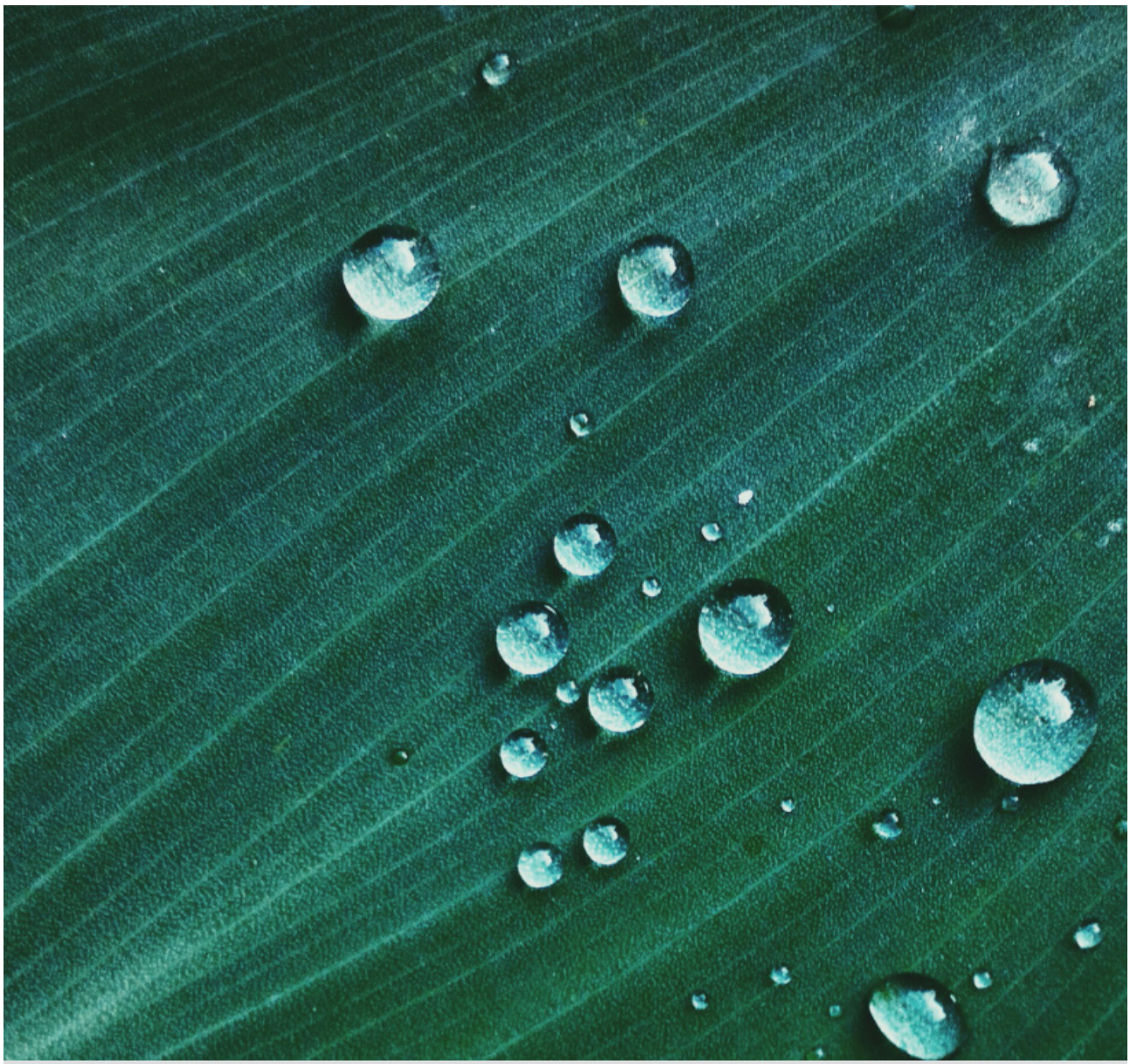
گفت و گوی آب

فصل‌نامه اندیشکده تدبیر آب ایران
سال ششم، شماره هجدهم، پاییز ۱۳۹۶

نظام تخصیص آب
۰۵

من کابوسی در سر دارم!
۰۸

چالش‌ها و فرصت‌های آبیاری پایدار با استفاده از منابع جایگزین
۱۱



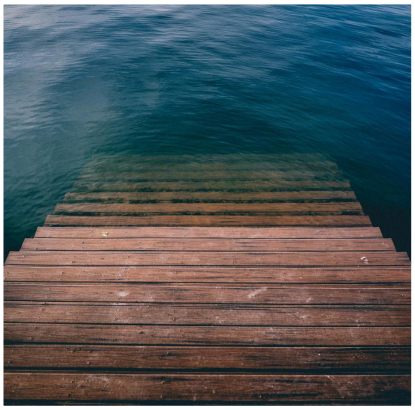
فصلنامه گفت‌وگوی آب
سال ششم، شماره هجدهم، پاییز ۱۳۹۶

صاحب امتیاز: اندیشکده تدبیرآب ایران
سردبیر: سید احمد علوی
امور اجرایی نشریه: دبیرخانه اندیشکده تدبیرآب ایران
طراحی و صفحه‌آرایی: نوید جهدی

نشانی: خیابان نجات‌اللهی شمالی، روبروی بیمارستان یاس، پلاک ۲۱۲، طبقه ۴
تلفن: ۸۸۹۴۷۳۰۰-۸۸۹۴۷۴۰۰
www.iwpri.ir

کلیه حقوق این نشریه محفوظ و متعلق به اندیشکده آب ایران می‌باشد.
مسئولیت محتوای مقالات برعهده نویسندگان است.

اندیشکده تدبیرآب ایران از آبان‌ماه سال ۱۳۹۱ به عنوان یکی از زیرمجموعه‌های کمیسیون کشاورزی و آب اتاق بازرگانی و صنایع و معادن و کشاورزی کرمان به منظور توسعه ظرفیت‌ها و ایجاد فضای تعامل و گفت‌وگو میان ارکان مختلف جامعه، محیط کسب و کار و تشکیلات بخشی و فرابخشی مدیریت آب در کشور در مسیر بهبود حکمرانی آب تأسیس گردیده است.



فهرست مطالب

۰۴ اخلاق آب، بستر مناسب تحقق حکمرانی اثربخش آب
سخن سردبیر

۰۵ نظام تخصیص آب
انوش نوری اسفندیاری

۰۸ من کابوسی در سر دارم!
تونی اَلِن

۱۱ چالش‌ها و فرصت‌های آبیاری پایدار با استفاده از منابع جایگزین
مهدیار حمیدی

۱۳ آبخوان‌های ژرف به نوسان اقلیم، سریع پاسخ می‌دهند!
بهرام قشقایی

۱۴ برآوردی از اثر رانت تعرفه برق بخش کشاورزی نسبت به صنعت؛ در برداشت یک مترمکعب آب از چاه با سطح دینامیک ۱۵۰ متر
تهیه‌کنندگان: مهدی آگاه، مریم حسنی

سخن سردبیر

اخلاق آب، بستر مناسب تحقق حکمرانی اثربخش آب

آب مایه حیات و سلامتی بوده و در همه ابعاد فردی، اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی رد پای آن آشکار است؛ بنابراین زمانی که درباره جنبه‌های هیدرولوژیکی، علمی و مهندسی آب صحبت می‌کنیم، نباید این حقیقت را که آب یک منبع حیاتی برای معناشناسی و ارزش‌های فرهنگی در تغذیه باورها و روح است فراموش کنیم. از این رو بسیار مهم است که هر کسی که در مدیریت منابع آب مشارکت دارد یا با آن مرتبط است، درک درستی از ارزش‌ها و تعهدات اخلاقی در حوزه آب داشته باشند.

وقتی درباره اخلاقیات در آب حرف می‌زنیم نمی‌توانیم آن را تنها محدود به آب کنیم، بلکه این اخلاقیات کل چرخه آب و نحوه ارتباط این چرخه با زمین و اتمسفر را شامل می‌شود. مفهوم حوضه آبریز، دلالت بر این پیوند بین آب، خاک و جامعه زیستی دارد. اصول و باورهای اخلاقی بازتابی از شیوه‌های فهم آب و درک نحوه استفاده از آن توسط بشر است. فهمیدن آب به عنوان یک کالای اقتصادی که باید آن را خرید و فروش کرد و به عنوان یک دارایی توسط افراد یا گروه‌های خاصی کنترل و مدیریت شود، بازتاب‌های اخلاقی متفاوتی نسبت به زمانی که آب به عنوان یک مؤلفه مهم و اساسی اکوسیستم‌های مشترک که همه انسان‌ها به راه‌های گوناگون به آن وابسته هستند، در جهت تحقق اصول اخلاقی (مانند حقوق بشر و عدالت اجتماعی و زیست‌محیطی) دارد. در نظر گرفتن توأمان ارزش‌های اخلاقی کارایی، انصاف و حفاظت و پایداری می‌تواند پایه و اساس قوی برای مجموعه‌ای از اصول اخلاقی فراهم آورد تا بتوان به صورت قاعده‌مند و نظام‌مندی مدیریت آب را هدایت و راهبری کرد. اصول اخلاقی دیگری که بر تعریف و رعایت ارزش‌ها در رویه‌ها و فرایندهای تصمیم‌گیری در حوزه آب مانند حقوق، حکمرانی دموکراتیک، مشارکت فعال، شفافیت، پاسخگویی، همکاری و همراهی دولت و مردم تأکید دارد و پایه‌گذاری می‌شود مطرح هستند. پیاده‌سازی همه این آرمان‌ها و تعهدات اخلاقی در عمل تحت تأثیر تعدادی از عوامل قرار می‌گیرند: چه کسانی در فرایند تصمیم‌گیری مشارکت می‌کنند؟ آیا مشارکت به صورت فعال بوده و در شکل‌گیری گزینه‌های تصمیم‌گیری هم مشارکت می‌کنند یا مشارکت منفعلانه بوده و واکنش به تصمیمات پیشنهادی از قبل تعیین‌شده می‌باشد؟ دسترسی به چه نوع اطلاعاتی برای عموم آزاد است؟ چگونه متخصصان با افراد غیرحرفه‌ای و عادی ارتباط برقرار می‌کنند؟ آیا به تنوع فرهنگی و اعتقادات و رفتارهای بومی و سنتی احترام گذاشته می‌شود؟ و در نهایت، تعادل بین نیازهای توسعه و نیاز به حفظ منابع طبیعی چگونه برقرار می‌شود؟

نظام تخصیص آب

انوش نوری اسفندیاری

یکی از اقدامات اصلی مدیریت آب در هر کشوری تخصیص آب است. چون معمولاً آب کافی با کیفیت مورد نیاز برای پاسخگویی به تقاضاها برای استفاده‌های مختلف وجود ندارد، تصمیماتی باید درباره چگونگی به اشتراک‌گذاری آن میان استفاده‌کنندگان و استفاده‌های مختلفی که متقاضی هستند گرفته شود. اقدامات مرتبط با این تصمیمات را «تخصیص آب» نامیده‌اند. به بیان دیگر، تخصیص آب، فرایند تسهیم آب موجود میان متقاضیان قانونی در زمان مشخص است. از این طریق، میزان آب قابل دسترسی برای مصارف انسانی و چگونگی تسهیم این آب میان مناطق و مصرف‌کنندگان رقیب تعیین می‌شود. چون بازارهای آب معمولاً با شکست مواجه می‌شوند، تخصیص آب میان مصارف مختلف عموماً با در نظرگرفتن هدف‌های متعارض کارآیی اقتصادی، انصاف اجتماعی و به هم‌پیوستگی اکولوژیکی- به طور اداری و از طریق صدور مجوز انجام می‌شود. با افزایش کمیابی آب در سطح جهانی، برنامه‌ها و توافق‌نامه‌های تخصیص آب اهمیت رو به افزایشی در حل و فصل تعارضات بین‌المللی، منطقه‌ای و محلی برای دسترسی به آب پیدا کرده‌اند. این در شرایطی است که هر کشوری نیز برای مدیریت بهره‌برداری از منابع آب محدودش از نظام صدور مجوز یا پروانه بهره‌برداری از آب تبعیت می‌کند، این سامانه بر پایه نظام تخصیص آب آن کشور عملیات خود را برای صدور مجوز و یا بازبینی و جرح و تعدیل آن تنظیم می‌کند و خود را با آن تطبیق می‌دهد.

هدف‌ها و معیارها

تأسیس و تکمیل نظام تخصیص آب، اقدامی کلیدی و اساسی در حوزه مدیریت آب محسوب می‌شود و هدف آن حداکثر کردن فایده‌های اجتماعی ناشی از آب است. Dinar و همکاران، این فایده‌های اجتماعی را به سه صورت اقتصادی، اجتماعی

و محیط‌زیستی دسته‌بندی و معیارهای هریک را با اصول مرتبط خودشان تعریف کرده‌اند که به ترتیب عبارتند از: کارآیی، انصاف و پایداری (همان اصول سه‌گانه توسعه پایدار و مدیریت به هم‌پیوسته آب). کارآیی اقتصادی ثروتی را که می‌تواند از منابع آب واقع در یک حوضه آبریز تولید شود مورد توجه قرار می‌دهد. لازمه رعایت این معیار آن است که در تصمیم‌گیری برای تخصیص مقدار مشخص آب، بخشی که بیشترین بازده را تولید می‌کند در اولویت قرار گیرد. انصاف اجتماعی لازمه‌اش آن است که هر کسی فرصت مناسبی برای دسترسی به آب داشته باشد. این به معنای آن است که نیازها به آب آشامیدنی سالم و دفع بهداشتی فاضلاب باید برای همه تأمین شود، حتی برای تهیدستانی که توانایی پرداخت بهای آن را نداشته باشند. رعایت اصول پایداری حکم می‌کند که محیط زیست به عنوان یکی از مصرف‌کنندگان آب، با فواید مستقیم و غیرمستقیم مرتبط با آن برای انسان و اکوسیستم به رسمیت شناخته شود.

تحلیل سیستمی

یکی از مبانی تخصیص آب این است که هر برداشت، انتقال، ذخیره‌سازی یا سایر اقدامات، بر جریان طبیعی و بر کل سیستم رودخانه‌ای در پائین‌دست اثرگذار است. دستگاه مسئول آب باید از وضعیت کل حوضه آبریز شامل آب زیرزمینی (با استفاده از داده‌های لازم و ابزارهای مدیریتی و مدل‌های محاسباتی) یک تحلیل سیستمی انجام دهد تا تأثیر آن بر معیشت و فعالیت‌های اقتصادی حوضه و بالعکس مشخص شود. تخصیص آب بر اساس اطلاعاتِ فراهمی و تقاضاهای مربوط به آن که از توسعه اقتصادی-اجتماعی در جریان و برنامه‌ریزی‌شده دریافت می‌شود (مانند رشد جمعیت و افزایش تعداد خانوارهایی که وضعیت دفع بهداشتی فاضلاب‌های آنان بهبود یافته) انجام می‌پذیرد. فرافکنی تخصیص آب ابزار مهمی را برای تطبیق با تغییرات در فراهمی آب تدارک می‌بینند. ارزیابی از نیازهای محیط زیستی نیز لازم است تا جریان حداقلی برای پایداری خدمات اکوسیستمی (شامل پاک‌شدن آب و دوام واقعی جریان آب تمیز) تأمین شود.

سطح‌بندی نظام تخصیص آب

تخصیص آب در سطوح مختلفی قابل اعمال است، اما برای تخصیص آب خام، شروع از سطح مدیریت حوضه آبریز نقطه شروع منطقی کار محسوب می‌شود. مسئولین ناحیه‌ای و شرکت‌های آب منطقه‌ای در حوزه مسئولیت‌شان نیز نسبت به خردکردن تخصیص‌های تعیین‌شده در سطح کلان (حوضه آبریز) اقدام می‌کنند. در سطوح پائین‌تر و مقیاس‌های کوچک‌تر (مناطق روستایی) موارد زیادی وجود دارد که از نظام تخصیص «بر پایه استفاده‌کننده» استفاده می‌شود. در این نظام، آب تخصیص‌یافته یا در اختیار یک ناحیه کوچک در سامانه‌ای (که کار استحصال و تحویل آن به دست جامعه محلی اداره می‌شود) بر اساس قواعدی که ممکن است برگرفته از سنت محلی باشد، میان صاحبان سهم توزیع می‌شود.

تهیه سناریوهای مختلف

همان گونه که قبلاً اشاره شد، برای تصمیم‌گیری‌های تخصیص آب از معیارهای چندگانه‌ای استفاده می‌شود.

معمولاً فرض می‌شود که این معیارها امکان داد و ستد با یکدیگر را دارند و بر اساس موارد ذیل می‌توانند مورد سنجش و داوری قرار بگیرند: ۱) اولویت‌بندی به دست گرودارن، ۲) بازدهی مالی و اقتصادی، اطمینان‌پذیری منبع تأمین، انصاف، تغذیه اکوسیستم. برای مساعدت به تصمیم‌گیری مدیران در این فرایند، ابزارهای تصمیم‌یار (DSS) متعددی شکل گرفته تا پیامدهای احتمالی فراهمی آب و سناریوهای تخصیص در هر حالت مشخص باشد. نتایج بررسی این سناریوها می‌توانند توسط کارشناسان بر اساس اولویت‌های گرودارن طبقه‌بندی شده و در اختیار مسئولین رسمی تصمیم‌گیری قرارگیرد.

رویکردهای جدید

اگر چه هدف‌ها و رویکردهای برنامه‌های تخصیص آب در طول زمان به تدریج کامل‌تر شده است، برنامه‌ریزی‌های جدید تخصیص آب حوضه آبریز بیشتر بر بهینه‌سازی مصارف منابع آب موجود بر اساس تحلیل‌های اقتصادی، اجتماعی و محیط زیستی و ارزیابی بده‌بستان‌های میان مصارف رقیب متمرکز است. این اقدام با رها شدن از تأکید متداول بر احداث زیرساخت‌های جدید برای پاسخ‌گویی به تقاضاها، به راه‌حل بدیل دیگر یعنی اتخاذ معیارها و ضوابط مدیریت تقاضا روی می‌آورد. رویکردهای جدید به تخصیص آب حوضه آبریز در نهایت به قاعده‌گذاری‌های پیچیده‌ای برای حل و فصل تغییرات و اجرای سناریوهای مختلف تخصیص آب از نظر اقتصادی، اجتماعی و سیاسی برای ایجاد تعادل‌های محیط زیستی انجامیده است. برنامه‌های تخصیص آب مدرن به جای گذاشتن مجموعه ساده‌ای از قواعد، بر پایه سناریوهایی قرار دارد که چگونگی واکنش مصرف آب به تغییرات آب و هوایی، دگرگونی‌های نظام اقتصادی، انگیزه‌های قیمتی مصرف آب را فرافکنی کرده است و گزینه‌های مختلفی را برای تسهیم منافع متفاوت از روال موجود مطرح می‌سازد.

تخصیص آب در کشور

در کشور ما، برنامه عملیاتی و اجرایی استقرار یک نظام تخصیص آب منسجم و یکپارچه از اواخر دوره برنامه دوم و اوایل برنامه سوم توسعه در واحد برنامه‌ریزی امور آب وزارت نیرو آغاز شد که هدف اصلی آن نظام‌مند نمودن فرآیند تخصیص آب به متقاضیان و طرح‌های توسعه منابع آب مبتنی بر مدیریت به هم‌پیوسته حوضه‌های آبریز و توسعه پایدار منابع آب بود. در این نظام تلاش می‌شود علاوه بر تأمین به موقع نیازهای آبی با اطمینان‌پذیری مناسب، اثرات منفی ناشی از برداشت آب در مناطق بالادست را بر حقابه‌ها و اهداف طرح‌های بهره‌برداری و اجرایی پائین‌دست حوضه‌های آبریز حداقل نماید، زیرا این اعتقاد وجود دارد که عدم توجه به این ضرورت علاوه بر اتلاف سرمایه‌های ملی (طرح‌های بهره‌برداری و اجرایی)، موجب ایجاد یا تشدید منازعات منطقه‌ای در حوضه‌های آبریز و بروز مشکلات زیست‌محیطی و در نتیجه ناپایداری بهره‌برداری از منابع به ویژه منابع آب در حوضه‌های آبریز خواهد بود. در عین حال نظام موجود از دیدگاه مدیران و کارشناسان فنی- اداری آن با کاستی‌های جدی روبرو است، مانند: کم‌اهمیت بودن مجوز تخصیص در شروع اجرای طرح‌ها، انجام برنامه‌ریزی منابع آب طرح‌ها به صورت منفرد و بدون لحاظ اثرات اجرای طرح بر پائین‌دست، فشارهای سیاسی برای اجرای طرح‌ها بدون توجه به شرایط حوضه‌های آبریز و موازین توسعه پایدار و کمبود اطلاعات و آمار و دقت آن‌ها. در صورتی که به این کاستی‌ها به‌ویژه فشارهای سیاسی توجه کافی نشود، می‌بایست انتظار داشت که در فاصله زمانی نه چندان دور حوضه‌های آبریز و اکوسیستم‌های سالم امروز به بدنه‌های مرده و غیر قابل استفاده تبدیل شوند و ضروری خواهد بود تا سرمایه‌گذاری قابل ملاحظه مجددی برای برگشت بخشی از خسارات وارده- نه همه آن‌ها- انجام شود.

بازتخصیص آب در کشور

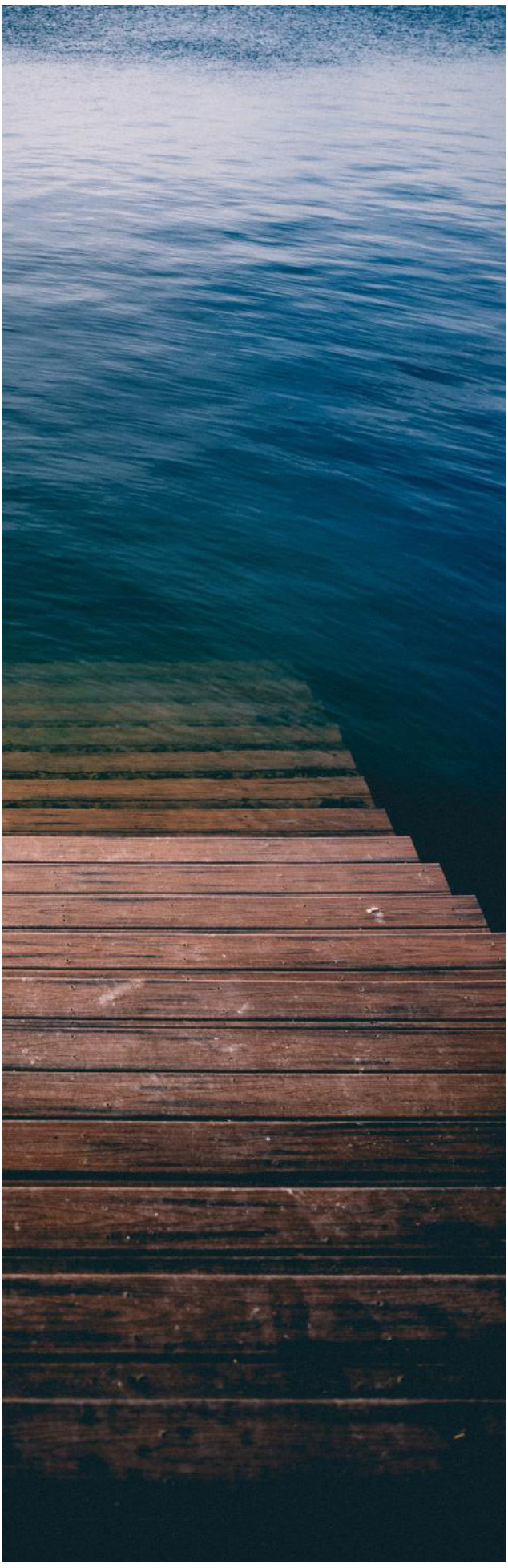
چون نظام تخصیص آب کشور در مراحل اولیه‌ای از نظر رشد و تکامل خود به سر می‌برد و در آن ملاحظات اقتصادی بسیار اندک است و عمدتاً از دید کاهش آسیب‌های تصمیمات اخذشده عمل می‌کند، موضوع بازتخصیص آب از دیدگاه اقتصادی توسط دانشگاهیان همواره مطرح بوده است. به عنوان نمونه آقای بنی‌حبیب عضو هیئت علمی دانشگاه تهران با تکیه بر پژوهشی که انجام داده و مقاله‌ای که در سال ۲۰۱۵ در Urban Water به چاپ رسانده، معتقد است که اگر بازتخصیص آب را بر اساس مدل این پژوهش انجام دهیم، بخش کشاورزی با وجود ۱۳ درصد کاهش مصرف رشد، سود اقتصادی و اشتغال‌زایی نیز داشته که این موضوع فقط بر اساس بهینه‌سازی الگوی کشت پیشنهادی مدل یادشده امکان‌پذیر است. این بررسی نشان می‌دهد که نه تنها در مجموع ۳۸ درصد سود خالص بخش‌های اقتصادی و ۳۷ درصد اشتغال با استفاده از بازتخصیص یاد شده ممکن است، بلکه ۸ درصد از مصرف فعلی برای جبران حقابه محیط‌زیستی آزاد خواهد شد. وی در مقاله خود به الزامات و چالش‌های اجرای نتایج مطالعات خود می‌پردازد و درباره آن‌ها توضیحاتی را بیان می‌کند. در انتها می‌آورد: «تغییر الگوی کشت پرمصرف فعلی به الگوی کشت بهینه از طریق دستور و ابلاغ به کشاورزان اجرایی نمی‌شود، اولاً الگوی کشت بهینه باید سود خالص کشاورزان را نسبت به شرایط فعلی افزایش قابل توجهی بدهد، ثانیاً با ابزارهای مدیریتی نظیر خرید تضمینی محصولات کشاورزی راهبردی و تکمیل زنجیره ارزش سایر محصولات کم‌مصرف (غیر راهبردی) باید مشوق‌های لازم را برای اجرای الگوی کشت بهینه به وجود آورد.»

مأخذ: توسعه کم‌آب‌بر؛ تأملی در بازسازی مسیر توسعه کشور. انوش نوری اسفندیاری. اندیشکده تدبیر آب ایران. ۱۳۹۵.

من کابوسی در سر دارم!

تونی اَلِن

«آدمیزاد تاب تحمل حجم زیادی از واقعیت را ندارد.» تی. اس. الیوت



استفاده از جمله مارتین لوتر کینگ- «من رؤیایی در سر دارم»- و تغییر آن اتفاق جدیدی نیست. این کار پیش‌تر نیز توسط عده‌ای صورت گرفته است و من نیز آگاهانه آن را از یک متخصص آمریکایی محیط‌زیست به نام مایکل شِلِن‌برگر وام گرفته‌ام. آنچه در این بین اهمیت دارد درک این نکته مهم است که ترساندن مردم، راهی پایدار و کارا برای جلب حمایت‌شان نیست. اخبار بد چندان تأثیری بر ما ندارد؛ پس از مدتی به آن‌ها عادت می‌کنیم و از یک گوش می‌گیریم و از دیگری بیرون می‌کنیم اما در عوض، آنچه گوش و قلب ۲۰۰ هزار نفر را برای شنیدن سخنان مارتین لوتر کینگ در ساختمان لینکلن ممموریال گردهم آورد جملاتی با مضمون «من کابوسی در سر دارم» نبود، بلکه صحبت از امیدها و رؤیاها بود که چنان تأثیری بر جای گذاشت.

از این رو من نیز به جای ترساندن، سعی می‌کنم انگیزه ایجاد کنم. سعی در ترغیب خواهم کرد و نه رنجاندن و به دنبال آن هستم که استدلال کنم، نه وعظ و نکوهش. این کار را تنها به این خاطر انجام می‌دهم که باور دارم با این روش، گوش‌های بازتر و دستان بیشتری برای همراهی خواهم یافت.

با وجود این، یک مشکل همچنان باقی است و آن اینکه با این اوصاف من چطور اخبار بدی را که دارم به استحضار شما برسانم. مسئله اینجا است که پدیده «آب پنهان» [آب مجازی] نیز مانند بازارها یا طبیعت، به خودی خود صاحب هیچ قطب‌نمای اخلاقی نیست و هیچ تعهدی به فرد یا کشور خاصی ندارد. مسیر جریان آب پنهان همراه با سرمایه‌گذاری‌ها، بالا و پائین می‌رود و این بی‌تعهدی و غفلت درباره تمامی کالاهایی که به شکلی حامل آب پنهان هستند نیز صادق است. در واقع، پدیده آب پنهان یک جنبه امیدبخش دارد و یک جنبه نگران‌کننده و راهگشا آن است که هر دو جنبه را در ارزیابی‌های خود لحاظ کنیم.

واقعیت آن است که کشورهای صنعتی از وجه امیدبخش آب پنهان بهره‌مند شده‌اند. از این منظر، پدیده آب پنهان توانسته است برای جوامع صنعتی و همین‌طور بسیاری جوامع دیگر، امنیت آبی به همراه آورد؛ فقیر و غنی را سیراب و منابع با ارزش آب جهان را

حفظ کند. این دستاوردها بسیار مثبت هستند و من در اینجا با بررسی وضعیت کشورهای صنعتی نشان خواهم داد که چگونه این موضوع در حال حاضر نیز اتفاق افتاده است.

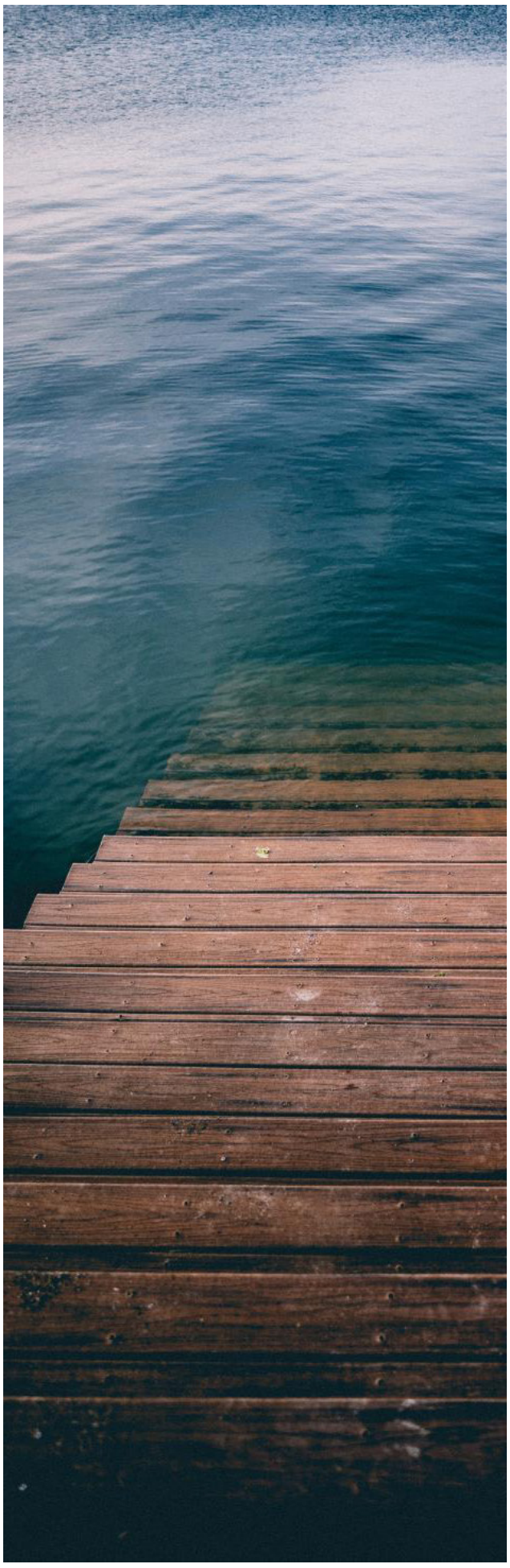
کشورهای صنعتی از جنبه‌های نگران‌کننده آب پنهان نیز مصون نمانده‌اند. در توضیح این مطلب باید بگویم که جنبه نگران‌کننده آب پنهان به دلیل عملکرد پنهانی و در خفای این پدیده اتفاق می‌افتد. به عبارت دقیق‌تر، غیرقابل مشاهده بودن آب پنهان باعث می‌شود که برخی از معادلات اقتصادی و ابعاد زیست‌محیطی موضوع از دید ما پنهان بماند و این در حالی است که شناخت این بنیان‌ها برای اطمینان از اینکه منابع آب جهان به‌طور پایدار مدیریت می‌شوند حیاتی و ضروری است. درواقع، دادوستد آب پنهان با پنهان کردن این واقعیت، مصرف‌کنندگان آب، سیاست‌گذاران و سیاستمداران را فریب می‌دهد و چون مشکل را نمی‌بینیم گمان می‌کنیم مشکلی وجود ندارد. به این ترتیب می‌توان گفت که دادوستد آب پنهان با وجود جنبه‌های مثبت آن باعث می‌شود که جریان پیشرفت جوامع در آموختن ارزش آب و مدیریت شایسته آن به کندی صورت گیرد.

به‌طور خلاصه:

- وجه روشن آب پنهان عبارت است از توانایی‌اش در تأمین امنیت آبی، یاری‌رسانی به کشورها و حفظ منابع آب.
- و وجه تاریک آن عبارت است از توانایی‌اش در پنهان‌سازی، فریب دادن انسان‌ها و کند ساختن روند مدیریت صحیح آب.

در سال‌های اخیر به شکلی غیررسمی و برنامه‌ریزی‌نشده، میان دانشمندان و فعالان عرصه آب ائتلافی باارزش در حال شکل‌گیری است. ما فعالان حوزه آب سعی داریم در این مورد اطلاع‌رسانی کنیم، اما متأسفانه جنبه تاریک آب پنهان بسیار فریبنده است. این جنبه تاریک به واسطه ظاهر خوشایند و بی‌دردسرش، بسیاری را به گمراهی می‌کشاند. عده زیادی از جنبه تاریک آب پنهان استقبال می‌کنند و معتقدند که جنبه روشن است. سیاستمداران نیز با چشمانی بسته از این قواعد اقتصادی پیروی می‌کنند و به این قوانین اجازه می‌دهند بدون هیچ دردسری مشکلات کمبود آب را در مناطق مختلف جهان حل‌وفصل کنند؛ و این همه آن چیزی است که آن‌ها می‌بینند. چشمان آن‌ها به روی رؤیاها و خیال‌بافی‌ها باز است، اما همچنان کابوس‌ها را نادیده می‌گیرند. در حال حاضر جوامع صنعتی به مرور و همراه با نارضایتی، اقداماتی را برای رفع علل اساسی آلودگی محیط‌زیست و کمبود منابع آب آغاز کرده‌اند و سیاستمداران به آرامی شروع به مقابله با غرایزشان کرده‌اند. آن‌ها ناگزیر شده‌اند چشم خود را بر جنبه‌های تاریک پدیده آب پنهان باز کنند؛ جنبه‌ای که بخشی از واقعیت را پنهان می‌کند، ما را فریب می‌دهد و از این طریق روند مدیریت صحیح آب را کند می‌کند.

ما از کوربودن در مقابل خطر لذت می‌بریم، البته تا زمانی که آن خطر خود را به عنوان یک واقعیت به ما تحمیل کند. بحران اقتصادی عظیم سال ۲۰۰۸، زاده ترسی نظام‌مند در بخش مالی از بهای واقعی تن در دادن به خطر بود. این بدهی برای مدتی



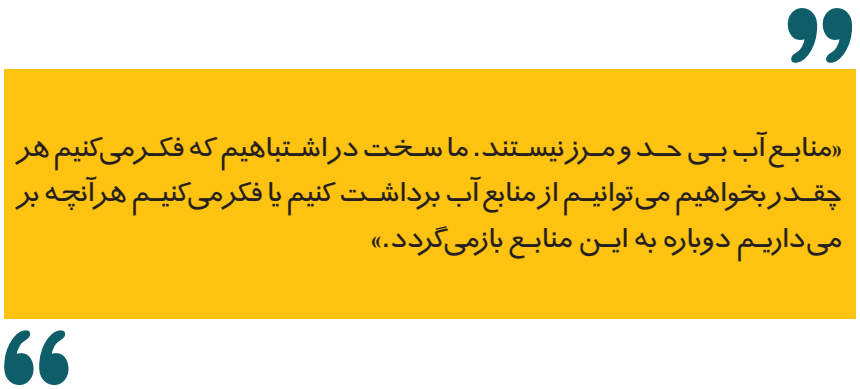
می‌توانست به تأخیر بیفتد. می‌توانست جمع شود و پشت گوش انداخته شود؛ اما سرانجام زمانی رسید که این بدهی باید پرداخت می‌شد. جالب است که پس از آنکه حادثه اتفاق می‌افتد و خطر فهمیده می‌شود، همه متخصص و صاحب‌نظر می‌شوند. همه غمگین، آزرده و در حیرتند که چگونه چنین کلاهبرداری عظیمی می‌توانست اتفاق بیفتد؛ اما واقعیت آن است که همه ما ناآگاهانه و ناخواسته در این موضوع سهم داشتیم. دروغ‌ها و سفسطه‌های مالی درباره ایجاد امنیت مالی و اهرم مالی سنگین شرایطی را ایجاد کرده بود که هیچ یک از ما بدمان نمی‌آمد چشم خود را بر پیامدهای آن ببندیم. شرایطی حاکم بود که ما را به عنوان یک فرد در یک جامعه ترغیب می‌کرد عمق خطر و تأثیر تصمیماتمان را در کل ماجرا دست کم بگیریم. قرض‌دهندگان و قرض‌گیرندگان هر دو متقابلاً یکدیگر را یاری کردند. به واقع ما به دنبال یک وام خیالی و غیرممکن بودیم. این موضوع درباره آب نیز صادق است، اما بدون هیچ واهمه‌ای از محیط‌زیست آب قرض می‌گیریم. سیاستمداران که باید مراقب محیط‌زیست و امنیت منابع آب جامعه باشند نیز در این موضوع با ما همدست هستند. دادوستد آب پنهان نیز قطعاً به تداوم این بی‌توجهی و همدستی خطرناک یاری می‌رساند.

سرمایه حقیقی نیست، هر چند که رنج و بدبختی ناشی از یک رکود، بی شک حقیقی است اما واقعیت آن است که سرمایه می‌تواند مجدداً احیا شود. هرچه باشد سرمایه نهایتاً با اعداد و ارقام سر و کار دارد و اعداد و ارقام نیز حد و مرزی نمی‌شناسند.

منابع آب بی حد و مرز نیستند. ما سخت در اشتباهیم که فکر می‌کنیم هر چقدر بخواهیم می‌توانیم از منابع آب برداشت کنیم یا فکر می‌کنیم هر آنچه بر می‌داریم دوباره به این منابع بازمی‌گردد. واقعیت آن است که ما در برخی جاها بیش از اندازه آب برداشت می‌کنیم و برخی جاهای دیگر را بیش از اندازه آلوده می‌کنیم؛ اما این روال پایدار نیست.

دادوستد آب پنهان با ایجاد یک وضعیت ظاهری آرام، منظم و هماهنگ، این توهم خطرناک را ایجاد می‌کند که گویی همه‌چیز تحت کنترل و در حال پیشرفت است و اوضاع به همین شکل می‌تواند ادامه پیدا کند. ماجرای قورباغه را به یاد آورید که وقتی در ظرف آبی که به آرامی دمایش بالاتر برده می‌شود قرار داده می‌شود. آنقدر بیرون نمی‌پرد که زنده‌زنده می‌پزد. گویی ما نیز نیازی به بیرون پریدن از ظرف آب احساس نمی‌کنیم، هر چند که بی‌تردید باید بیرون بپریم.

مأخذ: آب پنهان. جلد اول. ترجمه آرش حسینیان. نشر مثلث، ۱۳۹۴.



«منابع آب بی حد و مرز نیستند. ما سخت در اشتباهیم که فکر می‌کنیم هر چقدر بخواهیم می‌توانیم از منابع آب برداشت کنیم یا فکر می‌کنیم هرآنچه بر می‌داریم دوباره به این منابع بازمی‌گردد.»

چالش‌ها و فرصت‌های آبیاری پایدار با استفاده از منابع جایگزین

برگردان: مهدیار حمیدی

مطابق برآوردها، جمعیت جهان تا سال ۲۰۵۰ از مرز ۹ میلیارد نفر عبور خواهد کرد و بر این اساس انتظار می‌رود نیازهای غذایی تا بیش از ۷۰ درصد افزایش یابد. چالش تأمین غذای جمعیت بیشتر و مرفه‌تر با استفاده از همان میزان اراضی، نیازمند تغییرات اساسی در شیوه تولید، ذخیره‌سازی، توزیع، و دسترسی به غذا است. کشاورزی در سطح جهان تا اندازه زیادی همچنان دیم باقی می‌ماند. بنابراین سهم نسبی کشاورزی آبی کارآمدتر در افزایش محصول، و همزمان استفاده از منابع نامتعارف آب، مانند پساب تصفیه‌شده و آب شیرین‌شده مهم‌تر خواهد شد.

برآوردهای سرانه منابع بالقوه قابل بهره‌برداری آب شیرین و سرانه جهانی مصرف آب حاکی از آن است که مصرف آب به سرعت در حال افزایش است. برآورد سطح کنونی بهره‌برداری از منابع آب شیرین تقریباً ۱۵ درصد است. در دهه‌های آتی برای تأمین

سرانه افزایش‌یافته مصرف آب، به سطوح بالاتر بهره‌برداری نیاز خواهد بود. بالاترین سطح برآوردشده بهره‌برداری (۴۰ درصد) نشان‌دهنده فشار انسانی بسیار زیاد بر منابع آب شیرین است که در حدود سال ۲۰۶۰ برای اطمینان از تأمین نیازهای آب هر فرد مورد نیاز خواهد بود.

نیاز به آب بیشتر در مقایسه با سطوح کنونی، به ویژه برای مناطقی که هم‌اکنون از کمبود مزمن آب رنج می‌برند، بسیار حیاتی است و انتظار می‌رود در این دوره تا ۸ برابر افزایش یابد. این روندها اهمیت موضوع رقابت میان نیازهای خانگی و آبیاری برای منابع آب شیرین را پررنگ‌تر می‌کند. بنابراین، فشار رو به افزایش بر منابع آب شیرین، انگیزه استفاده از منابع نامتعارف آب را برای آبیاری به وجود می‌آورد.

تولید پساب تصفیه‌شده در نسبت مستقیم با مصرف آب شیرین، به ویژه در نواحی شهری بزرگ به سرعت در حال افزایش است. وضع مقررات جدید درباره محدودسازی رهاسازی پساب‌ها در آبراهه‌ها و دریا در مناطق ساحلی، و پیاده‌سازی مقررات زیست‌محیطی سخت‌گیرانه‌تر، زمینه مساعد را برای استفاده از پساب تصفیه‌شده به عنوان یک منبع جذاب آب برای کشاورزی آبی، به ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک فراهم می‌آورد. گزارش‌های مثبت اولیه، پساب تصفیه‌شده را یک منبع آب سالم برای آبیاری دانسته‌اند که می‌تواند حتی منافعی از نظر میزان محصول بیشتر یا استفاده کمتر از کود (در نتیجه غنی‌بودن پساب تصفیه‌شده از مواد مغذی و ماده ارگانیک) داشته باشد.

با این همه، این منبع به ظاهر ساده و جذاب آب، چالش‌های خاص خودش را نیز دارد. تأثیر منفی پساب تصفیه‌شده بر خواص خاک و محصول، در سال‌های اول استفاده از پساب تصفیه‌شده آشکار نبود. شواهد به دست‌آمده از پژوهش‌ها حاکی از آن است که استفاده بلندمدت از پساب تصفیه‌شده (۱۵ سال) برای آبیاری، به تنزل برخی از خصوصیات فیزیکی و هیدرولیکی خاک غنی از رس منجر شده است. برای نمونه، تنزل خواص خاک سبب کاهش قابل ملاحظه میزان محصول آووکادو و مرکبات با گذشت زمان شده است.

برخی از ریسک‌های توأم با آبیاری با پساب تصفیه‌شده، شامل غلظت‌های بالاتر نمک‌ها (به ویژه سدیم)، و ترکیبات ارگانیک است. ترکیب این عوامل، درصد سدیم قابل تبادل را در خاک‌های آبیاری‌شده افزایش می‌دهد، و بدین ترتیب بر رطوبت‌پذیری خاک تأثیر گذاشته، و سبب تنزل خواص فیزیکی و هیدرولیکی خاک می‌شود. این تغییرات، بر تحولات صورت‌گرفته در پروفیل خاک اثرگذار بوده (نفوذ، زهکشی، تبخیر و انتشار گاز)، و در نتیجه، موجودی آب برای گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

در مطالعات صورت‌گرفته، استفاده بلندمدت از پساب تصفیه‌شده بر رژیم هوادهی زون ریشه نیز اثر داشته و میزان اکسیژن را تا ۲۵ درصد نسبت به آبیاری با آب شیرین کاهش داده است. علاوه بر اثرات نامطلوب بر محیط فیزیکی خاک، اثرات منفی بالقوه مرتبط با جنبه‌های شیمیایی خاک، و بر سلامت انسان به سبب ورود میکروارگانیزم‌های بیماری‌زا، فلزات سنگین، و ترکیبات اُرگانیک سمی به درون خاک و محصول مشاهده شده است. بنابراین، پایداری چرخه هیدرولوژیکیِ به هم‌پیوسته کشاورزی- شهری که در آن، پساب تصفیه‌شده برای آبیاری استفاده می‌شود، به مدیریت مناسب تخفیف اثرات منفی کاربرد بلندمدت پساب تصفیه‌شده و اجتناب از تخریب بالقوه کارکردهای اکولوژیکی خاک بستگی دارد.

یک منبع دیگر برای جایگزینی آب شیرین که می‌تواند بخشی از نیازهای آب را تأمین نماید، نمک‌زدایی آب شور و آب دریا است. پیشرفت‌های تکنولوژیکی در فرایندهای نمک‌زدایی، میزان مصرف و هزینه‌های انرژی را به شکل قابل ملاحظه‌ای کاهش داده است. آبِ نمک‌زدایی‌شده، به سرعت به یک منبع رقیب جایگزین آب برای آبیاری، به ویژه برای محصولات پردرآمد و تحت شرایط مساعد از نظر انرژی تبدیل می‌شود. اسپانیا رتبه نخست جهانی را در استفاده از آب نمک‌زدایی‌شده در کشاورزی دارد. در این کشور، بخش قابل توجهی (حدود ۲۵ درصد) از کل تولید آب شیرین‌شده به آبیاری اختصاص می‌یابد.

در مقایسه با پساب تصفیه‌شده، تخصیص آب شیرین‌شده به آبیاری می‌تواند به طور بالقوه برخی از ریسک‌های مرتبط با آبیاری با آب شور را کاهش دهد. نتایج به دست‌آمده از یک طرح آزمایشی آبیاری در کاشت موز، نشان‌دهنده اثرات مثبت آبیاری با آب شیرین‌شده بر رشد گیاه و میزان محصول است. در مقایسه با آبیاری با آب شیرین، استفاده از آب شیرین‌شده، محصول بیشتری را در قبال طیف بزرگی از وعده‌های آبیاری به دست می‌دهد و تأثیر بیشتری با کاربرد کم‌آبیاری مشاهده گردید. در عمل، میزان محصول موز (تقریباً ۷۵ تن در هکتار) نیازمند ۲۱۰۰ میلی‌متر در سال آبیاری با آب شیرین است، در حالی که همین میزان محصول می‌تواند محقق با ۳۰ درصد مصرف کمتر آب با استفاده از آبیاری با آب شیرین‌شده (تقریباً ۱۵۰۰ میلی‌متر در سال) محقق شود.

پیش‌بینی تشدید کشاورزی با گسترش مساحت اراضی آبیاری‌شده و استفاده از منابع فرعی آب می‌تواند بر آگرواکوسیستم‌های شکننده تأثیر بگذارد و پایداری آنها را تهدید کند. برای تخفیف این ریسک، و همزمان پاسخ به نیازهای فزاینده آب، گزینه‌های مدیریت کشاورزی می‌تواند شامل کیفیت‌های مختلف منابع آب متناسب با مصرف، تطبیق روش‌های آبیاری با منابع گوناگون آب، و انتخاب گیاهان سازگار با شوری باشد. صرف نظر از روش‌ها و استراتژی‌های به کاررفته برای افزایش تولید غذا، لازم است از کارکردهای اکولوژیکی خاک محافظت نمایند، ریسک‌های سلامت انسان را به حداقل برسانند، و این اطمینان را به وجود آورند که منابع پایدار آب و زمین برای استمرار کشاورزی فراهم خواهد بود.

آبخوان‌های ژرف به نوسان اقلیم، سریع پاسخ می‌دهند!

برگردان: بهرام قشقایی

بر اساس مطالعه جدید متخصصان هیدرولوژی در دانشگاه پنسیلوانیا و کلمبیا، تغییرات در اقلیم می‌تواند به سرعت تأثیر خود را نشان دهد، حتی روی ژرف‌ترین آبخوان‌های آب شیرین.

پژوهشگران دریافتند که پاسخ‌ها به نوسانات اقلیم در سفره‌های آب زیرزمینی ژرف، سریع‌تر آنچه انتظار می‌رفت قابل ثبت است؛ در بسیاری موارد ظرف یک سال. چون آب باران ممکن است چندین سال طول بکشد تا با نفوذ طبیعی به آبخوان‌های ژرف برسد، این یافته‌ها حاکی از آن است که عامل دیگری، مانند پمپاژ آبخوان‌ها برای کشاورزی دخالت دارد.

به گفته تِس روسو (Tess Russo)، استاد علوم زمین در ایالت پنسیلوانیا، «ما پاسخ سریع را در ترازهای آب زیرزمینی ژرف، هم نسبت به چرخه‌های عمده اقلیم و هم بارش موضعی مشاهده کردیم.» و می‌افزاید، «این آبخوان‌ها خیلی عمیق هستند و ما انتظار داریم بارش چندین سال طول بکشد تا به آن برسد، بنابراین اگر تغذیه طبیعی، پاسخ آب زیرزمینی به تغییرات در بارش را سبب نشده نباشد، بنابراین ممکن است ناشی از تغییرات پمپاژ باشد.»

نتایج این پژوهش که در مجله Nature Geoscience منتشر شده است، پرتو جدیدی بر مطالعات بیلان آب زیرزمینی می‌افکند و به تعریف بهتر چگونگی تغییر رفتار آب در آبخوان‌های ژرف در برابر اقلیم کمک می‌کند. آب زیرزمینی استفاده‌شده در شهرها و صنعت، همیشه از چاه‌های عمیق برداشته می‌شود که منبع مطمئن‌تری برای آب در مقایسه با آبخوان‌های کم‌عمق، به ویژه در زمان‌های خشکسالی به شمار می‌آید.

علی‌رغم اهمیت آبخوان‌های ژرف، هیچ کس واقعاً نمی‌داند چه مقدار آب در آن‌ها وجود دارد یا چگونه ممکن است در برابر تغییر اقلیم واکنش دهند.

به گفته وی، «آب زیرزمینی خیلی سریع جابجا نمی‌شود. بر این اساس، ما معمولاً پاسخ آبخوان‌های ژرف را به آنچه در سطح می‌گذرد، از جمله تغییر اقلیم، با تأخیر می‌دانیم. ولی در عمل، واکنش نسبتاً سریع مشاهده می‌کنیم.» روسو و آپمانو لال (Upmanu Lall) از دانشگاه کلمبیا، روابط میان داده‌های اقلیم و آب زیرزمینی از سرتاسر ایالات متحده را تحلیل کردند. همچنین، مجموعه کوچکی از داده‌های پمپاژ چاه‌ها در کانزاس را برای اثبات ارتباط احتمالی به کار گرفتند.

به گفته روسو، «شواهد گویای آن است که پمپاژ، یک رابط میانی بین بارش و ترازهای آب زیرزمینی ژرف است. تغییرات در دما و بارندگی می‌تواند بر نیاز آبی گیاه تأثیر بگذارد و برای نمونه، به تغییرات در اتکا بر آب از چاه‌های عمیق منجر می‌شود.»

«اگر به نواحی کشاورزی نگاه کنید که نیاز آبی گیاه به‌عنوان تابعی از بارش تغییر می‌کند، تغییرات پمپاژ در گذر زمان را کنترل می‌کند. پمپاژ می‌تواند رابط میانی اقلیم و آب زیرزمینی باشد- رابطی که سبب پاسخ فوری می‌شود.»

با اینکه شواهد نشان از آن دارد که پمپاژ سبب پاسخ سریع آب زیرزمینی ژرف می‌شود، به دلیل فقدان داده‌های پمپاژ در سراسر ایالات متحده، پژوهشگران نتوانستند به جمع‌بندی نهایی درباره این ارتباط برسند.

به گفته روسو، «ما نیاز داریم داده‌های بیشتری درباره فعالیت‌های انسان گردآوری کنیم. اگر بخواهیم واقعاً به دقت ارتباط میان اقلیم و آب زیرزمینی را توضیح دهیم، به سوابق پمپاژ نیاز داریم.»

مشخصات اصل مقاله:

Tess A. Russo, Upmanu Lall. Depletion and response of deep groundwater to climate-induced pumping variability. Nature Geoscience, 2017; 10 (2): 105 DOI: 10.1038/ngeo2883

برآوردی از اثر رانت تعرفه برق بخش کشاورزی نسبت به صنعت

در برداشت یک مترمکعب آب از چاه با سطح دینامیک ۱۵۰ متر

تهیه‌کنندگان: مهدی آگاه، مریم حسنی

۱- برآورد میزان برق مورد نیاز در برداشت یک مترمکعب آب از سطح دینامیک ۱۵۰ متری:

وزن یک لیتر آب با جرم یک کیلوگرم بر حسب نیوتن برابر است با حاصل‌ضرب جرم در شتاب جاذبه زمین[۱]. برای سهولت محاسبه، شتاب جاذبه در سطح زمین را که به طور متوسط ۹٫۸ متر بر مجذور ثانیه است[۲]، به ۱۰ متر بر مجذور ثانیه گرد کرده‌ایم.

$$(N) = (kg) \times (m/s^2)$$

وزن یک لیتر آب $= kg \times 10\ m/s^2 = 10\ N$

از آنجا که هر مترمکعب آب ۱۰۰۰ لیتر می‌باشد پس وزن یک مترمکعب آب ۱۰۰۰۰ نیوتن است.

$$F = 10{,}000 \times 10 = 10{,}000\ N$$

کار مکانیکی انجام شده برای کشیدن یک مترمکعب آب از چاه با سطح دینامیک ۱۵۰ متری طبق محاسبه ذیل ۱۵۰۰ کیلوژول است[۳].

$$W_{(N.m\ or\ J)} = d_{(m)} \times F_{(N)}$$

$$w = 150 \times 10{,}000 = 1{,}500{,}000\ J = 1{,}500\ KJ$$

۱- نیرو (نیوتن) = جرم (کیلوگرم) ×شتاب جاذبه (متر بر مجذور ثانیه)

۲- شتاب ثقل یا شتاب گرانشی، شتابی است که به اجسام به واسطه گرانش وارد می‌شود. در نقاط مختلف زمین، اجسام با شتابی بین ۹٫۷۸ تا ۹٫۸۲ متر بر مجذور ثانیه به سمت زمین جذب می‌شوند که به عرض جغرافیایی آن نقطه بستگی دارد. معمولاً مقدار متوسط این کمیت که به طور ثابت در روابط لحاظ می‌شود، برابر ۹٫۸۰۶۶۵ متر بر مجذور ثانیه است.

۳- کار (ژول) = تغییر مکان (متر) × نیرو (نیوتن)

قابل ذکر است به میزان کار انجام‌شده که به کیلوژول محاسبه شده، باید میزان اتلاف انرژی در پمپ آبکشی و الکتروموتور که نهایتاً به گرما تبدیل می‌شود اضافه شود؛

افت انرژی در پمپ آبکشی:

بازدهی توربین آبکشی را ۷۵ درصد در نظر می‌گیریم، بنابراین انرژی مکانیکی لازم که باید بر روی محور الکتروموتور به پمپ داده شود، ۲,۰۰۰ کیلوژول به دست می‌آید.

$$W_m = 1,500_{KJ} \div 0.75 = 2,000\ KJ$$

افت انرژی در الکتروموتور:

چنانچه اتلاف انرژی به‌صورت حرارت در الکتروموتور ۲۰ درصد باشد، انرژی مکانیکی مورد نیاز روی محور خروجی الکتروموتور ۸۰ درصد میزان انرژی مصرفی الکتروموتور خواهد بود؛ بنابراین میزان برق مصرفی از شبکه برای پمپاژ یک مترمکعب آب از این چاه،۲,۵۰۰ کیلوژول می‌شود.

$$W_e = 2,000_{KJ} \div 0.8 = 2,500\ KJ$$

یک کیلووات ساعت معادل ۳۶۰۰ کیلوژول است[۱]، **پس میزان برق مورد نیاز الکتروموتور که از نیروگاه تأمین می‌شود برای کشیدن یک مترمکعب آب از عمق دینامیک ۱۵۰ متری حدود ۰,۷ کیلووات ساعت می‌باشد.**

$$2,500\ KJ \div 3,600\ KJ = 0.694 \simeq 0.700\ kwh$$

۲- برآورد یارانه برق تعرفه‌ای کشاورزی نسبت به صنعت:

بر اساس جدول تعرفه وزارت نیرو در سال ۹۴[۲]، متوسط قیمت هر کیلووات ساعت برق برای بخش کشاورزی ۲۶۰ ریال[۳] و برای صنعت ۵۰۰ ریال[۴] است؛ بنابراین موتورهای آبکشی در ازای مصرف هر کیلووات ساعت، ۲۴۰ ریال کمتر از صنایع پرداخت می‌کنند.

بنابراین **یارانه تعرفه‌ای که وزارت نیرو به پمپاژ آب کشاورزی در برداشت یک مترمکعب آب از سطح دینامیک ۱۵۰ متری نسبت به مصارف برق در صنعت پرداخت می‌کند، ۱۶۸ ریال معادل ۰,۰۰۴۸ دلار است.**

$$240 Rial \times 0.7\ kwh = 168\ Rial \cong \$\ 0.0048$$

۳- آیا یارانه تعرفه برق کشاورزی، کشت گندم را باصرفه کرده است؟

چاهی با آبدهی حدود ۴۰ لیتر بر ثانیه را در نظر می‌گیریم که آبدهی سالانه آن یک میلیون مترمکعب است[۵]. براساس محاسبات فوق، کشاورز با برداشت یک میلیون مترمکعب آب از سطح دینامیک ۱۵۰ متری ۴۸۰۰ دلار یارانه دریافت می‌کند.

$$1,000,000\ m^3 \times \$\ 0.0048 = \$\ 48,00$$

با مصرف یک مترمکعب آب، ۵۶۰ گرم گندم تولید می‌شود[۶]، پس اگر این یک میلیون مترمکعب آب همگی ذخیره و صرف تولید گندم شود، ۵۶۰,۰۰۰ کیلوگرم گندم حاصل می‌آید.

$$1,000,000\ m^3 \times 0.560\ kg = 560,000\ kg$$

متوسط قیمت جهانی گندم در دو سال گذشته (۲۰۱۵-۲۰۱۴) حدود ۱۸ سنت برای هر کیلوگرم بوده است[۷]. بنابراین کشت گندم با این میزان آب، ۱۰۰,۸۰۰ دلار ارزآوری دارد.

$$560,000\ kg \times \$\ 0.18 = \$\ 100,800$$

نتیجه می‌گیریم که حدود ۴,۷ درصد از قیمت فروش هر کیلو گندم امتیازی است که وزارت نیرو در هزینه برق مصرفی آب به کشاورزان گندم‌کار نسبت به صاحبان صنایع مرحمت کرده است.

کافی است این میزان یارانه کشاورزی را با یارانه تعلق گرفته به صنایع انرژی بری همچون فولاد و سیمان مقایسه کرد.[۸]

۱- وات ساعت، واحد انرژی است. وات برابر با ژول بر ثانیه است؛ بنابراین، یک کیلووات ساعت برابر است با:

$$W = J/s \quad J = W \times S$$
$$1kwh = (1000 \times 1) \times 3600\ (s) = 3,600,000\ J = 3600\ KJ$$

۲- برای آگاهی از تعرفه‌های برق وزارت نیرو در سال ۹۴ به نشانی زیر مراجعه شود:

http://tariff.moe.gov.ir-1392-%282%29#TariffChapterLink725

۳- از سال ۹۲ تاکنون، نرخ دلار با اندکی نوسان معادل ۳۵,۰۰۰ ریال است؛ بنابراین، مصرف یک کیلووات ساعت در کشاورزی به قرار زیر است:

$$\$\ 0.0074 = 35000\ Rial / 260\ Rial$$

= متوسط قیمت مصرف یک کیلووات ساعت برق توسط بخش کشاورزی

بنابراین، کشاورزان در برداشت یک مترمکعب آب از سطح دینامیک ۱۵۰ متری حدود ۱۸۲ ریال معادل ۰,۰۰۵۲ دلار پرداخت می‌کنند.

$$0.7\ kwh \times 260\ Rial = 182\ Rial \cong \$\ 0.0052$$

۴- مصرف یک کیلووات ساعت برق در صنعت:

$$\$\ 0.014 = 35000\ Rial / 500\ Rial$$

= متوسط قیمت مصرف یک کیلووات ساعت برق توسط بخش صنعت

۵- چهل لیتر آب معادل ۰,۰۴ مترمکعب است؛ بنابراین:

$$0.04\ m^3 \times 300_{day} \times 24_{h} \times 3600_{s} = 1,036,800 \approx 1,000,000$$

۶- به مقاله «ارزیابی معیارهای الگوی کشت»، نوشته مریم حسنی و الهام گلکار مراجعه شود (اندیشکده تدبیر آب ایران: www.iwpri.ir)

۷- برای آگاهی از قیمت‌ها به نشانی‌های زیر مراجعه شود:

London Wheat Historical Prices - Investing.com

http://www.investing.com/commodities/us-wheat-historical-data

۸- به مقاله «نقش یارانه‌های انرژی در تخریب مدیریت و اضمحلال تدریجی صنایع کشور، نقدی بر یارانه پرداختی به تولید فولاد در ایران»، در وبگاه شبکه مطالعات سیاست‌گذاری عمومی (شمس) مراجعه شود:

www.npps.ir/ArticlePreview.aspx?id=101714

اندیشکده تدبیرآب ایران
نشانی: خیابان نجات‌اللهی شمالی، روبروی بیمارستان یاس، پلاک ۲۱۲، طبقه ۴
تلفن: ۸۸۹۴۷۳۰۰-۸۸۹۴۷۴۰۰
www.iwpri.ir