گفت و گوی آب

دو فصل‌نامه اندیشکده تدبیر آب ایران
سال سیزدهم، شماره سی و نه، بهار و تابستان ۱۴۰۳
ویژه‌نامه «آماربرداری سراسری منابع و مصارف»

سخن سردبیر | بحران آب زیرزمینی در ایران: مشکلی فراگیر با پیامدهای ناگوار | قانون مدیریت پایدار آب زیرزمینی کالیفرنیا: ناکافی، با تأخیر و خیلی کُند؟ | شبکه‌های پایش تراز آب زیرزمینی: گذشته، حال و آینده | ضرورت ارزیابی منابع آب | تحلیل مقدماتی نتایج دور سوم آماربرداری سراسری منابع و مصارف | آماربرداری سراسری منابع و مصارف آب، سابقه و جایگاه | آماربرداری سراسری منابع و مصارف: تاریخچه، چالش‌ها و توصیه‌ها | آماربرداری سراسری منابع و مصارف: پیشرفت‌ها و کاستی‌ها | آماربرداری سراسری منابع و مصارف، چالش‌ها و بهبودها | معرفی کتاب: سیاست‌ها و ابزارهای کاهش برداشت آب زیرزمینی |

گفت و گوی آب

دوفصلنامه گفت‌وگوی آب
سال سیزدهم، شماره سی و نه، بهار و تابستان ۱۴۰۳

صاحب امتیاز: اندیشکده تدبیرآب ایران
سردبیر: سید احمد علوی
امور اجرایی نشریه: تهیه شده در کارگروه ارتباطات اندیشکده تدبیرآب ایران
طراحی و صفحه‌آرایی: نوید جهدی

نشانی: خیابان فتحی شقاقی، بین خیابان چهلستون و سیدجمال‌الدین اسدآبادی، پلاک ۴۵، طبقه ۴
تلفن: ۸۸۷۰۲۸۰۵-۸۸۷۰۲۰۱۳
www.iwpri.ir

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

اندیشکده تدبیر آب 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 سخن سردبیر

۰۵ بحران آب زیرزمینی در ایران: مشکلی فراگیر با پیامدهای ناگوار

۰۸ قانون مدیریت پایدار آب زیرزمینی کالیفرنیا: ناکافی، با تأخیر و خیلی کُند؟

۱۰ شبکه‌های پایش تراز آب زیرزمینی: گذشته، حال و آینده

۱۳ ضرورت ارزیابی منابع آب

۱۶ تحلیل مقدماتی نتایج دور سوم آماربرداری سراسری منابع و مصارف

۲۰ آماربرداری سراسری منابع و مصارف آب، سابقه و جایگاه

۲۵ آماربرداری سراسری منابع و مصارف: تاریخچه، چالش‌ها و توصیه‌ها

۳۱ آماربرداری سراسری منابع و مصارف: پیشرفت‌ها و کاستی‌ها

۳۶ آماربرداری سراسری منابع و مصارف، چالش‌ها و بهبودها

۴۰ معرفی کتاب: سیاست‌ها و ابزارهای کاهش برداشت آب زیرزمینی

سخن سردبیر

آب منبع اساسی برای حفظ حیات، پشتیبانی اکوسیستم‌ها و پیشبرد توسعه اقتصادی است. با افزایش جمعیت، تشدید اثرات تغییر اقلیم و افزایش تقاضای آب، مدیریت اثربخش این منبع گران‌بها بیش از هر زمان دیگری مهم شده است.

در چنین شرایطی، آماربرداری سراسری منابع و مصارف آب را باید فعالیتی محوری در نظر گرفت. با آماربرداری نه تنها درک جامعی از موجودی منابع و مصارف آب به دست می‌آید، بلکه سیاست‌گذاری و تصمیم‌گیری آگاهانه و سنجیده، و تکاپو در راستای متوازن‌سازی نیازهای انسان و محیط‌زیست نیز تقویت می‌شود.

در این شماره از دوفصلنامه گفت‌وگوی آب تلاش شده است تا حد امکان، جوانب گوناگون آماربرداری منابع و مصارف آب در قالب برگزاری نشست و انجام مصاحبه با خبرگان و نوشتارهای جهانی، بررسی و ارزیابی شود. بدین منظور بر تجربه گذشته و حال آماربرداری در کشور تمرکز ویژه‌ای شده است. روایت تجربه آماربرداری عمدتاً از زبان کارشناسان باسابقه وزارت نیرو بازگو می‌شود. همچنین، محدودیت‌ها و چالش‌ها در اجرای مؤثرتر و سودمندتر آماربرداری مطرح می‌شود. موضوع بسیار مهم تحلیل و تفسیر نتایج آماربرداری‌ها، هر چند در فرصتی فراخ‌تر باید به آن پرداخته شود، در این شماره تحلیل‌های اولیه‌ای درباره نتایج آماربرداری ارائه شده است.

از همه دست‌اندرکاران و کارشناسانی که در فراهم آمدن مطالب این شماره، همکاری و همراهی داشته‌اند سپاسگزاریم. امید است مسائل و موضوعات مطرح‌شده در این شماره، انگیزه نقش‌آفرینی بیشتر و مؤثرتر جامعه پژوهشی، دانشگاهی و اجرایی و ذی‌نفعان آب کشور را برای حل مسائل آماربرداری و عمق‌بخشیدن به مبانی علمی و تقویت جایگاه داده‌ها و اطلاعات آب در تصمیم‌گیری‌ها و برنامه‌ریزی‌ها فراهم سازد.

بحران آب زیرزمینی در ایران: مشکلی فراگیر با پیامدهای ناگوار

تهیه کننده: حمید پشتوان

ایران با بحران سخت آب زیرزمینی و نرخ‌های نگران‌کننده فرونشست زمین و خالی‌شدن سفره‌های آب زیرزمینی در سراسر کشور مواجه است. دو محقق ایرانی به نام‌های دکتر محمود حق‌شناس حقیقی و دکتر مهدی معتق در مطالعه‌ای که به تازگی در مجله Science Advances انتشار یافته است[1]، از گستردگی این بحران و تهدیدات مهم آن برای منابع آب، جمعیت و زیرساخت‌ها سخن گفته‌اند. در نوشتار حاضر به اختصار یافته‌های این مطالعه و پیامدهای این بحران برای آینده ایران را مرور می‌کنیم.

خالی‌شدن سفره‌های آب زیرزمینی و فرونشست زمین

در این مطالعه، داده‌های ماهواره‌ای برای بررسی تأثیر برداشت آب زیرزمینی بر فرونشست زمین در ایران تحلیل شده است. نتایج این تحلیل نشان می‌دهد که هشت شهرستان ایران با فرونشست زمین در مساحتی بیش از ۱۰۰۰ کیلومتر مربع دست به گریبان‌اند. کرمان، رفسنجان و سیرجان در استان کرمان، مرودشت در استان فارس، نیشابور در استان خراسان رضوی، بوئین زهرا در استان قزوین و گنبد کاووس و آق‌قلا در استان گلستان از شهرهایی هستند که بیشترین تأثیر را شاهد بوده‌اند.

بررسی محققان نشان می‌دهد که استان کرمان با نرخ‌های نگران‌کننده فرونشست زمین به ویژه در شهرستان رفسنجان که

1. Uncovering the impacts of depleting aquifers: A remote sensing analysis of land subsidence in Iran. Mahmud Haghshenas Haghighi and Mahdi Motagh. Science Advances. 10 May 2024. Vol 10, Issue 19.

بالاترین میزان فرونشست را با نرخ حیرت‌آور ۳۷ سانتی‌متر در سال تجربه می‌کند، یک سروگردن از دیگر شهرها بالاتر است. شهرستان اُرزوئیه در استان کرمان نیز دست کمی ندارد و نرخ ۳۴ سانتی‌متر در سال فرونشست را ثبت کرده است. این ارقام به شکل قابل توجهی از نرخ‌های مشاهده‌شده در مناطق دیگر ایران بیشتر است و شدت بحران آب زیرزمینی را در این استان نشان می‌دهد.

خالی‌شدن سفره‌های آب زیرزمینی

در این مطالعه، خالی‌شدن سالانه آب زیرزمینی در استان‌های مختلف برآورد شده است و مجموع اضافه‌برداشت آب زیرزمینی در ایران که فرونشست زمین را سبب شده است، سالانه ۱۷۳۷ میلیون مترمکعب به دست آمده است. استان‌های خراسان رضوی و کرمان با شدیدترین تنش آبی مواجه هستند و به ترتیب سالانه حدود ۳۸۰ و ۳۲۵ میلیون مترمکعب آب زیرزمینی خالی می‌شود. استان گلستان نیز با حدود ۱۶۲ میلیون متر مکعب در سال در جایگاه سوم قرار می‌گیرد.

اگر خالی‌شدن سفره‌های آب زیرزمینی را با توجه به مساحت هر استان در نظر بگیریم، الگوی دیگری را مشاهده خواهیم کرد که شدت استفاده از منابع آب را به ازای واحد زمین روشن می‌کند. بر این اساس کرج با خالی‌شدن حیرت‌آور سالانه ۱۲۸۰۰ مترمکعب آب زیرزمینی در هر کیلومترمربع، رتبه اول این فهرست را به خود اختصاص می‌دهد. استان گلستان با ۸۰۰۰ مترمکعب بر کیلومترمربع در سال در رتبه دوم قرار دارد. استان‌های تهران و قزوین به ترتیب با ۷۴۰۰ و ۶۶۰۰ مترمکعب کسری در سال به ازای هر کیلومترمربع در رتبه‌های بعدی قرار دارند.

نقش کشاورزی در بحران خالی‌شدن سفره‌های آب زیرزمینی

این مطالعه بر نقش تعیین‌کننده کشاورزی در خالی‌شدن سفره‌های آب زیرزمینی تأکید می‌کند. نزدیک به نیمی از کل کاهش سالانه منابع آب زیرزمینی، بیش از ۸۴۰ میلیون متر مکعب در اراضی آبی رخ می‌دهد. دلیل آن استفاده گسترده از آب زیرزمینی برای آبیاری به ویژه در مناطقی مانند خوزستان است که بیشترین تولید کشاورزی را دارد.

تهدید زیرساخت‌ها

در این مطالعه ریسک‌های ناشی از فرونشست زمین برای زیرساخت‌ها در سراسر ایران نیز بررسی شده است. نتایج بررسی نشان می‌دهد که بخش قابل توجهی از زیرساخت‌های خطی مانند خطوط مترو، بزرگراه‌ها، جاده‌های اصلی، خطوط راه‌آهن و جاده‌های پرتردد، از پهنه‌های فرونشست عبور می‌کنند. برای نمونه از مجموع خطوط راه‌آهن به طول ۹۵۰۰ کیلومتر، تقریباً ۱۳۸۰ کیلومتر آن (۱۵ درصد) در پهنه‌های فرونشست قرار دارند. خطوط مترو در شهرهای مختلف از جمله تهران و اصفهان نیز در معرض فرونشست زمین قرار دارند، به‌طوری‌که چهار خط از هفت خط مترو در تهران و یک خط مترو در اصفهان از محدوده‌های فرونشست عبور می‌کند.

بی‌درنگ باید دست به کار شد

این مطالعه بر اضطراری‌بودن بحران آب زیرزمینی در ایران تأکید دارد. بحران آب زیرزمینی ایران در سراسر ایران گسترش یافته و پیامدهای زیان‌باری برای منابع آبی، جمعیت و زیرساخت‌ها در پی دارد. اضافه‌برداشت سالانه برآوردشده ۱/۷ میلیارد مترمکعبی از منابع آب زیرزمینی در آبخوان‌های محصور و نیمه‌محصور، معادل ظرفیت پنج سد تأمین‌کننده آب تهران است که شدت این بحران را نشان می‌دهد. این مطالعه نتیجه می‌گیرد که اقدام فوری برای رسیدگی به این موضوع مهم و آینده منابع آب ایران ضروری است.

قانون مدیریت پایدار آب زیرزمینی کالیفرنیا: ناکافی، با تأخیر و خیلی کُند؟

نویسندگان: لیندا مندز، دارسی باستیک[1]

کالیفرنیا با بحران شدید آب زیرزمینی روبرو است. نرخ‌های خالی‌شدن آب زیرزمینی در دره مرکزی این ایالت جزو بالاترین نرخ‌ها در جهان قرار دارد. در طول خشکسالی بزرگ سال ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۶، تراز آب زیرزمینی کاهش چشمگیری داشت و پایداری بلندمدت این منبع مهم آب را تهدید کرد.

در سال ۲۰۱۴ در کالیفرنیا قانون مدیریت پایدار آب زیرزمینی[2] برای رفع این مشکل به تصویب رسید. این قانون سازمان‌های محلی را مکلف می‌کند تا کنترل حوضه‌های آب زیرزمینی را به دست گیرند. برابر زمان‌بندی پیاده‌سازی قانون، سازمان‌های محلی که سازمان‌های پایداری آب زیرزمینی[3] نامیده شده‌اند تا سال ۲۰۱۷ باید تشکیل شوند. سازمان‌های پایداری آب زیرزمینی تا سال ۲۰۲۲ باید برنامه‌های پایداری آب زیرزمینی[4] را تدوین کنند. این برنامه مشخص خواهد کرد که سازمان پایداری آب زیرزمینی در ۲۰ سال آینده چگونه به مدیریت پایدار آب زیرزمینی دست خواهد یافت.

---

۱. نوشتار حاضر ترجمه یادداشت زیر است:

Linda Mendez-Barrientos and Darcy Bostic. **California's Sustainable Groundwater Management Act (SGMA): too little, too late and too slow?** (www.water-alternatives.org/index.php/blog/sgma)

برگردان: جهانگیر هوشمند / ویرایش: حمید پشتوان

2. Sustainable Groundwater Management Act (SGMA)
3. Groundwater Sustainability Agency (GSA)
4. Groundwater Sustainability Plan (GSP)

با این همه، پیاده‌سازی قانون مدیریت پایدار آب زیرزمینی با چالش‌های مهمی مواجه شده است. بسیاری از سازمان‌های جدید پایداری آب زیرزمینی در سیطره سازمان‌های آب کشاورزی و سازمان‌های آب شهری قرار دارند که از نظر تاریخی حقابه‌های آب سطحی را در کنترل داشته‌اند. در نتیجه، این سازمان‌ها نیازهای اعضای خود را که به داشتن چاه‌های عمیق‌تر تمایل دارند، بر نیازهای جوامع کمتر برخوردار و صاحبان چاه‌های خانگی که به آب زیرزمینی کم‌عمق متکی هستند در اولویت قرار می‌دهند.

تحلیل برنامه‌های پایداری آب زیرزمینی نشان می‌دهد که بسیاری از آنها اهداف کمّی پایداری را در ترازهایی تعیین کرده‌اند که بیش از ۳۰ متر پائین‌تر از ترازهای کنونی آب زیرزمینی قرار می‌گیرند. معنای این رویکرد که می‌توان آن را «خالی‌شدن مدیریت‌شده» نامید آن است که هزاران جامعه محلی احتمالاً در سال‌های آینده با پدیده بی‌آب‌شدن چاه‌ها روبرو خواهند شد. تنها در حدود ۱۲ درصد سازمان‌های پایداری آب زیرزمینی نمایندگانی از جوامع کمتر برخوردار، قبایل یا دیگر استفاده‌کنندگان آب زیرزمینی که ارتباطی با سازمان‌های موجود آب ندارند حضور دارند.

افزون بر این بیشتر سازمان‌های پایداری آب زیرزمینی به جای آنکه بر اساس ساختارهای جدید حکمرانی و بر محور همکاری تأسیس شوند، همان سازمان‌هایی هستند که پیش از این منابع آب را مدیریت می‌کردند و اکنون عهده‌دار پیاده‌سازی قانون شده‌اند. در بسیاری از حوضه‌ها چندین سازمان پایداری آب زیرزمینی وجود دارد که آب زیرزمینی را مدیریت می‌کنند. تعدد سازمان‌ها منشأ چالش‌های هماهنگی و عدم پاسخگویی خواهد بود.

در حالی که هدف قانون مدیریت پایدار آب زیرزمینی، برقراری تـوازن میان کنترل محلی و نظارت ایالتی است، پیاده‌سازی آن تاکنون «ناکافی، خیلی دیر و بسیار کُند» بوده است. انعطاف‌پذیری قانون به سازمان‌های محلی این امکان را داده است که فرایند حکمرانی را به سیطره خود درآورند و اهداف کمّی پایداری را در سطحی تعیین کنند که ناعادلانه و ناپایدارند. برای بازگرداندن قانون مدیریت پایدار آب زیرزمین به مسیر صحیح رسیدن به اهداف، ممکن است مداخله قابل توجه نهادهای ایالتی لازم باشد.

پایداری در قانون مدیریت پایدار آب زیرزمینی چنین تعریف شده است: «مدیریت و استفاده از آب زیرزمینی به گونه‌ای که بتواند بدون ایجاد نتایج نامطلوب از جمله اُفت درازمدت تراز آب زیرزمینی استمرار داشته باشد». با این همه، اهداف پایداری تعیین‌شده در بسیاری از برنامه‌های پایداری آب زیرزمینی با این معیار فاصله دارند.

در بررسی برنامه‌های پایداری آب زیرزمینی دو استراتژی مدیریتی اصلی قابل تشخیص است: رویکرد «ادامه وضع موجود» که اهداف کمّی را نزدیک به ترازهای کنونی آب زیرزمینی فعلی تعیین می‌کند؛ و رویکرد «خالی‌شدن مدیریت‌شده» که اهداف کمّی را بیش از ۳۰ متر پائین‌تر از تراز کنونی تعیین کرده است. اگر این برنامه‌ها پیاده شوند، هزاران جامعه محلی متکی به چاه‌های کم‌عمق ممکن است با خشک‌شدن چاه‌ها مواجه شوند.

چندین عامل نهادی را می‌توان برشمرد که در این نتایج ناپایدار تأثیر داشته‌اند. نخست آنکه قانون مدیریت پایدار آب زیرزمینی، سازمان‌های عمومی موجود را که غالباً سازمان‌های مدیریت آب سطحی کشاورزی و شهری هستند، دستگاه‌های پیاده‌سازی اصلاحات تعیین کرده است. این رویکرد به طور خودکار به بهره‌برداران آب سطحی که از لحاظ تاریخی حقابه‌ها و زیرساخت‌های آب را در کنترل داشته‌اند، قدرت بیشتری می‌بخشد، در حالی که نقش بهره‌برداران وابسته به آب زیرزمینی را در این فرایند کمرنگ می‌کند.

دوم، بیشتر سازمان‌های جدید پایداری آب زیرزمینی صرفاً سازماندهی مجدد همان دستگاه‌های عمومی موجود هستند، بدون آنکه ساختارهای حکمرانی خود را تغییر دهند یا شورای تصمیم‌گیری را گسترش دهند تا بهره‌برداران مختلف آب زیرزمینی را شامل شود. تنها حدود ۳۵ درصد سازمان‌های پایداری آب زیرزمینی تصمیم گرفتند تا بهره‌برداران مختلف آب زیرزمینی را در ساختار حکمرانی خود بگنجانند.

سوم، مدیریت چندپاره حوضه‌های آب زیرزمینی به دست چندین سازمان مسئول در یک واحد هیدرولوژیکی، چالش‌های هماهنگی را تشدید کرده و پاسخگویی را تضعیف خواهد کرد. این وضعیت ممکن است یکی از بزرگترین غفلت‌های قانون باشد که به دستگاه‌های محلی برای انتخاب گزینه‌های حکمرانی انعطاف‌پذیری داده است.

در نهایت، برنامه‌های پایداری آب زیرزمینی در طرح‌ریزی شبکه‌های پایش آب زیرزمینی و تعریف اهداف پایداری، به اندازه کافی جوامع محلی آسیب‌پذیر را که به چاه‌های کم‌عمق خانگی و عمومی متکی هستند در نظر نگرفته‌اند. اهداف پایداری مشخص‌شده در برنامه‌های پایداری آب زیرزمینی برای سازمان‌های کشاورزی مناسب‌تر است. این نهادها بر سازمان‌های پایداری آب زیرزمینی که برنامه‌ها را طراحی کرده است و تمایل به چاه‌های عمیق‌تر دارند تسلط دارند. به همین دلیل است اهداف پایداری برای تراز آب زیرزمینی، عمیق‌تر از بسیاری از چاه‌های کم‌عمق تعیین شده است.

در شرایطی که با خشکسالی‌های مکرر و فزاینده شدید روبرو هستیم، به نظر می‌رسد پیاده‌سازی قانون مدیریت پایدار آب زیرزمینی، برای پرداختن معنادار به چالش پایداری آب زیرزمینی، «ناکافی، با تأخیر و خیلی کُند» است.

شبکه‌های پایش تراز آب زیرزمینی: گذشته، حال و آینده

تهیه کننده: هومن پاینده

منابع آب زیرزمینی نقش مهمی در تداوم حیات، کشاورزی و صنعت در سراسر جهان ایفا می‌کند. جهان با کمیابی فزاینده آب و چالش‌های تغییر اقلیم روبرو است، از این رو بیراه نیست اگر بگوئیم مدیریت اثربخش آب زیرزمینی هرگز به اندازه امروز مهم نبوده است.

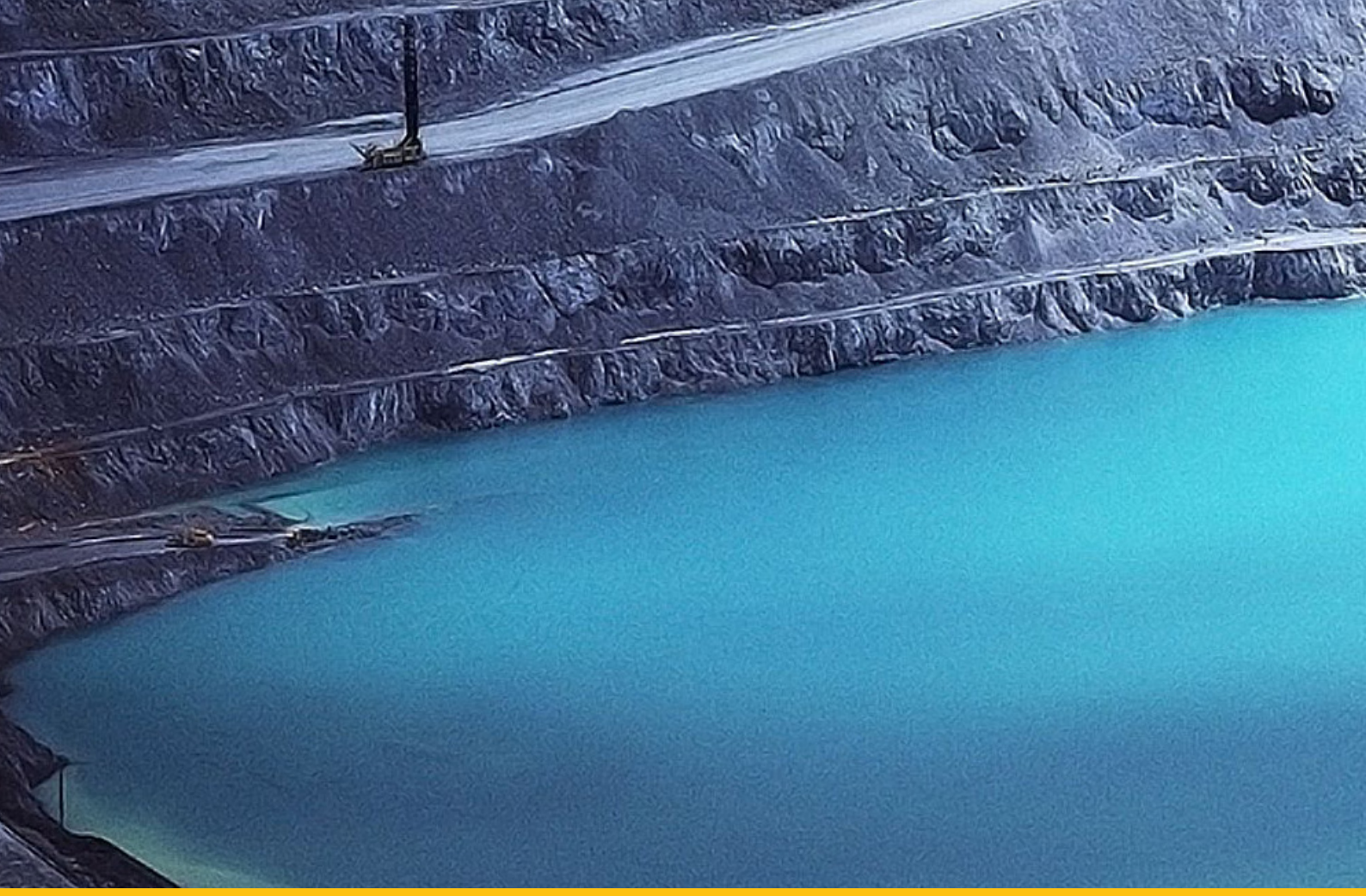
هسته اصلی مدیریت اثربخش آب زیرزمینی را شبکه پایش تراز آب زیرزمینی تشکیل می‌دهد که داده‌های ضروری را برای درک و حفاظت از این منبع ارزشمند فراهم می‌سازد. این نوشتار به اختصار به پیشینه تاریخی، نیازهای کنونی، رویکردهای طراحی و چالش‌های آینده شبکه‌های پایش تراز آب زیرزمینی می‌پردازد.

پیشینه تاریخی

راه و رسم پایش تراز آب زیرزمینی سابقه‌ای طولانی دارد و به اوایل قرن بیستم باز می‌گردد. در آغاز به دلیل نیاز به درک فراهمی آب برای کشاورزی و توسعه شهری، تلاش‌های اولیه پایش، ابتدایی و غالباً در مقیاس محلی بوده است. برای نمونه در ایالات متحده، نخستین اندازه‌گیری سیستماتیک تراز آب زیرزمینی در محدوده‌های خاص در سال ۱۹۲۳ انجام شد و شبکه پایش سراسری در اواخر دهه ۱۹۶۰ راه‌اندازی گردید.

با توسعه شهرنشینی و تشدید کشاورزی در طول قرن بیستم، تقاضا برای منابع آب زیرزمینی نیز افزایش یافت. فشار فزاینده بر سفره‌های آب زیرزمینی پیشران شکل‌گیری شبکه‌های جامع‌تر پایش در بسیاری از کشورها شد. توسعه این قبیل شبکه‌ها غالباً واکنش‌گرانه بود و به مسائل خاصی مانند فرونشست زمین، هجوم آب شور یا کاهش سطح آب زیرزمینی پاسخ می‌داد.

پیشرفت‌های تکنولوژیکی نقش مهمی در روند تکامل پایش آب زیرزمینی ایفا کردند. ورود دستگاه‌های ثبت خودکار تراز آب در اواسط قرن بیستم، جهشی رو به جلو به شمار می‌آمد، چرا



که امکان جمع‌آوری پیوسته داده‌ها و اندازه‌گیری‌های دقیق‌تر را فراهم ساخت. با پیشرفت تکنولوژی کامپیوتر در اواخر این قرن، مدیریت داده‌ها و قابلیت‌های تحلیل به شکل چشمگیری بهبود یافت و تفسیر پیچیده‌تر داده‌های آب زیرزمینی را ممکن ساخت.

نیازها و اهمیت کنونی

در قرن بیست و یکم نیاز به شبکه‌های پایش مطمئن و بادقت تراز آب زیرزمینی مهم‌تر از همیشه شده است. چندین عامل در افزایش این اهمیت نقش دارند:

۱. **امنیت آبی:** با رشد جمعیت و تغییر الگوهای اقلیم، اطمینان از تأمین باثبات آب به اولویت جهانی تبدیل شده است. داده‌های تراز آب زیرزمینی برای ارزیابی موجودی آب و برنامه‌ریزی برای نیازهای آینده بسیار مهم است.
۲. **سازگاری با تغییر اقلیم:** سیستم‌های آب زیرزمینی تحت تأثیر تغییر اقلیم قرار می‌گیرند، چرا که تغییر الگوهای بارش بر نرخ تغذیه تأثیر می‌گذارد. شبکه‌های پایش، داده‌های ضروری را برای درک این تأثیرات و طراحی استراتژی‌های سازگاری فراهم می‌سازند.
۳. **حفاظت از اکوسیستم:** بسیاری از اکوسیستم‌ها از جمله تالاب‌ها و رودخانه‌ها به آب زیرزمینی وابسته هستند. اطمینان از استفاده پایدار از آب زیرزمینی با پایش، به حفاظت از این محیط‌ها کمک می‌کند.
۴. **مدیریت کشاورزی:** کشاورزی غالباً بزرگترین مصرف‌کننده آب زیرزمینی است. داده‌های دقیق پایش به کشاورزان و سیاست‌گذاران کمک می‌کند تا درباره شیوه آبیاری و تخصیص آب تصمیمات آگاهانه بگیرند.
۵. **برنامه‌ریزی شهری:** در محدوده‌های شهری، پایش آب زیرزمینی برای مدیریت ریسک‌های فرونشست، حفاظت از زیرساخت‌ها و اطمینان از توسعه پایدار شهری بسیار مهم است.
۶. **پیشگیری از آلودگی:** پایش تراز آب زیرزمینی می‌تواند با شناسایی محدوده‌هایی که در معرض ریسک پیشروی آب شور یا آلودگی از منشأ سطحی قرار دارند به شناسایی و پیشگیری از آلوده‌سازی کمک کند.

رویکردهای طراحی شبکه‌های پایش آب زیرزمینی

طراحی شبکه سودمند پایش آب زیرزمینی نیازمند بررسی دقیق عوامل گوناگون است. رویکردها و ملاحظات مهم به شرح زیر است:

۱. **تراکم شبکه:** تعداد و توزیع نقاط پایش باید به اندازه‌ای باشد که تغییرات مکانی تراز آب زیرزمینی را نمایان سازد. این رویکرد غالباً نیازمند برقراری توازن میان پوشش گسترده و محدودیت منابع است.
۲. **انتخاب مکان:** مکان‌های پایش باید موقعیت استراتژیک

داشته باشند تا معرف شرایط مختلف هیدروژئولوژیکی، الگوهای کاربری زمین و محدوده‌ها یا یا دغدغه‌های خاص باشند.

۳. **فراوانی اندازه‌گیری:** فراوانی جمع‌آوری داده‌ها بسته به اهداف و منابع موجود می‌تواند از پایش مستمر تا اندازه‌گیری سالانه متغیر باشد. داده‌هایی که با فراوانی بالا اندازه‌گیری می‌شوند، برای درک نوسانات کوتاه‌مدت و پاسخ به رویدادهایی مانند بارندگی یا پمپاژ ارزش زیادی دارند.

۴. **تضمین کیفیت داده‌ها:** اطمینان از صحت و قابلیت اطمینان داده‌های جمع‌آوری‌شده بسیار مهم است. این کار شامل کالیبراسیون منظم ابزارها، شیوه‌نامه‌های استاندارد اندازه‌گیری و فرایندهای دقیق اعتبارسنجی داده‌ها است.

۵. **ادغام با دیگر منابع داده:** شبکه‌های مدرن پایش غالباً داده‌های تراز آب زیرزمینی را با دیگر اطلاعات مرتبط مانند بارش، تراز آب سطحی و داده‌های کاربری اراضی یکپارچه می‌کنند تا درک جامع‌تری از سیستم هیدرولوژیکی به دست داده شود.

۶. **طراحی تطبیقی:** با توجه به ماهیت دینامیک سیستم‌های آب زیرزمینی و نیازهای متغیر مدیریت، شبکه‌های پایش باید با انعطاف‌پذیری طراحی شوند تا بتوانند با تغییرات تطبیق یابند.

پیشرفت‌های تکنولوژیکی

در سال‌های اخیر شاهد پیشرفت‌های تکنولوژیکی قابل توجهی بوده‌ایم که پایش آب زیرزمینی را متحول کرده است:

۱. **دستگاه‌های پایش خودکار:** پیشرفت حسگرها و داده‌نگارهای[1] مطمئن و کم‌مصرف از نظر انرژی، استقرار گسترده سامانه‌های پایش خودکار را امکان‌پذیر ساخته است. با این دستگاه‌ها می‌توان داده‌ها را به دفعات زیاد و بهنگام و با حداقل دخالت انسان به دست آورد.

۲. **سنجش از دور:** تکنولوژی‌های ماهواره‌ای مانند GRACE، امکانات جدیدی را برای پایش آب زیرزمینی در مقیاس بزرگ فراهم آورده است که می‌تواند تکمیل‌کننده اندازه‌گیری‌های سنتی زمین باشد.

۳. **ارتباطات بی‌سیم:** تکنولوژی‌های ارتباطی بی‌سیم، انتقال بهنگام داده‌ها را از نقاط پایش دوردست، بهبود دسترسی به داده‌ها و پاسخ سریع به تغییر شرایط را فراهم ساخته است.

۴. **تحلیل کلان‌داده[2]:** تحلیل پیشرفته داده‌ها و تکنیک‌های یادگیری ماشینی به شکل فزاینده‌ای برای داده‌های آب زیرزمینی به کار گرفته می‌شوند. بر این اساس امکان تحلیل روند پیچیده‌تر، تشخیص الگو و مدل‌سازی پیش‌بینی‌گر را فراهم می‌سازند.

۵. **پلتفرم‌های مبتنی بر وب:** پلتفرم‌های آنلاین برای تصویرسازی و اشتراک‌گذاری داده‌ها، به میزان زیادی دسترس‌پذیری داده‌های آب زیرزمینی را هم برای محققان و هم برای عموم بهبود بخشیده است.

چالش‌ها و فرصت‌ها

با وجود پیشرفت‌های مهم، شبکه‌های پایش آب زیرزمینی با چالش‌های مختلفی روبرو هستند:

۱. **شکاف داده‌ها:** در بسیاری از مناطق به ویژه در کشورهای در حال توسعه، شبکه پایش جامع وجود ندارد. پرداختن به این شکاف‌ها برای مدیریت منابع آب بسیار مهم است.

۲. **اثرات تغییر اقلیم:** اثرات تغییر اقلیم بر سیستم‌های آب زیرزمینی پیچیده است و کاملاً درک نشده است. شبکه‌های پایش باید برای ثبت این قبیل اثرات تطبیق داده شوند.

۳. **بودجه پایدار:** نگهداری و گسترش شبکه‌های پایش به فراهمی بودجه در بلندمدت نیاز دارد. تأمین بودجه در مواجهه با دیگر اولویت‌ها می‌تواند چالش‌برانگیز باشد.

۴. **ادغام داده‌ها:** با افزایش حجم و تنوع داده‌ها، نیاز فزاینده‌ای به ادغام بهتر داده‌های آب زیرزمینی با دیگر داده‌های محیط‌زیستی و اجتماعی- اقتصادی به وجود آمده است.

۵. **آلاینده‌های جدید:** تهدیدهای جدید برای کیفیت آب زیرزمینی مانند ریزپلاستیک‌ها و ترکیبات دارویی ممکن است به رویکردهای جدید پایش نیاز داشته باشد.

۶. **آگاه‌سازی عمومی:** بهبود درک عمومی از مسائل مربوط به آب زیرزمینی و اهمیت پایش برای جلب حمایت از مقوله پایش بسیار مهم است.

جمع‌بندی

شبکه‌های پایش تراز آب زیرزمینی نقش مهمی در مدیریت پایدار منابع آب دارند. با توجه به فشارهای فزاینده بر منابع آب زیرزمینی، اهمیت این شبکه‌ها دوچندان شده است. با به کارگیری تکنولوژی‌های جدید در پرداختن به چالش‌های فعلی و تطبیق با نیازهای آینده، پایش آب زیرزمینی می‌تواند داده‌های مهم و لازم را برای اطمینان از امنیت آبی برای نسل‌های آینده فراهم سازد.

مأخذ:

A Review of the Historical Background, Needs, Design approaches and Future Challenges in Groundwater Level Monitoring Networks. Chandan Kumar Singh and Yashwant B. Katpatal. Journal of Engineering Science and Technology Review 13 (2) (2020) 135 – 153.

1. Data logger
2. Big Data Analytics

ضرورت ارزیابی منابع آب

نویسنده: هری لینز[1]

مقدمه

با رشد جمعیت و گسترش اقتصاد، رقابت بر سر آب برای تأمین نیازهای خانگی، شهری، کشاورزی و صنعتی پیوسته افزایش می‌یابد. افزون بر این، قوانین و مقررات با هدف حفظ آب در رودخانه‌ها در راستای اهداف محیط‌زیستی و تفریحی نیز در حال افزایش است. برآورده‌سازی نیازهای بنیادی به آب و تطبیق نیازها و منافعی که ممکن است در تضاد با هم باشند، مستلزم پایش پیوسته و گسترده آب و اهتمام به ارزیابی منابع آب است. در واقع، ارزیابی منابع آب پیش‌نیاز توسعه و مدیریت پایدار منابع آب به شمار می‌آید.

اصطلاح «ارزیابی منابع آب»، به تعیین مکان، گستره، قابلیت اطمینان و کیفیت منابع آب، و فعالیت‌های انسانی که بر منابع تأثیر می‌گذارد اطلاق می‌شود. در تعریفی دیگر آن را «مطالعه نظام‌یافته وضعیت کنونی و روندهای آینده منابع آب و خدمات تأمین آب، با تمرکز ویژه بر مسائل مربوط به موجودی، دسترس‌پذیری و تقاضا» توصیف می‌کنند.

صرف نظر از آبیاری، کاهش خسارت سیل، زهکشی شهری و حومه شهر، تولید انرژی، تأمین آب صنعتی و خانگی، سلامت، کاهش اثرات خشکسالی یا حفظ اکوسیستم‌های آبی، ارزیابی منابع آب برای برنامه‌ریزی، طراحی، ساخت، بهره‌برداری و نگهداری سیستم‌های قابل اتکای آب اهمیت اساسی دارد.

اگر چه مفهوم ارزیابی منابع آب نسبتاً ساده به نظر می‌آید، اما پیاده‌سازی جامع آن، پیچیده و عملی‌ساختن آن دشوار است. شرایط گوناگون لازم را برای پی‌ریزی مبنای مناسب ارزیابی منابع آب می‌توان به شرح زیر برشمرد:

چارچوب نهادی کارساز؛ نظام مفید و کارآمد پایش کمیت و کیفیت آب، هم آب سطحی و هم آب زیرزمینی؛ نظام مدرن و انعطاف‌پذیر ذخیره، بازیابی و انتشار داده‌های پایش؛ رویکرد هماهنگ و نظام‌مند در تحقیق و توسعه؛ و سازماندهی و پشتیبانی کادر متخصصان آموزش‌دیده منابع آب.

چارچوب نهادی کارساز

اگر چه ارزیابی ملی منابع آب به عهده دولت است، بسیاری از عناصر این ارزیابی در سطح استانی (ایالتی)، و محلی انجام می‌شود. در بیشتر کشورها، مسئولیت ارزیابی منابع آب، میان چندین وزارتخانه ملی و سازمان‌ها و دستگاه‌های استانی تقسیم شده است. تفکیک نقش‌ها فرایند ارزیابی را پیچیده می‌کند و ضرورت هماهنگی نزدیک میان نهادهای مختلف دخیل در پایش، ذخیره و تحلیل داده‌های گوناگون ارزیابی را آشکار می‌سازد.

به طور کلی، استراتژی موفق برای انجام ارزیابی منابع آب شامل چارچوب مقرراتی و همچنین فرایندهای تصمیم‌گیری اداری و مالی مناسب است. در حالت ایده‌آل و پیاده‌سازی بهینه ارزیابی، در این چارچوب باید فعالیت‌های زیر منظور گردد: پی‌ریزی سیاست ملی، قوانین، ابزارهای اقتصادی و مقررات؛ پی‌ریزی ترتیبات نهادی لازم برای جمع‌آوری، پردازش، ذخیره، بازیابی و انتشار داده‌های کمیت و کیفیت آب سطحی و زیرزمینی و استفاده آب به گونه‌ای اثربخش و کارآ؛ پی‌ریزی و حفظ همکاری اثربخش میان دستگاه‌های گوناگون با مسئولیت جمع‌آوری، ذخیره و تحلیل داده‌های هیدرولوژیکی؛ و اطمینان

---

۱. نوشتار حاضر ترجمه یادداشت زیر است:
Harry F. Lins. The imperative of water resources assessment. WMO Bulletin 57 (3) - July 2008

برگردان: جهانگیر هوشمند / ویرایش: حمید پشتوان

از اینکه اطلاعات ارزیابی در طراحی فعالیت‌های برنامه‌ریزی و مدیریت آب استفاده می‌شود.

جمع‌آوری و ذخیره داده‌های آب

پایش کمیت و کیفیت آب سطحی و زیرزمینی، با فراوانی و در دوره زمانی مناسب، اساسی‌ترین مؤلفه ارزیابی منابع آب به شمار می‌آید. با این همه، توسعه و نگهداری شبکه‌های ملی جمع‌آوری داده‌های هیدرولوژیکی با کیفیت بالا، به دلیل کاهش گسترده در ایستگاه‌های پایش، به ویژه ایستگاه‌هایی که سابقه طولانی دارند تضعیف شده است. افزون بر این، تفاوت‌ها در چگونگی ذخیره و فراهم‌ساختن اطلاعات آب می‌تواند تلاش‌های ارزیابی را مختل کند.

راه‌اندازی سامانه‌های یکپارچه پایش و اطلاعات و نیز جمع‌آوری و ذخیره داده‌ها درباره تمام جنبه‌های منابع آب ضروری است. این موارد، افزون بر داده‌های هیدرولوژیکی عبارتند از داده‌های زمین‌شناسی، اقلیم‌شناسی، هیدروبیولوژیکی، هیدروشیمیایی و توپوگرافی، داده‌های خاک، کاربری اراضی و استفاده آب، و همچنین تخلیه فاضلاب، منابع نقطه‌ای و غیر نقطه‌ای آلودگی و بارهای آلاینده تخلیه‌شده در سواحل دریاها.

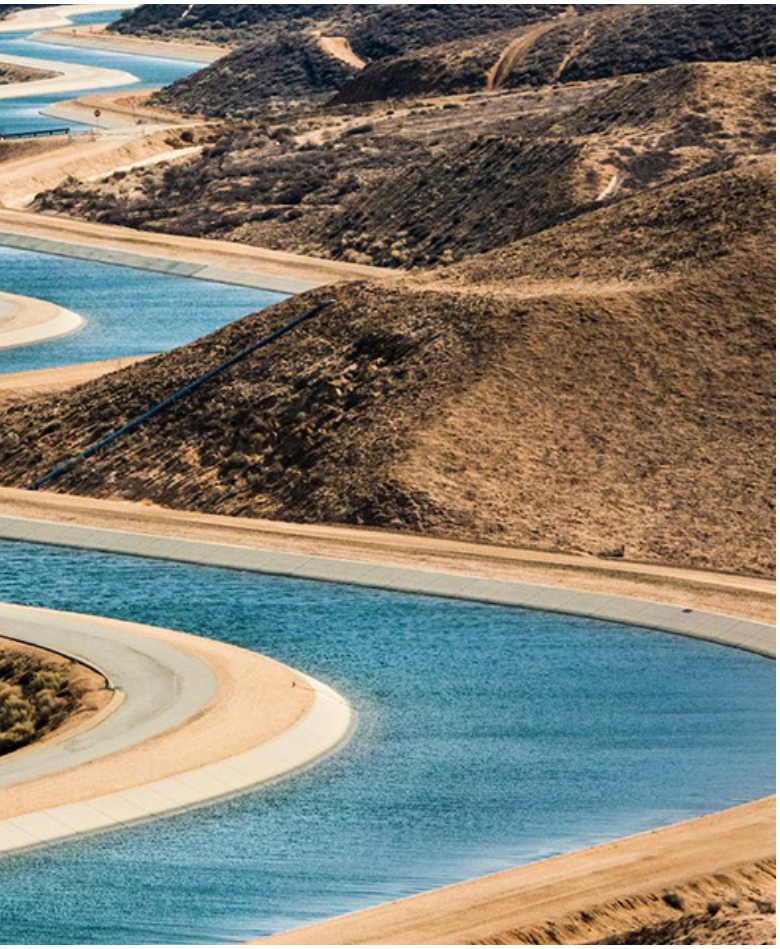
قابلیت گردآوری و ذخیره داده‌های هیدرولوژیکی به شکل قابل ملاحظه‌ای از کشوری به کشور دیگر متفاوت است و هیچ کشوری ترتیبات کاملی را در این امور فراهم نساخته است. با این همه برخی از مشکلات، عمومی هستند: شبکه‌های مشاهده، بسیار پراکنده هستند، متغیرهای هیدرولوژیکی بسیار کمی اندازه‌گیری می‌شوند یا دوره ثبت داده‌ها برای بسیاری از امور ارزیابی بسیار کوتاه است. در برخی موارد، کمبود داده‌ها آن چنان شدید است که برنامه‌ریزی توسعه پایدار بلندمدت را به شدت به خطر می‌اندازد.

انتشار داده‌ها و اطلاعات

اهمیت آرشیو و انتشار داده‌های آب، کمتر از گردآوری داده‌های آب برای ارزیابی منابع آب نیست. کسانی که ارزیابی‌ها را تهیه می‌کنند باید بتوانند به مجموعه وسیعی از داده‌های هیدرولوژیکی و مرتبط لازم برای ارزیابی موجودی و روندهای آب دسترسی داشته باشند و این کار را به گونه‌ای انجام دهند که فرایند تحلیل داده‌ها را ساده‌تر سازد.

نهادهای فراهم‌کننده اطلاعات آب و منابع آب و دستگاه‌های ذیربط می‌کوشند سامانه‌های اطلاعات آب را برای رفع این نیازها راه‌اندازی کنند. برای اینکه بیشترین سودمندی را داشته باشد، سامانه‌های اطلاعات آب باید مختصات جغرافیایی داشته باشند؛ از زیرسامانه‌های مرتبط با آب سطحی و زیرزمینی و کیفیت و استفاده آب تشکیل شده باشند؛ بازیابی اطلاعات را از طریق اینترنت امکان‌پذیر سازد؛ و دسترسی همگانی و رایگان داشته باشند.

با این همه در بیشتر کشورها، مجموعه گسترده‌ای از داده‌های آب، در یک پایگاه داده ذخیره نمی‌شوند و تحت مدیریت سازمان واحد قرار ندارد. اگر چندین سازمان، داده‌های مورد نیاز را نگهداری می‌کنند، هدف باید راه‌اندازی پرتال اطلاعات آب باشد تا جایگاه واحدی برای بررسی سریع و دسترسی به داده‌های مورد نیاز ارزیابی فراهم آید.



تحقیق و توسعه

علوم و تکنولوژی آب در توسعه زیرساخت‌های تأمین آشامیدنی سالم، آبیاری کشاورزی، برقابی، کنترل سیل و آبراهه‌های قابل کشتیرانی و همچنین بهبود کیفیت آب از طریق تکنولوژی تصفیه فاضلاب، حفاظت و بهبود زیستگاه آبزیان و افزایش فرصت‌های تفریحی همواره نقش اساسی داشته‌اند.

مفاهیم علمی و ابزارهای تکنولوژیکی برای اندازه‌گیری منابع آب، گسترش انتخاب‌ها در استفاده از آب و کاهش عدم قطعیت آب در دسترس و کیفیت آب به کار گرفته می‌شوند. فنون جدید اندازه‌گیری، طراحی شبکه‌های نوین مشاهده‌ای، ابزارهای بهتر برای دسترسی به داده‌ها و بهبود پیش‌بینی‌ها، از جمله پیشرفت‌های مفید به شمار می‌آیند. همچنین پیش‌بینی آب در دسترس در طول زمان، به ویژه همراه با برآورد قابلیت اطمینان نیز پیشرفت کرده است. پیشرفت‌ها در حوزه بیوتکنولوژی و نانوتکنولوژی و استفاده‌های خلاقانه از آب‌هایی که کیفیت

پائینی دارند، گزینه‌های مدیریت آب را افزایش می‌دهند. چارچوب‌های جدید صورت‌بندی و پرداختن به پیچیدگی مسائل مربوط به موجودی آب، کیفیت و مدیریت آب، برهم‌کنش اجزای گوناگون فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و اجتماعی را در نظر می‌گیرد. استراتژی‌های مؤثر برای تطبیق با تقاضاهای رقیب، نیازمند روش‌های کمّی برای مقایسه گزینه‌ها و ارزیابی توازن میان آنها است.

با فراهم‌آمدن ابزارهای کافی برای مدل‌سازی سیستم‌های پیچیده، تصمیم‌گیران قادر خواهند بود پیامد سیاست‌ها و تصمیمات خاص را در طیف وسیعی از شرایط بالقوه ارزیابی نمایند. بدین ترتیب کشورها می‌توانند از زیرساخت‌های موجود، مؤثرتر استفاده کنند و بر گسترش زیرساخت‌های مهندسی و طبیعی در جایی که بیشترین نیاز به آن وجود دارد تمرکز کنند.

شماری از اصول مهم برای پیشرفت دانش و تکنولوژی لازم برای تقویت ارزیابی منابع آب

- پیشرفت‌ها در علوم و تکنولوژی آب باید در سطوح ملی، استانی و محلی به کار بسته شود؛ از تحولات بخش خصوصی تأثیر بپذیرد و بر آن تأثیر بگذارد. به بیان دیگر بخش خصوصی می‌تواند بینش‌های ارزشمندی را درباره آخرین پیشرفت‌ها و نوآوری‌های تکنولوژیکی که می‌تواند در علوم و تکنولوژی آب به کار رود فراهم آورد. از سوی دیگر پیشرفت‌ها در علوم و تکنولوژی آب می‌تواند بخش خصوصی را درباره آخرین پیشرفت‌ها در این زمینه و چگونگی استفاده از آنها برای بهبود فعالیت‌های خود آگاه کند. همکاری میان بخش‌های دولتی و خصوصی می‌تواند منابع سالم و مطمئن آب را فراهم سازد.
- استفاده‌کنندگان آب، مدیران و متخصصان باید برای هدایت و توسعه علم و تکنولوژی لازم برای پشتیبانی ارزیابی منابع آب با یکدیگر همکاری کنند. متخصصان و مدیران در موضوع برداشت آب شیرین، استفاده و دفع فاضلاب باید رویکرد سیستمی داشته باشند. در این رویکرد، جنبه‌های فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی، اجتماعی، رفتاری و فرهنگی در نظر گرفته می‌شود.
- قوانین آب، انگیزش‌های اقتصادی، آگاهی‌بخشی عمومی، آموزش عمومی و درک تفاوت در نظام‌های ارزشی، مهم‌ترین عناصر مدیریت اثربخش منابع آب به شمار می‌آیند.

توسعه منابع انسانی

ارزیابی منابع آب بر وجود کادری از کارشناسان آموزش‌دیده و باانگیزه به تعداد کافی برای انجام فعالیت‌های گوناگون اتکا دارد. بدین منظور، طراحی و اجرای برنامه‌های آموزشی درباره موضوعات مختلف مرتبط با ارزیابی منابع آب و تربیت کارشناسان و تکنسین‌ها باید در دستور کار باشد.

دستگاه‌های مسئول در سطح ملی و محلی باید سیاست مناسبی نسبت به استخدام، مدیریت پرسنل و تعیین حقوق داشته باشند. در سطح محلی، کارآیی استفاده از آب را می‌توان با بهبود مهارت‌های مدیریتی گروه‌های بهره‌بردار آب ارتقا داد. مهم‌تر از همه این است که توانایی ارزیابی منابع آب مستلزم فراهم‌بودن شرایط و پشتیبانی مناسب در همه سطوح است.

جمع‌بندی

ارزیابی منابع آب پیش‌نیاز توسعه و مدیریت پایدار منابع آب در سراسر جهان است. این ارزیابی مبنای برنامه‌ریزی، طراحی، ساخت، بهره‌برداری و نگهداری سنجیده و مناسب پروژه‌های آبیاری و زهکشی؛ کاهش خسارت سیل؛ تأمین آب صنعتی و خانگی؛ زهکشی شهری و حومه شهرها؛ تولید انرژی؛ سلامت؛ کشاورزی؛ شیلات؛ کاهش اثرات خشکسالی و حفظ اکوسیستم‌های آبی را فراهم می‌سازد. امروزه ارزیابی منابع آب که با نام‌های گوناگونی مانند حسابداری آب[1]، ممیزی منابع آب[2]، آماربرداری آب[3] شناخته می‌شود، جایگاه و نقش کلیدی در مدیریت پایدار و یکپارچه منابع آب دارد.

1. Water accounting
2. Water resource audit
3. Water census

تحلیل مقدماتی نتایج دور سوم آماربرداری سراسری منابع و مصارف

نویسنده: سعید سلیمانی‌ها، دبیر کارگروه ارتباطات اندیشکده تدبیر آب ایران

اشاره

نتایج دور سوم آماربرداری سراسری منابع و مصارف آب سرانجام پس از گذشت ۶ سال از آغاز آن منتشر گردید. نتایج کلی این دور از آماربرداری‌ها که از سال ۱۳۹۶ به صورت برون‌سپاری و با عقد قرارداد با مشاوران آماربردار آغاز شده بود، برای نخستین بار در نشست خبری مردادماه ۱۴۰۲ از سوی سخنگوی صنعت آب کشور اعلام گردید. در پی اعلام نتایج کلی آماربرداری سراسری دور سوم، انتقادهای مختلفی نسبت به آن (از به درازا کشیدن آن تا ابهامات در اندازه‌گیری‌ها و نتایج و ...) مطرح گردید. اندیشکده تدبیر آب ایران در مردادماه ۱۴۰۳ کوشید تا با برگزاری میزگردی تخصصی به شفافیت بیشتر در این زمینه کمک نماید. شیوه ارائه آمارها در این نشست، به نظر می‌رسید انتظارات مخاطبان به نحو مطلوبی برآورده نشد. در نوشتار حاضر ضمن ارائه نتایج تفصیلی دور سوم آماربرداری سراسری منابع و مصارف آب، به مقایسه مقدماتی و اولیه آن با نتایج آماربرداری‌های سراسری دور دوم پرداخته می‌شود. تلاش شده تا برخی ابهامات در تحلیل نتایج برطرف شود. لازم به تأکید است که مقایسه و تحلیل ارائه‌شده در این نوشتار، تمام جوانب موضوع را پوشش نمی‌دهد و صرفاً درآمدی بر بحث و تحلیل بیشتر در حوزه تحلیل و تفسیر آمارهای آب به شمار می‌آید.

نتایج کلی آماربرداری سراسری دور سوم

بر اساس نتایج آماربرداری دور سوم، میزان برداشت آب در کشور (با احتساب برداشت سدها و شبکه‌های مدرن) ۹۱،۹ میلیارد مترمکعب برآورد شده است. ۸۷ درصد این مقدار به فعالیت‌های کشاورزی، ۱۰ درصد به مصارف شرب و حدود ۳ درصد به مصارف صنعتی اختصاص یافته است. سهم منابع آب زیرزمینی در تأمین نیازها نزدیک به ۶۶ درصد و سهم منابع آب‌های سطحی حدود ۳۴ درصد بوده است.

نیمی از مصارف آب کشور به استان‌های خوزستان، فارس، کرمان، خراسان رضوی و اصفهان تعلق دارد و استان خوزستان با برداشت ۲۱ درصد از منابع آبی کشور در رتبه نخست قراردارد. نتایج آماربرداری حاکی از آن است که نزدیک به ۵۷ درصد از مصارف آب‌های کشور از طریق چاه‌ها تأمین می‌شود. با وجود اینکه شمار چاه‌های غیر مجاز از شمار چاه‌های مجاز فزونی گرفته، برداشت آب از این چاه‌ها نزدیک به ۱۹ درصدکل برداشت آب (تخلیه) از چاه‌ها را شکل می‌دهند.

مقایسه نتایج آماربرداری‌های سراسری دور دوم و سوم

این مقایسه از جهات مختلفی می‌تواند سودمند باشد. از یکسو با ارائه تصویری از روند تغییرات کمی و کیفی منابع آب در بازه زمانی میان دوره‌های آماربرداری سراسری، می‌تواند به ترسیم

افق پیش رو (در صورت تداوم روند موجود) کمک نماید و با تأمل در چرایی و چگونگی وقوع تغییرات، زمینه لازم برای انجام تحلیل‌های دقیق‌تر فراهم آورد. از سویی دیگر، نتایج یک چنین مقایسه‌ای می‌تواند مبنایی برای اتخاذ یا بازنگری در بسیاری از تصمیمات و نیز تعیین‌کننده نوع سیاست‌ها و واکنش‌ها نه تنها در حوزه آب، بلکه سایر بخش‌های مصرف‌کننده آن باشد.

مقایسه نتایج آماربرداری‌های سراسری دور دوم و سوم، از جهتی دیگر نیز حائز اهمیت است. مبنای آغاز بسیاری از طرح‌های مدیریت تقاضا و حفاظتی، بویژه در زمینه آب‌های زیرزمینی نظیر طرح احیاء و تعادل‌بخشی آب‌های زیرزمینی و یا حتی طرح سازگاری با کم‌آبی، نتایج آماربرداری‌های سراسری دور دوم بوده است. لذا، مقایسه نقاط آغاز و انجام (وضعیت کنونی) منابع آب، می‌تواند معرف میزان موفقیت‌ها یا ناکامی‌های این طرح‌ها (اثربخشی) نیز باشد.

در مجموع مصرف آب در مقایسه با دور دوم آماربرداری سراسری در حدود ۴،۵ میلیارد مترمکعب (۵ درصد) کاهش یافته است. این در حالی است که تعداد منابع آبی با ۲ درصد افزایش به بیش از یک میلیون و چهارصد هزار منبع رسیده است. برداشت آب جهت مصارف بخش کشاورزی در مقایسه با دور گذشته آماربرداری سراسری، از کاهش ۷ درصدی (در حدود ۵،۵ میلیارد مترمکعب) حکایت دارد. این کاهش برداشت، حسب منابع مختلف متفاوت بوده است. برداشت از طریق چاه‌ها ۱۴ درصد، از طریق چشمه‌ها ۴ درصد و با استفاده از قنوات ۲۱ درصد کاهش را نسبت به دور گذشته آماربرداری سراسری نشان می‌دهد.

برداشت آب جهت مصارف شرب در مقایسه با دوره گذشته در مجموع ۱۲ درصد افزایش یافته است. در این میان بهره‌برداری از قنوات بیش از۳۰ درصد کاهش یافته و در مقابل استفاده از آب‌های سطحی و چاه‌ها برای تأمین این نوع از مصارف به ترتیب ۸۸ و ۱۳ درصد افزایش یافته است. برداشت آب جهت مصارف صنعتی در مقایسه با دوره گذشته نزدیک به ۵ درصد افزایش را نشان می‌دهد و در این میان برداشت آب از چاه‌ها با ۶۲ درصد افزایش، بیشترین رشد را داشته (عمده این افزایش برداشت‌ها از طریق چاه‌ها صورت گرفته است) و پس از آن چشمه‌ها و قنوات به ترتیب با ۳۱ و ۲۱ درصد افزایش برداشت قرارگرفته‌اند.

برداشت آب از چاه‌ها در مقایسه با دوره گذشته، ۱۰ درصد کاهش را در کل کشور نشان می‌دهد (در استان‌هایی نظیر اصفهان و خراسان رضوی این مقدار از ۳۰ درصد هم تجاوز کرده است). این در حالی است که شمار چاه‌ها در خلال دو دوره آماربرداری (با احتساب حدود ۱۰۰ هزار حلقه چاه متروکه) با ۳۱ درصد افزایش به بیش از یک میلیون حلقه رسیده است.

برداشت از انهار نیز در مقایسه با دوره گذشته بیش از ۲۵ درصد کاهش را نشان می‌دهد (در این میان استان مازندران با کاهش ۸۰ درصدی، بیشترین کاهش را تجربه کرده است). بیشترین کاهش در میزان آبدهی قنوات در استان سیستان و بلوچستان ثبت شده است که در مقایسه با دوره گذشته شاهد بیش از ۸۰ درصد کاهش هستیم. پس از آن استان یزد با بیش از ۵۰ درصد در مکان دوم کاهش‌ها قرارگرفته است. این در حالی است که نزدیک به ۹۴ درصد مصارف از این منبع در استان سیستان و بلوچستان به بخش کشاورزی اختصاص دارد.

در مورد آبدهی چشمه‌ها، استان چهارمحال بختیاری با کاهش بیش از ۶۰ درصد وضعیت وخیم‌تری در مقایسه با سایر استان‌های کشور دارد و پس از آن استان اصفهان با ۴۰ درصد کاهش در رتبه بعدی قرارگرفته است. نزدیک به ۸۴ درصد این منبع در استان‌های نامبرده شده به بخش کشاورزی اختصاص دارد.

تلفیق استانی

بر اساس بررسی‌های صورت‌گرفته، مصارف آب در استان‌های خوزستان، آذربایجان شرقی، گلستان، زنجان، اردبیل، کرمانشاه و گیلان در مقایسه با دور گذشته آماربرداری سراسری (دور دوم)، به ترتیب ۷۰، ۴۹، ۳۶، ۳۵، ۱۳، ۷ و ۵ درصد افزایش یافته است. در این میان استان خوزستان با برداشت بیش از ۱۵ میلیارد متر مکعب، به تنهایی ۲۱ درصد مصارف آب در کل کشور را به خود اختصاص داده است و این افزایش ۷۰ درصدی (بیش از ۶ میلیارد مترمکعب) مصارف آب در این استان (ناشی از بهره‌برداری از طرح‌های کشت و توسعه کشاورزی) نقش قابل توجهی در تعدیل شدت کاهش منابع آب در کشور داشته است. چرا که بدون احتساب شرایط این استان (که نیازمند بررسی‌های دقیق‌تر است)، کاهش منابع آبی کشور در خلال دو دوره آماربرداری سراسری به بیش از ۱۰ میلیارد مترمکعب افزایش خواهد یافت!

در سایر استان‌های کشور شاهد کاهش مصرف آب بوده‌ایم و البته در میان استان‌های مختلف، مازندران با کاهش ۲ میلیارد متر مکعبی در برداشت آب از انهار، دارای بیشترین کاهش حجم برداشت بوده است. نکته مهم درباره این میزان کاهش محسوس آن است که این مقدار بیشتر تحت تأثیر اصلاحات در روش آماربرداری از منابع آب سطحی این استان در دور سوم بوده است. به بیان دیگر در آماربرداری دور دوم، به سبب خطاهای وارده، شاهد بیش‌برآورد ۲ میلیارد متر مکعبی در تعیین میزان منابع آب‌های سطحی در این استان بوده‌ایم. پس از استان مازندران، به ترتیب استان‌های اصفهان، فارس و خراسان رضوی واقع شده‌اند.

بیشترین میزان بهره‌برداری از منابع آب‌های زیرزمینی از طریق چاه‌هادر استان کرمان صورت می‌گیرد و پس از آن استان‌های فارس، خراسان رضوی، تهران و اصفهان قرار دارند. همین استان‌ها در مجموع نزدیک به نیمی از برداشت آب از چاه‌ها را انجام می‌دهند.

مقایسه نتایج آماربرداری سراسری دور دوم (۱۳۸۹-۱۳۸۶) و سوم (۱۴۰۲												
کد	شرکت آب منطقه ای	چاه			قنات			چشمه			انهار	
		دور سوم	دور دوم	تغییرات	دور سوم	دور دوم	تغییرات	دور سوم	دور دوم	تغییرات	دور سوم	دور دوم
۱	تهران	۲,۲۱۴	۲,۳۱۵	-۱۰۰	۱۱۰	۱۰۹	۱	۴۱	۳۹	۲	۳۵۴	۸۳۷
۲	مرکزی	۱,۵۹۰	۱,۹۱۷	-۳۲۶	۱۸۱	۲۳۹	-۵۸	۸۴	۹۵	-۱۱	۲۴۹	۳۹۹
۳	گیلان	۴۲۰	۳۳۳	۸۷	۰.۰۲	۰	۰	۲۸	۴۴	-۱۶	۷۴۹	۷۶۴
۴	مازندران	۹۴۶	۷۶۵	۱۸۱	۰.۱	۱	-۱	۱۰۵	۲۳	۸۲	۵۸۲	۲,۸۰۹
۵	آذربایجان شرقی	۱,۰۴۲	۹۷۲	۷۰	۱۴۳	۷۹	۶۴	۹۵	۳۷	۵۸	۱,۱۲۸	۵۴۴
۶	آذربایجان غربی	۱,۳۹۳	۱,۳۴۴	۴۸	۳۶	۲۹	۷	۲۴۸	۱۸۶	۶۲	۷۲۷	۱,۰۱۹
۷	کرمانشاه	۱,۱۵۶	۹۴۹	۲۰۷	۲۴	۱۷	۷	۳۴۲	۳۱۰	۳۲	۲۵۸	۴۵۲
۸	خوزستان	۱,۷۵۵	۹۸۷	۷۶۸	۰.۰۲	۲	-۲	۲۳۵	۱۵۶	۷۹	۱,۸۱۸	۹۱۶
۹	فارس	۵,۴۹۶	۶,۵۸۹	-۱,۰۹۳	۱۷۱	۲۶۵	-۹۴	۴۶۷	۵۷۲	-۱۰۶	۵۲۰	۹۱۵
۱۰	کرمان	۵,۷۰۹	۵,۸۳۲	-۱۲۲	۴۳۳	۴۵۰	-۱۷	۷۸	۹۵	-۱۷	۱۷۵	۴۲۷
۱۱	خراسان رضوی	۳,۷۱۷	۵,۴۷۰	-۱,۷۵۲	۴۳۸	۵۳۵	-۹۶	۲۶۴	۲۴۴	۲۰	۷۵۶	۶۲۶
۱۲	اصفهان	۲,۰۷۴	۳,۲۴۵	-۱,۱۷۱	۱۹۶	۳۰۰	-۱۰۴	۱۵۹	۲۷۰	-۱۱۱	۳۳۷	۸۸۱
۱۳	سیستان و بلوچستان	۱,۴۹۴	۱,۵۸۵	-۹۲	۵۸	۳۱۹	-۲۶۲	۲۲	۲۲	۰	۸۲	۸۲
۱۴	کردستان	۴۵۳	۴۹۲	-۳۹	۹	۱۲	-۳	۲۲۹	۱۹۰	۳۹	۱۱۷	۲۲۴
۱۵	همدان	۱,۵۱۹	۲,۰۶۲	-۵۴۴	۱۳۳	۹۲	۴۲	۶۱	۴۶	۱۶	۳۳۸	۲۷۸
۱۶	چهارمحال و بختیاری	۳۸۸	۶۹۵	-۳۰۷	۳۰	۲۵	۵	۱۸۷	۴۹۳	-۳۰۶	۱۴۵	۳۶۸
۱۷	لرستان	۷۰۲	۵۷۵	۱۲۷	۲۶	۲۶	۰	۲۰۷	۱۸۹	۱۸	۸۰	۳۳۴
۱۸	ایلام	۲۷۳	۲۴۱	۳۲	۰.۲	۰	۰	۳۷	۴۲	-۵	۱۲۶	۲۲۱
۱۹	کهگیلویه و بویراحمد	۱۰۸	۱۷۳	-۶۵	۳	۱	۲	۱۳۰	۱۸۸	-۵۸	۵۲	۲۵۶
۲۰	بوشهر	۳۹۳	۴۶۱	-۶۹	۳	۱۳	-۹	۲۵	۲۷	-۲	۲۵۰	۱۹۲
۲۱	زنجان	۱,۳۱۶	۹۳۶	۳۷۹	۳۲	۱۶	۱۶	۱۱۵	۷۰	۴۵	۴۸۴	۴۵۴
۲۲	سمنان	۵۸۳	۷۲۷	-۱۴۵	۳۹	۷۹	-۴۰	۸۳	۱۳۷	-۵۴	۱۳۶	۶۹
۲۳	یزد	۸۴۰	۱,۰۳۱	-۱۹۰	۸۹	۱۹۰	-۱۰۱	۱۳	۴۴	-۳۰	۳	۱۳
۲۴	هرمز گان	۱,۰۶۰	۱,۳۴۵	-۲۸۴	۳۳	۳۰	۳	۹۳	۷۳	۲۰	۳۱	۴۴
۲۵	اردبیل	۲۲۰	۲۱۴	۶	۱۰	۶	۴	۵۰	۴۹	۲	۳۵۹	۳۰۷
۲۶	گلستان	۸۹۸	۷۹۳	۱۰۵	۶	۴	۱	۳۳	۴	۲۹	۱۳۱	۷۳
۲۷	قم	۴۹۹	۷۰۰	-۲۰۱	۸۳	۱۲۹	-۴۶	۱۵	۱۵	۰	۵۷	۹۱
۲۸	قزوین	۱,۳۵۳	۱,۵۴۱	-۱۸۸	۳۳	۴۷	-۱۳	۷۴	۵۷	۱۸	۲۳۶	۳۱۲
۲۹	خراسان شمالی	۴۵۰	۴۴۷	۲	۷۵	۷۰	۵	۱۵۰	۱۳۴	۱۶	۲۳۷	۳۰۵
۳۰	خراسان جنوبی	۶۵۹	۸۳۱	-۱۷۳	۱۹۸	۲۱۶	-۱۹	۳۲	۳۴	-۲	۷	۶۶
۳۱	البرز	۸۰۵	۷۰۱	۱۰۴	۵	۷	-۲	۲۰	۲۵	-۵	۱۰۴	۲۲۸
	کل کشور	۴۱,۵۲۳	۴۶,۲۶۷	-۴,۷۴۴	۲,۵۹۸	۳,۳۱۰	-۷۱۲	۳,۷۲۵	۳,۹۱۰	-۱۸۵	۱۰,۶۲۷	۱۴,۵۰۵

۱۳۹۶-) منابع و مصارف آب (احجام بر حسب میلیون مترمکعب می‌باشد)

	موتور پمپ				آب‌بند				پمپاژ				آب انبار				مجموع
	دور سوم	دور دوم	تغییرات		دور سوم	دور دوم	تغییرات		دور سوم	دور دوم	تغییرات		دور سوم	دور دوم	تغییرات		
-۴۸۳	٤	۳٤	-۳۰		۱	۰.۰۷	۱		۹٦	۲۳	۷۳		۰	۰	۰		-٥۳٦
-۱٥۰	۰.٥	۲	-۲		۰	۱۱	-۱۱		۰.٤	۲	-۲		۰	۰	۰		-٥٦۰
-۱٥	۲	۰	۲		۲۰۸	۱۹۸	۱۰		۱۲	۷	٥		۰	۰	۰		۷۳
-۲,۲۲۷	٥	۲۷	-۲۲		٤٦٤	٤٦٤	۰		۳	۱٦	-۱۳		۰		۰		-۲,۰۰۱
٥۸٥	۱٦	۲	۱۳		۰.۱	۰	۰.۱		٥۷	۳٦	۲۱		۰	۰	۰		۸۱۱
-۲۹۲	٥۹	۹۱	-۳۲		۰	٤۳	-٤۳		۳۳	۹٥	-٦۲		۰	۰	۰		-۳۱۱
-۱۹٤	۱۲٤	٥۸	٦٦		۰.٥	۰.۱	۰.٤		۲۹	۱۸	۱۰		۰	۰	۰		۱۲۹
۹۰۱	۱,٤۸۰	٦۰۲	۸۷۸		٦	۷	-۱		۱۰,۰۳۲	٦,۳۳۰	۳,۷۰۲		۰	۰	۰		٦,۳۲٦
-۳۹٥	۸۷	۱۰۷	-۲۰		۰	۰	۰		۳	٤٥	-٤۳		۰	۰.٦٤	-۰.٦٤		-۱,۷٥۱
-۲٥۲	۱	۰	۱		۲۳	۰	۲۳		۰	۳	-۳		۰	۰	۰		-۳۸۸
۱۳۰	۳	۱۳	-۱۰		۳	۱۲	-۱۰		۱	۲	-۰.٤		۰	۰	۰		-۱,۷۱۸
-٥٤۳	٤	۱۱	-٦		۹	٤٤	-۳٥		۱۰٥	٦۲	٤۲		۰	۰	۰		-۱,۹۲۹
۰	٤۹٥	۲۰۷	۲۸۹		٥	٥	۰		۰.۳	۰.۳	۰		۰	۰	۰		-٦٥
-۱۰۷	٤۰	٥۳	-۱۳		۰.۳	۰.۳	۰		٤۸	۲۱	۲۷		۰	۰	۰		-۹۷
٦۰	۳	۲	۱		۳	۲	۱		۱	۲	-۱		۰	۰	۰		-٤۲٥
-۲۲۳	۳	۱۷	-۱٤		۰.۱	۱	-۰.٥		۱۲۹	۱٦٦	-۳۷		۰	۰	۰		-۸۸۲
-۲٥٤	۱۳۸	٦٤	۷٤		۰	٤	-٤.۳		٤۰	٦	۳٤		۰	۰	۰		-٥
-۹٥	۱۱۲	٤۱	۷۱		۰	۳	-۲.۸		٥۷	۱۰٦	-٤۹		۰	۰	۰		-٤۹
-۲۰٤	۱۳	۲٦	-۱۳		۰	۰	۰.۰		۳۷	۱۷	۱۹.۸		۰	۰	۰		-۳۱۸
٥۸	۱۳	٤۳	-۳۰		۲	٥	-۳.۰		۲۲	۲۹	-۷		۰	۰	۰		-٦۲
۳۰	۱٥	۱۰	٥		۲	۳	-۰.۷		۸۱	۲۳	٥۸		۰	۰	۰		٥۳۳
٦٦	۰.۱	۰	۰		۱	۳	-۱.٤		۰.۷	۰.۱	۰.٦		۰	۰	۰		-۱۷۳
-۱۰	۰	۰.۰٦	۰		۰	۲	-۲.۳		۰	۰	۰		۰	۰	۰		-۳۳٤
-۱۳	۰.۸	۰.۰٦	۱		۰	۰	۰.۰		۰	۰	۰		۰	۰	۰		-۲۷٤
٥۳	۱۲	۲	۱۰		۰.۸	۰.۱	۰.۷		٤	۲	۲.۲		۰	۰	۰		۷۸
٥۷	۲۱٤	۱۰۰	۱۱٤		۱٤٥	۷۸	٦٦.٦		۲۱	۱۳	۷.٥		۰	۰	۰		۳۸۰
-۳۳	۰.٤	۲	-۲		۰.٤	۱	-۰.٦		۰.۲	۰.٤	-۰.۲		۰	۰	۰		-۲۸۳
-۷٥	۱	۲	-۱		۱	۰.٤	۰.۷		٦	٥	۰.۲		۰	۰	۰		-۲٥۸
-٦۸	۲۹	٤۹	-۱۹		۰.۹٦	۰.٥	۰.٥		۰	۰.٤	-۰.٤		۰	۰	۰		-٦٤
-٥۹	۰.۲	۰.۰۹	۰		۸	۳	٥.۱		۰	۰	۰		۰	۰	۰		-۲٤۷
-۱۲٤	۰.۱	۰.۱	۰		۱	۰	۱.۰		۰	۰.۱	-۰.۱		۰	۰	۰		-۲٦
-۳,۸۷۷	۲,۸۷۳	۱,٥٦۲	۱,۳۱۱		۸۸٤	۸۸۹	-٥.۲		۱۰,۸۱۷	۷,۰۳۱	۳,۷۸٦		۰	۰.٦	-۰.٦		-٤,٤۲٦.٥

آماربرداری سراسری منابع و مصارف آب، سابقه و جایگاه

در گفت و گو با دکتر محمدرسول ستایشی‌راد، معاون دفتر اطلاعات و داده‌های آب کشور

آماربرداری سراسری منابع و مصارف آب چه سابقه‌ای دارد؟ ضرورت و اهداف آن چیست؟

یکی از وظایف و مأموریت‌های وزارت نیرو پایش کمی و کیفی منابع آب و ارزیابی منابع آب است. آماربرداری سراسری به عنوان یکی از فعالیت‌های زیرمجموعه این وظیفه تعریف شده است. تا پیش از دهه ۱۳۸۰ آماربرداری به صورت سراسری انجام نمی‌شد و بسته به نیازی که بود، به صورت پراکنده و محلی و توسط شرکت‌های آب منطقه‌ای انجام می‌گرفت. آماربرداری عمدتاً فقط از منابع زیرزمینی شامل چاه و قنات و همچنین چشمه صورت می‌گرفت. این آماربرداری‌ها براساس شیوه‌نامه واحدی انجام نمی‌شد و لذا در سراسر کشور فاقد وحدت رویه بوده است. از طرف دیگر در بسیاری از محدوده‌های مطالعاتی، آماربرداری فقط در دشت انجام می‌گرفت و عمدتا در ارتفاعات برداشت آمار انجام نمی‌شده و یا کمتر مورد توجه قرار گرفته است. ضمن اینکه زمان شروع و پایان آماربرداری در کشور هماهنگ نبوده است.

بنابراین براساس دلایل ذکر شده عملاً تا دهه هفتاد شمسی اطلاعات منسجمی از تعداد و تخلیه منابع در تمامی حوضه‌های آبریز کشور در اختیار نداشتیم و امکان جمع‌بندی در سطح کشور نیز وجود نداشت و این وضعیت سبب می‌شد که نتوانیم سیر تغییر و تحول تعداد و میزان تخلیه از منابع آب را در گذر زمان داشته باشیم.

در ابتدای دهه هشتاد با توجه به نیاز به برنامه‌ریزی منابع آب در سطح کشور و تدوین طرح‌های جامع آب و ضرورت آگاهی از وضعیت مصارف و برداشت آب در سطح کشور، اولین دوره آماربرداری سراسری منتهی به سال آبی ۸۵-۸۴ انجام گرفت و بعد از آن بر مبنای تجربه آماربرداری دور اول، آماربرداری دور دوم منتهی به سال آبی ۹۰-۸۹ منتشر گردید و نهایتاً دور سوم آماربرداری منتهی به سال آبی ۹۸-۹۷ انجام گرفت.

مهم‌ترین کاربرد مستقیم آماربرداری در تهیه بیلان منابع آب است. علاوه بر آن در محاسبه میزان آب قابل برنامه‌ریزی، تدوین، بازنگری و پایش برنامه‌هایی مانند سازگاری با کم‌آبی و یا طرح احیاء و تعادل‌بخشی منابع آب زیرزمینی نیز استفاده شده است.

آماربرداری سراسری منابع و مصارف آب در کشور به چه صورت و در چه فرایندی انجام و نهایی می‌شود؟

آماربرداری در واقع فرایند جمع‌آوری کلیه اطلاعات مرتبط با نقاط برداشت آب است. نقاط برداشت آب در قالب هشت منبع طبقه‌بندی می‌شود که عبارتند از چاه، چشمه، قنات، انهار منشعب از رودخانه، موتور پمپ، ایستگاه پمپاژ، آب‌بندان و سدهای در دست بهره‌برداری. چون سد مقوله جدایی است و فرایند جمع‌آوری اطلاعات آن به صورت مستمر و منظم انجام می‌شود، خیلی در آماربرداری‌های سراسری مورد توجه قرار نمی‌گیرد و فرایند جمع‌آوری اطلاعات آنها به گونه دیگری است.

بعد از آنکه این اطلاعات در قالب محدوده‌های مطالعاتی برداشت شد، فرآیند تأئید و تصویب آن طبق دستورالعمل، انجام و جمع‌بندی می‌شود و تعداد منابع و میزان تخلیه از آنها در قالب محدوده‌های مطالعاتی، حوضه‌های آبریز درجه دو، حوضه‌های آبریز درجه یک و نهایتاً در سطح کشور جمع‌بندی و نهایی می‌شود. اطلاعات این نقاط برداشت در قالب حدود هفتاد فیلد اطلاعاتی ثبت شده که علاوه بر اطلاعات عمومی مانند نام مالک و دربردارنده اطلاعات مختلفی از جمله مختصات نقاط برداشت، میزان و نوع مصرف آنها است.

تاکنون شاهد انجام سه دوره آماربرداری سراسری منابع و مصارف آب در کشور بوده‌ایم. دوره اخیر چه تفاوتی با ادوار گذشته داشته است؟

تهیه یک دستورالعمل جامع از جمله فعالیت‌هایی بود که قبل از شروع پروژه آماربرداری سراسری در کشور انجام گرفت. بعد از دهه هشتاد این دستورالعمل‌ها به صورت واحد و یکپارچه تدوین شد. در دوره سوم، این دستورالعمل‌ها با استفاده از نظرات بدنه صنعت آب، نخبگان و اساتید دانشگاه به روزرسانی شد. برای هر یک از بخش‌های آماربرداری یک شیوه‌نامه تهیه شد. نحوه جمع‌آوری اطلاعات، نحوه نظارت، تطبیق آمار و اطلاعات و نهایتاً تهیه بانک آمار، هر یک دستورالعمل جداگانه‌ای دارد که به شرکت‌های آب منطقه‌ای ابلاغ شد.

تطبیق آمار مورد دیگری بود که در این دوره دنبال شد. در ادوار گذشته تطبیق آمار دفاتر مطالعات و حفاظت انجام نمی‌شد. یعنی هیچ بررسی و تلاشی برای تطبیق اطلاعاتی که در طول فرایند آماربرداری ثبت می‌شد و اطلاعاتی که در بانک دفاتر حفاظت و بهره‌برداری شرکت‌های آب منطقه‌ای وجود داشت، صورت نمی‌گرفت. بنابراین بعد از آماربرداری با دو بانک اطلاعاتی مواجه بودیم که در بعضی جاها اختلافات بعضاً قابل توجهی با هم داشتند. در دور سوم با تهیه یک دستورالعمل، فرایند تطبیق آمار از طریق یک همکاری مشترک بین دفتر مطالعات و دفتر حفاظت و بهره‌برداری از منابع آب انجام شد و نهایتاً یک بانک مشترک از اطلاعات چاه‌ها (این تطبیق فقط برای منبع چاه صورت گرفت) که مورد تأئید دفاتر مطالعات و حفاظت و بهره‌برداری بود تهیه گردید.

در دوره‌های پیشین از هر منبع تنها یک بار بازدید صورت می‌گرفت و اطلاعات مربوط به آن برداشت می‌شد. با توجه به آسیب‌شناسی دوره‌های قبلی آماربرداری در زمینه تغییرات میزان آبدهی چشمه‌ها و قنوات در فصول مختلف مقرر شد در دور سوم آماربرداری‌ها از این منابع دو بار در سال آماربرداری صورت گیرد. یعنی آماربردار دو بار به هر منبع (یکبار در فصل تر و یکبار در فصل خشک) مراجعه می‌نماید و برای انهار چهار بار بازدید در فصل زراعی صورت گرفت و چهار بار میزان برداشت از این انهار ثبت گردید.

استفاده از نرم‌افزار آماربرداری از جمله اقدامات دیگر در این دوره از آماربرداری بود. در دوره‌های قبلی فرم‌های آماربرداری به صورت کاغذی بود. آماربردار که به منبع و به صحرا مراجعه می‌کرد، می‌بایست اطلاعات مربوطه را فرم‌های کاغذی ثبت می‌کرد و این اطلاعات نهایتاً باید در دفتر پانچ می‌شد. این موضوع سبب زمان‌بر شدن فرایند ثبت آمار می‌شد و حتی احتمال خطا در ثبت و انتقال اطلاعات وجود داشت. اما با به کارگیری خدمات نرم‌افزاری در این زمینه، بسیاری از آمارها به صورت برخط در سراسر کشور ثبت و وارد بانک اطلاعاتی شد.

موضوع دیگر به بحث نظارت در آماربرداری مربوط می‌شود. در دور اول آماربرداری فقط شرکت‌های آماربردار حضور

داشتند، ولی در ادوار دوم و سوم شرکت‌های ناظر هم به واسطه انعقاد قراردادهای نظارت، وظیفه نظارت بر کار آماربردار را عهده‌دار بودند. در دور سوم آماربرداری، این نظارت به صورت ۱۰ درصد برداشت مجدد از منابع و نیز شمارش تعداد منابع برداشت‌شده در داخل پلی‌گون‌ها بود. یعنی ناظر هم می‌بایست به صحرا مراجعه می‌کرد و ۱۰ درصد از آماری را که توسط آمار بردار ثبت می‌شد مجدداً آماربرداری کرده یا شمارش می‌کرد. اگر خطا بیش از حد مجاز بود، آماربرداری انجام‌شده باطل اعلام می‌شد و آماربردار باید مجدداً اقدام به آماربرداری می‌کرد.

علاوه بر نظارت صحرایی، یک نظارت دفتری هم بر مبنای دستورالعمل در نظر گرفته شده بود و ناظر می‌بایست یک سری از فیلدها را مجدداً بر اساس اطلاعات پرونده و اطلاعات موجود ثبت‌شده بررسی می‌کرد. بعد از تأئید ناظر، این اطلاعات در اختیار شرکت‌های آب منطقه‌ای قرار می‌گرفت. شرکت‌های آب منطقه‌ای نیز با توجه به سابقه شناخت نسبت به منطقه و منابع آب، آمار را بررسی و بعد از تأئید، این اطلاعات را در اختیار مشاور راهبری آماربرداری قرار می‌دادند. این مشاور نیز بر مبنای کار دفتری یک مرحله از نظارت پایانی را بر روی آمار انجام می‌دادند و در صورت تأئید، این اطلاعات در اختیار شرکت مدیریت منابع آب ایران قرار می‌گرفت و در نهایت، پس از تأئید کارشناسان این شرکت، اطلاعات مربوطه وارد بانک می‌گردید. همه این تغییرات از دور اول تا سوم با هدف بالابردن کیفیت و کاهش خطا در آمار صورت گرفت.

یکی از اهداف اصلی آماربرداری که همواره مورد تأکید بوده، انجام آن در طول یکسال آبی بوده است. با وجود این، در هیچ یک از ادوار گذشته چنین امری تحقق نیافته است. دلیل آن چیست؟

هدف اصلی ما انجام عملیات صحرایی در یک سال آبی است. یعنی ما باید بایستی عملیات صحرایی را در یک زمان واحد در سراسر کشور شروع کرده و نهایتاً ظرف یکسال آبی به اتمام برسانیم. اما این اتفاق در سه دوره قبلی نیفتاده است و همچنان مهم‌ترین چالش ما در بحث آماربرداری است که آمار ما مربوط به یک سال آبی نیست.

دلیل اصلی این مسئله به ماهیت آماربرداری و نظام بهره‌برداری ما بازمی‌گردد. تعداد زیاد منابع یکی از علل آن است. در آماربرداری دور سوم بیش از یک میلیون و چهارصد هزار منبع برداشت شد که عمدتاً پراکنش بسیار نامتوازنی در کشور دارند. ما نقاطی در سواحل دریای مازندران داریم که فاصله دو نقطه برداشت حدوداً ۲۰ متر بوده است و در مقابل در مناطقی در فلات مرکزی، این فاصله به ۲۰ کیلومتر می‌رسد. این باعث گردید که اکیپ‌های آماربرداری در برداشت آمار، حیطه‌بندی و زمان‌بندی برداشت آمار دچار مشکل شوند و آماربرداری مطابق برنامه زمان‌بندی پیش نرود.

موضوع دیگر به ظرفیت شرکت‌های مشاور برای آماربرداری برمی‌گردد. در آماربرداری دور سوم بیش از یک‌صد شرکت مشاور مسئولیت آماربرداری را برعهده داشتند. قاعدتاً تجهیز اکیپ‌های آماربرداری برای این تعداد شرکت برای برداشت آمار به صورت همزمان مقدور نبود. پرسنل جذب‌شده و آموزش‌دیده بارها در طول مدت آماربرداری تعویض شدند و این سبب شد که مجدداً فرایند آموزش و آماده‌سازی برای این نیروها تکرار شود و همین امر سبب کندشدن آماربرداری گردید.

مسائل مالی موضوع مهم دیگری بود که در طول پروژه آماربرداری مشکلات زیادی به بار آورد. برای آماربرداری ردیف اعتباری مجزایی وجود ندارد و برای تأمین هزینه‌های مربوطه ناگزیر بایستی از دیگر طرح‌های صنعت آب تأمین اعتبار صورت گیرد. این باعث شد فرایند انعقاد قراردادها به طول بینجامد. تأخیر در تأمین اعتبارات لازم و تخصیص‌هایی که عمدتاً به صورت غیر نقدی و بر اساس اسناد خزانه اسلامی با سررسید چندساله صورت می‌گرفت سبب شد تا شرکت‌های مشاور نیروهای خود را از دست داده و در نتیجه اکیپ‌های آماربرداری غیر فعال شوند و فرایند آماربرداری به درازا بینجامد.

دسترسی دشوار به اطلاعات و چاه‌ها با مصارف شرب و صنعت از دیگر چالش‌ها در این زمینه بود. از آنجا که این منابع عمدتاً محصور هستند و امکان حضور و دسترسی اکیپ‌های آماربردار به این منابع (علی‌رغم نامه‌نگاری‌ها و هماهنگی‌های صورت‌گرفته از طریق مقام عالی وزارت یا مدیر عامل شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور قبل از شروع آماربرداری) وجود نداشت و دسترسی به آمار و اطلاعات این منابع با سختی و کندی انجام گرفت.

چه نقدهایی عموماً به آماربرداری و نتایج آن وارد می‌شود و این انتقادها را تا چه اندازه وارد می‌دانید؟

وظیفه پایش کمی و کیفی منابع بر عهده وزارت نیرو است. وزارت نیرو یک سازمان تخصصی است که یکی از قدیمی‌ترین بانک‌های اطلاعاتی را در سراسر کشور و در بین سایر وزارتخانه‌ها داراست. سابقه ثبت آمار برخی از رودخانه‌ها کشور در این مجموعه به دهه ۱۳۲۰ باز می‌گردد. بنابراین خود وزارت نیرو یک نهاد تخصصی است و سابقه زیادی در برداشت آمار دارد. با وجود این، فرایند آماربرداری سراسری منابع و مصارف آب به صورت برون‌سپاری و از طریق شرکت‌های مشاور انجام می‌شود (همان طور که پیش‌تر عرض کردم، بیش از صد شرکت مشاور در فرایند آماربرداری اخیر، از ابتدا تا انتها مشارکت داشتند)، بنابراین فرض مخدوش‌بودن آمار واقعاً پذیرفته نیست. اما این که گفته می‌شود آمار خطا دارد، در واقع ذات و ماهیت آمار و اطلاعات داشتن خطاست و ما هم هیچ وقت در جایی ادعا نکردیم که این آمار بدون خطاست. آماربرداری با این گستردگی و تنوع منابع و مصارف، حتماً درصدی خطا دارد. اما سعی کردیم با بهره‌گیری از نظارت‌ها و فرایندهایی که در این زمینه صورت

گرفت، آن را به حداقل برسانیم. مثلاً اگر بر فرض در کل کشور ده هزار حلقه چاه هم دارای خطا باشد، در میان حدود یک میلیون حلقه چاه، معادل یک درصد از آماربرداری‌ها خواهد بود که درصد بسیار پائین و قابل قبولی قلمداد می‌شود، هر چند خود عدد ۱۰ هزار ممکن است عدد بزرگی به چشم بیاید. اما به دلیل گستردگی کار، درصد بسیار کمی از آمار را شامل می‌شود. ضمن اینکه چنانچه پیش‌تر هم عرض کردم، ما در حدود یک میلیون و چهارصد هزار منبع برداشت کردیم و برای این نقاط برداشت بیش از دو میلیون بازدید انجام شده است. وقتی که شما این میزان بازدید از منابع انجام می‌دهید، قاعدتاً وقتی تصمیم دارید تا آن را به روشی قیاس و قضاوت کنید، روش به خدمت گرفته شده برای آن بایستی به لحاظ سابقه علمی، فنی و صحت و سقم با آماربرداری انجام‌گرفته قابل قیاس باشد. اعدادی که به این منظور مطرح می‌شود، عمدتاً بر مبنای میزان تولید محصول در سطح مزرعه است و از این منظر (با توجه به گستردگی کار آماربرداری سراسری) قابل اتکا نمی‌باشد.

بخش دیگری از نقدهایی که وارد می‌شود به دلیل عدم آگاهی نسبت به دستورالعمل آماربرداری است. با اینکه این دستورالعمل‌ها بر روی تارنمای شرکت مدیریت منابع آب منتشر شده و در دسترس عموم قرار دارد، خیلی از دوستان آشنایی و اشراف کافی به آن ندارند و این باعث شده که توقع و انتظار از نتایج آماربرداری، بسیار بیشتر از توان و پتانسیل انجام آن در کشور باشد. بعضی از فیلدهای اطلاعاتی مانند میزان آبدهی مستقیما اندازه‌گیری می‌شوند و بنابراین انتظار می‌رود که آمار دبی و تخلیه منابع درصد خطای کمتری داشته باشند. اما بعضی از فیلدهای اطلاعات به صورت پرسشنامه‌ای (مثلاً سطح زیر کشت اظهارشده از سوی مالک منبع، با اینکه اطلاعات خیلی مهمی- در آماربرداری منابع و مصارف آب- محسوب نمی‌شود، به عنوان یک معیار کنترل در نظر گرفته شده تا آماربردار با مقایسه آن با میزان تخلیه محاسبه‌شده همخوانی نسبی آنها را بررسی کند) بوده و حداقل در این دوره از آماربرداری امکان اندازه‌گیری آنها از روش‌های دیگر مانند سنجش از دور برای ما میسر نبوده است.

مختصری هم درباره نتایج دوره اخیر آماربرداری‌های سراسری منابع و مصارف آب توضیح بدهید.

در آماربرداری دور سوم حدود یک میلیون و چهارصد هزار منبع برداشت شد که شمار منابع نسبت به دور قبلی آماربرداری بیست و شش درصد افزایش نشان می‌دهد. از این مقدار یک میلیون و بیست هزار منبع چاه بوده که هفتاد و سه درصد کل منابع را شامل می‌شوند و نسبت به دور دوم، تعداد چاه‌ها سی و یک درصد افزایش پیدا کرده است. استان‌های مازندران و فارس بیشترین تعداد چاه را داشته‌اند. در این دوره حدود دویست و سی و یک هزار دهنه چشمه ثبت شد که نسبت به دور دوم سی و سه درصد افزایش را نشان می‌دهد و چهل و پنج هزار رشته قنات ثبت گردید که نشانگر افزایش یازده درصدی نسبت به دور دوم است.

از نظر میزان برداشت برای مصارف مختلف، در حدود هفتاد و سه میلیارد مترمکعب از منابع سنتی (بدون احتساب برداشت از سدهای در دست بهره‌برداری) برای مصارف مختلف ثبت شده که نسبت به دور قبل شش درصد کاهش نشان می‌دهد. از این هفتاد و سه میلیارد چهل و یک و نیم میلیارد مربوط به مصارف از چاه‌هاست که نسبت به دور قبل حدود ده درصد کاهش نشان می‌دهد. شصت درصد مصارف از منابع آب زیرزمینی و چهل درصد از منابع آب سطحی تأمین شده است. از نظر نوع مصرف، هشتاد و هشت درصد مربوط به مصارف کشاورزی، نه درصد شرب و سه درصد صنعت می‌باشد. میزان مصرف نسبت به دور دوم کاهش پیدا کرده اما از نظر تعداد افزایش شمار منابع را شاهد هستیم. در خصوص چشمه و قنات، افزایشی که اتفاق افتاده ناشی از تغییر دستورالعمل نسبت به دوره‌های قبلی است. در این دوره چشمه‌های واقع در سرشاخه‌ها هم با اینکه ممکن است مصرفی نداشته باشند آماربرداری شدند و در واقع چشمه‌های ارتفاعات به صورت کامل پوشش داده شد. در دور دوم آماربرداری حدود چهل و یک میلیارد برداشت برای مصارف کشاورزی از چاه ثبت شده بود که در دور دوم این عدد به سی و پنج میلیارد رسید که عمدتاً این کاهش ناشی از کاهش توان آبدهی آبخوان‌ها بوده است.

سخن پایانی

آماربرداری دور سوم با حجم فعالیت سنگین و توان کارشناسی صنعت آب انجام و بعد از طی فرایندهای قانونی تأئید و تصویب منتشر گردید. انتظار می‌رود که علاوه بر استفاده از نتایج آن در وزارت نیرو در امر محاسبه و بازنگری در میزان آب قابل برنامه‌ریزی، تهیه بیلان منابع و مصارف آب و همچنین بازتخصیص، در تدوین سایر برنامه‌های بین‌بخشی هم مبنای کار قرارگیرد. ضمن اینکه مقدمات آماربرداری برای دور بعد هم در حال انجام است و فرایند بازنگری در دستورالعمل فعلی در جریان است. از تمام شرکت‌های آب منطقه‌ای و خبرگان صنعت آب به صورت مکتوب تقاضای اظهار نظر و آسیب‌شناسی دستورالعمل فعلی صورت گرفته است. قاعدتاً تمام اظهار نظرها دریافت و جمع‌بندی خواهدشد و نهایتاً با اعمال نظراتی که امکان انجام وجود داشته باشد، دستورالعمل بازنگری خواهد شد. ضمن اینکه برنامه‌ریزی برای توسعه یک سامانه و بانک جامع آمار منابع و مصارف آب در مرحله تدوین شرح خدمات و شروع توسعه است. قاعدتاً این هم می‌تواند به عنوان زیرساخت در دوره بعدی آماربرداری مورد استفاده قرار گیرد که قطعاً کار را هم از نظر کیفی و هم کاهش زمان انجام آماربرداری می‌تواند ارتقاء ببخشد.

آماربرداری سراسری منابع و مصارف؛ تاریخچه، چالش‌ها و توصیه‌ها

در گفت و گو با مهندس حسین زراعتکار، کارشناس آب زیرزمینی

اشاره:

به بهانه انتشار نتایج آماربرداری دور سوم منابع و مصارف آب در ابتدای سال جاری، با آقای مهندس حسین زراعتکار (مدیر سابق دفتر مطالعات آب‌های زیرزمینی شرکت آب منطقه‌ای استان کرمان) به گفت و گو در این زمینه نشستیم. آنچه در زیر می‌خوانید خلاصه‌ای از این گفت و گو درباره تاریخچه آماربرداری منابع آب، چالش‌ها و توصیه‌های وی برای اصلاح امور است.

شما از ابتدای استخدام در شرکت آب‌منطقه‌ای کرمان، در بخش مطالعات مشغول به کار شدید. برای شروع گفت و گو لطفاً از تجربیات خود در زمینه آماربرداری بگوئید.

به دلیل نوع کاری که به عنوان کارشناس بخش مطالعات داشتم، از همان ابتدا با موضوع آماربرداری از منابع آب، آب سطحی و آب زیرزمینی سروکار داشتم. من در خردادماه سال ۱۳۶۸ وارد آب منطقه‌ای کرمان شدم. در همان زمان آماربرداری از دشت زرند (یکی از دشت‌های مهم استان کرمان) آغاز شده بود. مسئول وقت دفتر مطالعات آب استان از من خواست تا جهت سرشماری منابع آب دشت زرند، با اکیپ مربوطه همراه شوم. معمولاً اکیپ‌ها ۲ نفره بودند، ولی بسته به وسعت محدوده آماربرداری، تعداد اکیپ‌ها متفاوت بود و چون می‌خواستند در طول یکسال کار درست و به موقع انجام شود، تعداد زیادی اکیپ درست می‌کردند و همه تدابیر لازم را برای آن در نظر می‌گرفتند. میان اکیپ‌ها تقسیم کار می‌شد و از جاهای مختلف شروع می‌کردند و به صورت دشت به دشت می‌آمدند تا به هم می‌رسیدند و کارها را انجام می‌دادند.

من به اتفاق فرد دیگری که او نیز به تازگی وارد آب منطقه‌ای کرمان شده بود، با اکیپ آماربرداری همراه شدیم. کارشناسانی نیز از تهران آمده بودند. محلی برای اسکان درنظر گرفته شده بود، آشپز داشتیم و ... تابستان گرمی بود. صبح زود می‌رفتیم و تا نزدیکی ظهر کار می‌کردیم و سپس عصر می‌رفتیم تا شب آماربرداری انجام می‌دادیم. هر ماه هم چند روزی به مرخصی می‌رفتیم و تجدید قوایی می‌کردیم و مجدد برمی‌گشتیم.

در آن زمان آماربرداری با امروز تفاوت داشت. مثلاً امروز از دستگاه جی‌پی‌اس استفاده می‌شود و تعیین محل‌ها خیلی

راحت شده است. در آن زمان باید با دستگاه‌های قطب‌نما، از چند جهت و از چاه‌های مختلف قراول می‌رفتیم تا بتوانیم محل یک چاه را پیدا کنیم یا محل دقیق یک قنات را بر روی نقشه بیابیم.

ما به همراه کارشناسان اعزامی از تهران در قالب ۲ اکیپ از دو طرف دشت زرند شروع به آماربرداری کردیم و تقریباً طی ۴ ماه توانستیم کل آمار این دشت را به همراه تمام چاه‌های آن جمع‌آوری کرده و آمار واقعاً باکیفیتی تحویل دهیم. این اولین تجربه کاری من بود و درس‌های زیادی هم برایم داشت.

همان زمان که به بخش مطالعات آمدم، کارهایی را که پیش‌تر انجام شده بود مرور کردم. متوجه شدم که یک آماربرداری هم تقریباً ۳-۲ سال قبل در منطقه رودبار و کهنوج جیرفت صورت گرفته بود. آنجا منطقه خیلی وسیع‌تری است، تعداد چاه‌ها هم خیلی زیادتر بود. گزارش‌ها را که مطالعه کردم، دیدم در آنجا نیز به همین صورت عمل شده است، یعنی کارشناسانی از جمله آقایان یاوری، یوسفی و آزاد از تهران آمد ه‌بودند و با تعدادی از تکنیسین‌ها و کارشناسان محلی، در قالب ۳-۲ اکیپ کل آماربرداری را تقریباً در طول یک سال انجام داده بودند. نقشه‌هایی که ترسیم شده بود، گزارش‌هایی که تهیه شده بود...، واقعاً خیلی عالی و خوب بود.

بعد از چند سالی قرار شد آب منطقه‌ای استان آماربرداری دیگری انجام دهد. در این زمان مسائل و مشکلاتی پدید آمده بود. مسائل حقوقی خیلی پررنگ شده بود. مثلاً چاه‌هایی که قرار بود ذیل تبصره ماده ۳ مجوز دریافت کنند، در مورد موقعیت مکانی، آبدهی، ... آنها وسواس و حساسیت زیادی وجود داشت. قرار بر این شد (بعید می‌دانم این کار در آن زمان به جز در کرمان، در جای دیگری انجام شده باشد) که ما از هر منبعی که آماربرداری می‌کنیم، سه قطعه عکس هم بگیریم. یک عکس از مزرعه، یک عکس از موتورخانه و تجهیزات جانبی و یک عکس هم از وضعیت آبدهی چاه. این سه عکس را حتماً باید در گزارش می‌آوردیم. بعدها بسیاری از این عکس‌ها مستند دادگاه‌ها شد. یعنی خیلی‌ها به استناد این‌ها مدعی تملک چاه‌هایی با چنین مشخصات مکانی و وضعیت آبدهی شدند.

از این زمان به بعد دیگر دستگاه جی‌پی‌اس هم آمده بود و ما با روش‌های تقریباً جدیدی کار می‌کردیم. این آماربرداری هم تقریباً داخل آب منطقه‌ای یعنی با کمک کارشناسان و تکنیسین‌های خود آب منطقه‌ای انجام گرفت. البته این کار به دلیل نوع انجام آن و مشکلاتی که در پی داشت، مقداری طولانی‌تر شد، در صورتی که آماربرداری‌های قبلی واقعاً در یک بازه زمانی مشخص انجام شده بود.

آماربرداری سراسری از چه زمانی و با چه اهدافی مطرح شد و چه تدابیر، تمهیدات و مقدماتی برای آن اندیشیده شد؟

هدف این بود که در قالب یک آماربرداری سراسری در کل کشور در طول مثلاً یک سال، کل منابع تعیین تکلیف بشود و مشخص شود که اگر بیلانی در سطح کشور تهیه می‌شود، بیلانی درست و بر اساس وضعیت منابع و مصارف در یکسال واحد باشد. در گذشته آماربرداری به صورت متفرق انجام می‌گرفت؛ یک دشت در یک سال و دشت‌های دیگر در سال‌های بعد انجام می‌شدند و نمی‌شد نگاه کشوری یا حتی در سطح یک حوضه به آمار داشت. نمی‌شد بانک اطلاعات در سطح حوضه یا کشور ایجاد کرد. یکی به ۳ سال قبل، دیگری به ۴ سال قبل تعلق داشت. نمی‌توانستیم در یکسال، بر اساس اطلاعات یک بانک کشوری بگوئیم که در حال‌حاضر در کل کشور وضعیت منابع و مصارف آبی چگونه است؟ بنابراین، هدف درست بود. اگر یک آماربرداری درست و صحیح در طول یک سال آبی مثلاً سال ۱۴۰۴-۱۴۰۳ از کل کشور انجام شود، بیلان کشوری که تهیه خواهد شد، بیلان دقیق‌تری خواهد بود. وضعیت دقیق تعداد منابع را می‌توانم ارائه دهیم و ادعای شناخت کاملی نسبت به وضعیت منابع و مصارف آب در یک زمان واحد و در سطح همه کشور داشته باشیم. این وضعیت در گذشته وجود نداشت.

بحث آماربرداری‌های سراسری از حدود دهه هشتاد به بعد پیش آمد. اتفاقی که در آن زمان افتاد این بود که وزارت نیرو تصمیم گرفته بود که کار آماربرداری را به بخش خصوصی و مشاوران واگذار نماید. تا آن زمان ما در داخل وزارتخانه و از طریق کارشناسان خود آب منطقه‌ای‌ها و با تشکیل اکیپ‌های آماربرداری این کار را انجام می‌دادیم، ولی از این زمان قرارشد تا کار را به مشاوران واگذار شود. این تصمیم تجربه جدیدی بود. دستورالعمل‌هایی نیز برای این کار تهیه شد. این دستورالعمل‌ها تقریباً کامل بودند. به خاطر دارم که مثلاً برای یک چاه باید در حدود ۸۰ آیتم اندازه‌گیری می‌شد.

آماربرداری‌های سراسری از نگاه شما با چه مشکلاتی روبرو بوده است؟

مشکلاتی پیش آمده بود. قراربود مشاورانی که انتخاب شده بودند، نیروهایی بگیرند تا این کار را انجام دهند. ولی این نیروها معمولاً فاقد تجربه کافی بودند و اگر چه آموزش‌های مقدماتی می‌دیدند، با این همه کار به خوبی انجام نمی‌شد. به همین دلیل دائماً به کار مشاوران ایراداتی وارد می‌شد. در زمان آماربرداری سراسری معمولاً مشاورانی که درگیر بودند و قصد گرفتن نیرو برای آماربرداری داشتند، برای این نیروها چندین جلسه داشتیم و دستورالعمل‌ها را برایشان توضیح می‌دادیم، با این تصور که ما باید به آنها آموزش بدهیم و اینها می‌روند و این کار را انجام می‌دهند. ولی واقعیت این بود که این کار اثربخش نبود، چرا که این نیروها پس از مدتی (۶-۵ ماه) به دلایل مختلف از جمله عدم پرداخت بهنگام مالی می‌رفتند و مجدداً نیروهای جدیدی جایگزین می‌شدند.

مشکل دوم این بود که آماربرداری‌ها خیلی زمان‌بر شد. منطق

آماربرداری در گذشته این بود که در طول یکسال انجام شود تا اگر قرار است بیلان تهیه شود، بتوانند به راحتی با این آمار انجام دهند. اگر آماربرداری در طول چند سال (مثلاً ۳-۲ سال) انجام شود، دیگر برای این کار خیلی مفید نخواهد بود. این هم مشکل بزرگی بود که آمار زود جمع‌آوری نمی‌شد. البته دلایل متعددی هم برای آن وجود داشت. یکی از مهم‌ترین دلایل آن این بود که وضعیت مالی این پروژه‌ها روشن نشده بود. یعنی مشاور گزارش پیشرفت وضعیت ارائه می‌داد و مطالبه مالی داشت، ولی خبری از پرداخت پول نمی‌شد، یا به اندازه کافی و به موقع انجام نمی‌گرفت.

این مشکلات به صورت زنجیره‌وار به کارشناسان شرکت‌های مشاور منتقل می‌شد. ما هم برای تسریع در انجام کار به مشاوران فشار می‌آوردیم. در نهایت یک چرخه نارضایتی شکل می‌گرفت که همه در آن متضرر می‌شدند و سبب می‌شد کارها با تأخیر و ایرادات فراوان به پایان برسند. چند قرارداد داشتیم که چون طولانی شده بود و حدود سه سال به درازا کشیده بود، ناگهان در میانه کار بنزین گران شد. مشاور می‌گفت با این شرایط دیگر نمی‌تواند کار کند، از طرفی خود ما هم به دلیل عدم تزریق بهنگام منابع مالی مقصر بودیم. بنابراین زمان‌برشدن پروژه‌های این چنینی تبعات سنگینی در پی خواهد داشت.

مشکل دیگر مسئله نظارت بود. قرار بود بر این فعالیت‌ها و فرایندهای آن نظارت خوبی داشته باشیم. اگرچه دستورالعمل‌های کامل و نسبتاً خوبی تهیه شده بود، اما با مشاورانی که برای نخستین بار قرار بود این کارها را انجام دهند و تکنسین‌های بی‌تجربه، این کار

مشکلات زیادی به همراه داشت و نمی‌توانستیم کار چندانی انجام دهیم و نظارت خوب انجام نمی‌شد.
در این میان تجربه دیگری هم داشتیم و آن این بود که نظارت را هم به یک مشاور دیگر واگـذار کردیم. این تجربه هم متأسفانه به سبب فقدان تجربه کافی مشاور در این زمینه، نتایج چندان موفقی به همراه نداشت. این‌ها مسائلی بود که در آماربرداری‌های جدید نیز گریبانگیر ما بود و این روند تا آماربرداری دور آخر یعنی آماربرداری دور سوم نیز همچنان ادامه داشت.
مشکل دیگر در نحوه انعقاد قراردادها بود. مثلاً در قراردادی که با مشاوران منعقد می‌شد، ملاک عمل تعداد منابع آماربرداری‌شده بود. یعنی هر چه شمار این منابع بیشتر بود، پول بیشتری دریافت می‌کردند. به همین دلیل گاهاً منابعی را که فاقد ارزش بودند (چاه‌هایی که متروکه یا جابه‌جا شده است یا چشمه‌ای که سال‌ها است خشک شده است) به جهت افزایش تعداد منابع در آماربرداری‌ها لحاظ می‌کردند.
یک مشکل دیگر بیشتر به ذهنیت و برداشت عمومی از آماربرداری مربوط می‌شد. مثلاً در خیلی از مردم به لحاظ سابقه، این ذهنیت ایجاد شده بود که اگر یک سابقه آماری وجود داشته باشد، بعداً همین سابقه آماری می‌تواند به گرفتن مجوز منجر شود. مواردی داشتیم که گاهاً به همین دلیل به تکنسین‌ها یا مشاوران مراجعه می‌کردند که من هم یک چاهی در باغچه‌ام دارم، بیائید و این را هم در آمار ثبت کنید.
مشکل دیگر، نگاه صرفاً پروژه‌ای به مقوله آماربرداری بود. به خاطر دارم زمانی که آماربرداری انجام می‌دادیم، از همان ابتدا متوجه منطق کار بودیم، اما مشاوران این گونه به مسئله نگاه نمی‌کردند. آنها صرفاً نگاه پروژه‌ای به آماربرداری دارند. به ویژه در سال‌های گذشته که بحث چاه‌های غیر مجاز به موضوع خیلی مهمی تبدل شده است. چاه‌های غیر مجازی که بود یا نبودنشان در آمار، تبعات خیلی متفاوتی خواهد داشت. بر همین اساس، ما نسبت این مسئله حساسیت داشتیم. اما مشاوران این حساسیت‌ها را نداشتند. آنها صرفاً آمار چاه‌ها را می‌گرفتند و برای ما می‌آوردند.

شما برای اصلاح و بهبود فرآیند و نتیجه آماربرداری‌ها چه پیشنهادهایی دارید؟

برگشت به آن زمان و به آن شکل تقریباً مقدور نیست. یعنی دیگر تقریباً سازمان‌ها نه نیروی کافی دارند و نه می‌توانند این کار بکنند. اکنون اگر بخواهیم مانند قدیم آماربرداری کنیم، اکیپ درست کنیم و ... آدمش نیست، نیرویش نیست، خودرویش نیست، به طور کلی امکاناتش نیست. نیروی انسانی کنونی در شرکت‌های آب منطقه‌ای، متأسفانه نیروهایی برای انجام کار تخصصی نیستند. یعنی اگر در آب منطقه‌ای آن زمان ۱۰۰ نفر نیرو وجود داشت، ۴۰ نفر آن‌ها مستقیماً درگیر موضوعات فنی بودند. ولی متأسفانه اکنون ۸۰ درصد نیروها چنین قابلیت‌هایی ندارند. من نمی‌توانم یک نفر را معرفی کنم که کلاً کارش آماربرداری باشد و به خوبی به آن تسلط داشته باشد و مثلاً بیست سال هم سابقه داشته باشد، چنین افرادی را نمی‌شناسم، اگر باشد هم متأسفانه خیلی اندک است. همه به صورت یک کار موقت و چندماه تجربه داشته و سپس یه کار دیگری مشغول شده‌اند و مشاوران هم نتوانستند در این زمینه نیروهای زبده‌ای تربیت کنند.
اگر بخواهیم مجدداً آماربرداری کنیم، مجبوریم همین شرایط جدید را مقداری اصلاح کنیم و بهبود بدهیم تا بتوانیم کار را درست انجام بدهیم. اگر قرار باشد تا کار جدیدی مجدداً انجام بشود، نخست باید وضع مالی پروژه‌ها از همان ابتدا روشن باشد. اگر وسط کار پول باشد یا نباشد، مشکل‌ساز می‌شود. در انتخاب مشاوران باید با وسواس انجام شود و از مشاورانی استفاده شود که تجربه این کار را داشته باشند. در انتخاب نیروهایشان حتماً باید فکری شود تا نیروهایی باشند که برای این کار، آموزش‌های خوب دیده باشند و تجارب این کار را داشته باشند. زمان باید حتماً مشخص باشد، نمی‌شود که زمان نامحدود باشد. مسأله مهم‌تر نظارت است؛ باید نظارت درستی انجام شود. قراردادهایی که می‌بندیم خیلی قراردادهای محکمی باشد. اگر احیاناً تخلفی پیش بیاید، بتوانیم قاطع برخورد کنیم، یعنی مشاور دیگر به خودش اجازه ندهد در این مورد خطا صورت گیرد. باید روش‌ها و راه‌هایی پیدا کنیم که تبعات منفی را کاهش دهیم. من باز هم می‌گویم با توجه به ظرفیت‌های حال حاضر (نیروی انسانی، بودجه، امکانات ..) امکان بازگشت به گذشته بسیار دور از ذهن است.

در مجموع روند تغییرات را چگونه ارزیابی می‌کنید؟

این آماربرداری‌ها واقعاً تجارب خیلی موفقی نبودند و به نظر من یعنی کار خوبی به آن صورت انجام نشد. اکنون که به عنوان یک کارشناس بازنشسته به مسیری که در این دوران پیموده شده نگاه می‌کنم، می‌بینم که با گذشت زمان نه تنها کیفیت کار

بهبود نیافته، بلکه در مقایسه با وضعیت و شرایط آبی کنونی، رو به وخامت و زوال گذاشته است.

در آماربرداری دور سوم، شمار چاه‌های بهره‌برداری ۳۰ درصد افزایش داشته است. تفسیر شما از آن چیست؟ آیا این نتیجه می‌تواند به معنای شکست فعالیت‌های حفاظتی از این منابع قلمداد شود؟

اضافه‌شدن منابع چند دلیل می‌تواند داشته باشد. برای نمونه در مناطق ما (کرمان) جابجایی چاه زیاد است. مثلاً یک چاه به هر دلیلی ۲۰۰ متر جابجا شده است. ولی آثار چاه قبلی مانند موتورخانه یا هر چیز دیگری در آنجا باقیمانده است، بنابراین آماربردار چون تجربه کافی و تخصص کافی ندارد، آن را هم در سرشماری به حساب می‌آورد در حالی که آن چاه عملاً متروکه است. از سویی دیگر به دلیل اینکه دریافتی‌های مشاور با افزایش شمار منابع آبی سرشماری‌شده، افزایش خواهد داشت، گاهاً مشاهده می‌شود منابعی که واقعی نیستند هم در آمار آمده است. درست است که مثلاً بگوئیم شمار چاه‌ها در کل کشور ۳۰ درصد افزایش پیدا کرده است، ولی در واقعیت شاید ۳۰ درصد اضافه نشده باشد و بخشی از منابع به حساب آورده‌شده، پرت و متروکه‌ای بوده که مشاور آن را به حساب آورده است.

نقصان در آماربرداری‌های قبلی هم می‌تواند تا اندازه‌ای مطرح باشد و خودش را در جایی نشان داده باشد. واقعیت این است که این نقصان‌ها وجود دارد. یعنی اگر بخواهیم آماربرداری دور چهارم را هم انجام دهیم، مطمئن باشید باز نقصان‌ها در آماربرداری‌های دور سوم به آنجا منتقل و مطرح خواهد شد. کار آماربرداری باید در یک ظرف زمانی ۵-۴ ماهه در دشت به پایان برسد، اگر سه سال طول بکشد، حتما ده‌ها مسئله و مشکل ایجاد می‌کند.

نصب کنتورهای هوشمند بر روی چاه‌ها یکی از اقداماتی بود که تلاش زیادی از سوی وزارت نیرو و شرکت مدیریت منابع آب درباره آن انجام گرفت. آیا این اقدام می‌تواند کمکی به آماربرداری‌ها بکند؟

زمانی که من بازنشست شدم، کنتورها هنوز مانند امروز جا نیافتاده بود. تازه در شماری از دشت‌ها کار نصب کنتورها را آغاز کرده بودیم و بالتبع مسائل و مشکلات زیادی وجود داشت و در برخی از مناطق پاسخگو نبود. پرواضح است که اگر کنتورهای دقیق با قابلیت اتصال و کنترل از یک سیستم مرکزی نظیر دستگاه دیسپچینگ در جایی وجود داشته باشد و به کمک آن از وضعیت بهره‌برداری آب در هر محلی مطلع شویم، قطعاً می‌تواند مؤثر واقع شده و کمک شایانی هم به بحث آماربرداری منابع بکند، البته به شرط آنکه مانند بسیاری از اقدامات دیگر رها نشده باشد یا صرفاً به عنوان ابزاری برای جریمه و جبران کسری بودجه شرکت‌های آب منطقه‌ای از محل درآمد این جرایم، مورد نظر نباشد.

چنانچه بتوان به کمک خود بهره‌برداران و توافق با آن‌ها، محدودیت‌ها و میزان مصارف را از طریق تعیین حدود مجاز مصرف برای هر چاه و در طول سال مشخص و به آنها ابلاغ و اعمال نمود و پیامدها و جرایم تخطی و تخلف از این حدود مجاز را برای آنها کاملاً روشن نمود تا نظارت بر آنها از طریق این کنتورها صورت پذیرد، در این صورت می‌تواند منشاء تحول بزرگ و مفیدی باشد. امیدوارم واقعاً به این سو حرکت کنیم. البته این مسأله هنوز جا نیفتاده و فاصله زیادی با آن داریم. البته این موضوع نبایستی سبب تشدید اختلاف میان دولت و صاحبان چاه‌ها شود. چرا که در این‌صورت می‌تواند بهره‌برداران را به سوی یافتن راه‌های گریز و تقلب سوق دهد. لذا این موضوع می‌بایستی در کمال ظرافت و به نحوی مسالمت‌آمیز میان صاحبان چاه‌ها و شرکت‌های آب‌منطقه‌ای حل و فصل شود.

دفاتر حفاظت و بهره‌برداری در شرکت‌های آب‌منطقه‌ای نیز ظاهراً آماربرداری‌هایی انجام می‌دهند. این آماربرداری‌ها معمولاً با چه هدفی انجام می‌شود و آیا کمکی به آماربرداری‌های سراسری کرده است؟

آماربرداری‌هایی که توسط دفاتر حفاظت و بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی در شرکت‌های آب منطقه‌ای استان‌ها انجام می‌گیرد، دلایل مختلفی دارد. این دفاتر به لحاظ وظایف محوله و مأموریت‌هایی که بر عهده آنها گذاشته شده، مسائل خاص خود را داشته و آیتم‌هایی را در آماربرداری‌ها ثبت و ضبط می‌کنند که در آماربرداری‌های دفاتر مطالعات چندان حائز اهمیت نبوده و نمودی نداشته است. اینها برای پایش تحقق اهداف طرح تعادل‌بخشی و به ویژه یکی دو پروژه آن مانند جلوگیری برداشت آب از چاه‌هایی که زیاد برداشت می‌کردند و جلوگیری از حفر چاه‌های غیر مجاز آماربرداری می‌کنند. هدف این است که آنها آمار این چاه‌ها را بگیرند، حالا اگر چاهی مثلاً بیش از مجوز برداشت می‌کند یا اگر چاهی غیرمجاز است، کاملاً مشخص باشد. اما صرفاً همین مسئله

مطرح نیست. به نظرم بخشی از این مسئله به فقدان اعتماد به آمارهای دفاتر مطالعاتی بوده است. در غیر این صورت، چه نیازی به موازی‌کاری بود؟ آنها تخصص و مهارت لازم برای این فعالیت‌ها را ندارند و لذا با تعاملات مثبت، این امکان وجود داشت که موارد مد نظر این دفتر را نیز در همان روال معمول دفاتر مطالعاتی برای آماربرداری‌ها به انجام رساند که بتوان با آن کار بیلان هم انجام داد. ولی به لحاظ اعتبارات به ویژه پس از تعریف طرح تعادل‌بخشی، امکانات مالی و تجهیزاتی بهتر از بخش‌های مطالعات داشتند، پول داشتند، ردیف گرفته بودند و وضعشان خوب بود، بنابراین اکیپ درست می‌کردند و آماربرداری هم انجام می‌دادند.

به باور من این رویکرد، بیشتر از آنکه مفید و مؤثر واقع شده باشد و در خدمت حفاظت از منابع آب زیرزمینی عمل کرده باشد، به سبب اختلافات در نتایج آمار و عدم امکان دسترسی به آنها، بیشتر موجب تفرقه، تشتت و تشکیک نسبت به آمار و اطلاعات و موازی‌کاری شده است. دفتر مطالعات را برای چه کاری درست کرده‌اند؟ قرار بوده همین کارها را انجام دهد، پس یک مشکلی وجود دارد که شما می‌روید و خودتان آماربرداری انجام می‌دهید. باید این مشکل را رفع می‌کردیم.

چاه‌های مشاهده‌ای برای پایش وضعیت آب‌های زیرزمینی و حتی وضعیت سالانه آب‌های زیرزمینی مورداستفاده قرارگرفته است. این چاه‌ها چه وضعیتی دارند؟

درباره چاه‌های مشاهده‌ای به نظرم دو مسئله وجود دارد. یکی آنکه در گذشته برای این موضوع هزینه می‌شد و شمار چاه‌های مشاهده‌ای و نسبت آنها به شمار چاه‌های بهره‌برداری در دشت و پراکندگی آنها بیشتر و بهتر بود و اندازه‌گیری و پایش‌ها به صورت منظم‌تر و علمی انجام می‌شد. برای نمونه در گذشته، یعنی حدود ۵۰ سال پیش در دشت رفسنجان بیش از ۵۰۰ حلقه چاه بهره‌برداری عمیق و نیمه‌عمیق وجود داشت. ما به ازای این تعداد چاه نیز بیش از ۱۰۰ حلقه چاه مشاهده‌ای وجود داشت. یعنی شمار چاه‌های مشاهده‌ای چیزی در حدود ۲۵ درصد تعداد چاه‌های بهره‌برداری بود. در حال حاضر شمار چاه‌های مشاهده‌ای در دشت رفسنجان در حدود ۷۰ حلقه هست، ولی شمار چاه‌های بهره‌برداری نزدیک به ۱۲۰۰ حلقه است.

ملاحظه می‌کنید که شمار چاه‌های مشاهده‌ای به چیزی در حدود ۶-۵ درصد و آن هم با پراکندگی نامناسب رسیده است. این روند در کل استان کرمان هم دیده می‌شود. مثلاً در دهه ۱۳۷۰ چیزی در حدود ۱۰۰۰ چاه مشاهده‌ای در کل استان داشتیم که این مقدار در زمانی که بازنشست شدم (سال ۱۴۰۰)، به کمتر از ۷۰۰ حلقه رسیده بود. در حال حاضر آمار دقیق و به روزتری در این خصوص در اختیار ندارم.

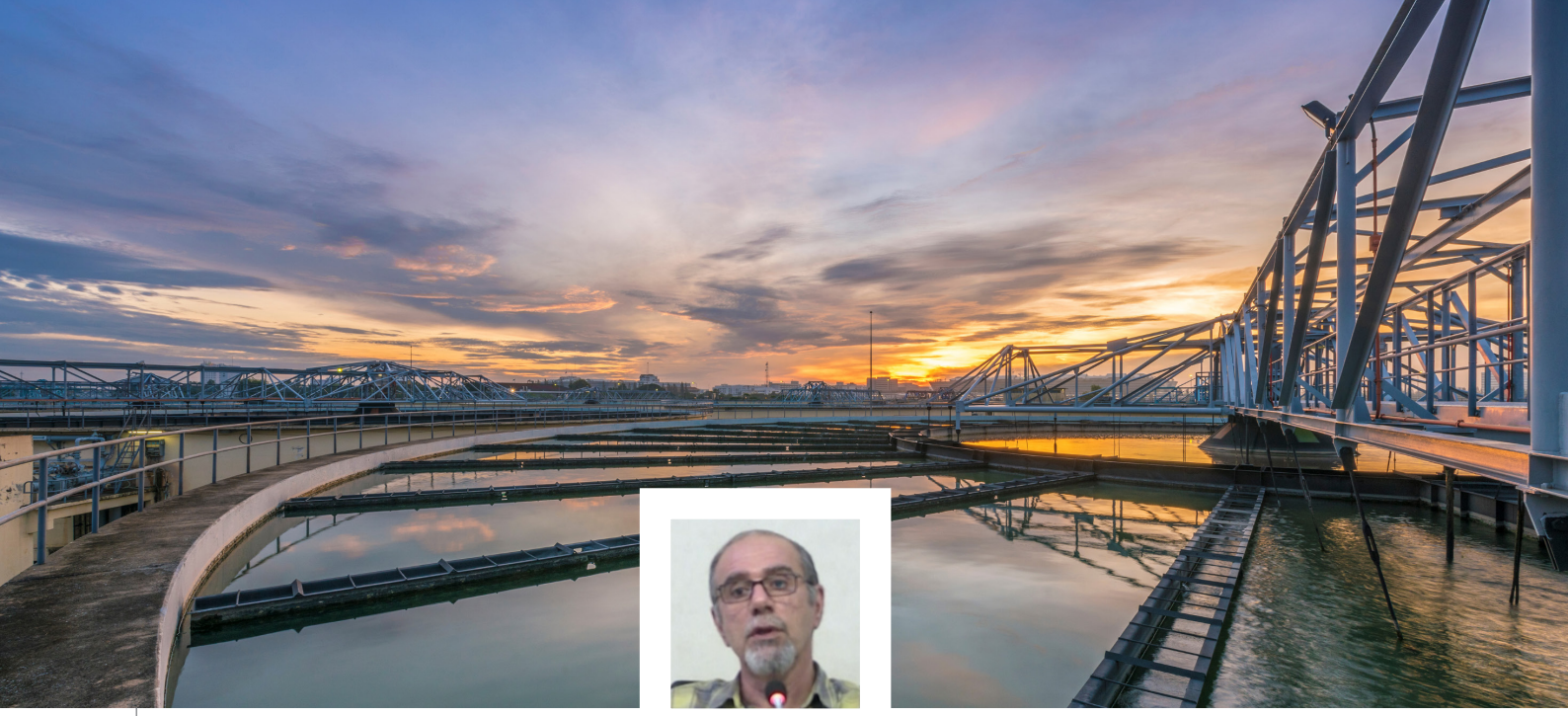
مسئله دیگر به نوع چاه‌های مشاهده‌ای بازمی‌گردد. در آن زمان ما ۲ نوع چاه مشاهده‌ای داشتیم. یک نوع، چاه‌های دستی بود. این چاه‌ها به دلیل شرایط آن روز (دهه ۱۳۵۰) و بالا بودن سطح ایستابی، در حدود ۱/۵-۱ متر زیر سطح آب و توسط مقنی و با دست حفر و سطح آب اندازه‌گیری می‌شد. این‌ها چاه‌های کم‌هزینه‌ای بودند که حفر آنها نیز راحت بود. از این نوع چاه‌ها در گذشته زیاد وجود داشت. اکنون بایستی حفاری صورت گیرد و چاه تا ۴۰-۳۰ متر در زیر سطح آب احداث و لوله‌گذاری شود. در گذشته سطح آب خیلی بالاتر بود. در آن زمان چاه‌هایی وجود داشت که در عمق ۱۲-۱۰ متری به سطح آب می‌رسید و الآن به ۲۰۰-۱۵۰ متر رسیده است. الآن دیگر نمی‌توان آن چاه‌های ۱۰-۸-۷ متری و کم‌هزینه را حفر کرد. حفر یک چاه مشاهده‌ای پرزحمت و مستلزم صرف هزینه هنگفت است. در این اواخر اگر که چاهی خشک می‌شد، واقعاً مانده بودیم که چه باید بکنیم. به لحاظ منابع مالی در مضیقه قرارداشتیم و این در حالی بود که شمار چاه‌های مشاهده‌ای هم کاهش قابل توجهی داشت.

در گذشته، آماربرداری این چاه‌ها را خودمان انجام می‌دادیم ولی در حال حاضر از طریق انعقاد قراردادهایی به مشاوران واگذار شده تا اندازه‌گیری کرده و گزارش دهند.

دیتالاگرها به عنوان ابزاری برای پایش برخط سطح آب در چاه‌های مشاهده‌ای مطرح شد. این چاه‌ها در حال‌حاضر چه وضعیتی دارند؟

کارکرد اصلی دیتالاگرها برای اندازه‌گیری برخط سطح آب در چاه‌های مشاهده‌ای است که می‌تواند مسئله آماربرداری چاه‌های مشاهده‌ای را تسهیل، تسریع و دقیق‌تر نموده و نتایج آن می‌تواند برای محاسبه دقیق‌تر هیدروگراف و بیلان منابع آب زیرزمینی در سطح دشت‌ها نیز مفید واقع شود. متاسفانه آن هم، به رغم آنکه به صورت کامل در اختیار ما بود، پیشرفت چندانی نداشت. این ابزارها در مقابل محدودیت‌های انسانی برای بازدید، پایش و ثبت دقیق اطلاعات، با مشکلات دیگری روبرو هستند. چاه‌هایی که این ابزار بر روی آنها نصب شده بود، به دلیل پراکندگی در بیابان و مناطق غیر مسکونی، به لحاظ حفاظتی با مشکل مواجه بودند.

در زمینه چاه‌های بهره‌برداری، صاحب یا نگهبانی وجود دارد، ابنیه، تأسیسات یا موتورخانه‌ای برای آنها درنظر گرفته شده است. ولی چاه‌های مجهز به دیتالاگرها به نوعی در بیابان رها بوده و گهگاه برای کنترل، مراجعاتی به آنها می‌شود. کابل این دستگاه‌ها که برای برخی جاذبه داشته، مورد سرقت قرارگرفته است. دیگر اینکه اگر دستگاه در برهه‌ای از زمان دچار مشکل می‌شد، یافتن تجهیزات یدکی آن دشوار بود و هزینه و بار مالی سنگینی را به شرکت‌های آب منطقه‌ای تحمیل می‌کرد و در عین حال یافتن متخصصینی که امکان تعمیر آنها را در زمان کوتاه داشته باشند نیز کار دشواری بود و در این میان امکان ثبت اطلاعات نیز از بین می‌رفت. استفاده از این فناوری قطعاً می‌توانست روش خوبی باشد البته اگر که می‌توانستیم برای چالش‌های آن به ویژه در بحث بهره‌برداری و نگهداری تدابیر مناسبی اتخاذ نمائیم.



آماربرداری سراسری منابع و مصارف: پیشرفت‌ها و کاستی‌ها

در گفت و گو با مهندس نعمت‌الله دهبندی، رئیس سابق دفتر تلفیق و بیلان شرکت مدیریت منابع آب ایران

اهمیت آماربرداری چیست و چه نقشی در مدیریت آب دارد؟

آماربرداری از ابعاد مختلف مهم است. اگر چه نتایج آماربرداری در محاسبات بیلان مورد استفاده قرار می‌گیرد، ولی کاربرد آماربرداری واقعاً به بیلان محدود نیست. این بدیهی است که شما به عنوان متولی بخش آب بایستی از شمار چاه‌ها، قنات‌ها، چشمه‌ها، نهرها، موتور پمپ و ... در هر دشت، محدوده مطالعاتی، حوضه آبریز و میزان برداشت آب از آنها اطلاعات دقیق و بهنگام داشته باشید. به استثنای سدها و شبکه‌های مدرن که اطلاعات و آمار آنها به صورت روزانه و سیستماتیک اندازه‌گیری و ثبت می‌شود، در مورد بقیه چیزی نداریم. متغیر زمان هم هست. یعنی میزان بهره‌برداری در هر زمانی می‌تواند متفاوت باشد.

فرض کنید امسال بارندگی خوبی وجود داشته باشد، طبیعی است که میزان بهره‌برداری از آب‌های سطحی افزایش خواهد یافت و در مقابل از فشار بهره‌برداری بر منابع آب زیرزمینی کاسته می‌شود. البته اگر میزان بارندگی سالانه مطلوب ولی زمانش، زمان مناسبی نباشد، باز ممکن است به منابع آب زیر زمینی فشار وارد شود. منظورم این است که متغیرهای زیادی در میزان بهره‌برداری از منابع آب سطحی و زیرزمینی در سال‌های مختلف دخالت دارند.

بنابراین اگر برای هر سال عددی از میزان این منابع داشته باشیم، قادر به استفاده آن در برنامه‌ریزی منابع آب خواهیم بود. البته همه آنچه که خدمت شما عرض کردم، صرفاً به لحاظ نظری و بالقوه ممکن است. در واقعیت شرایط به گونه‌ای بوده است که مثلاً کم‌آبی یا پرآبی امسال تأثیر برنامه‌ریزی‌شده‌ای در میزان بهره‌برداری از منابع آب نداشته است و در طول سالیان گذشته، بحران‌های آبی و کسری مخازن را در آب سطحی و هم آب زیرزمینی به وجود آورده است.

در حال حاضر تمرکز بر آب زیرزمینی است، ولی واقعیت این است که منابع آب سطحی وضعیت به مراتب بدتری دارد. چرا چنین وضعی پیش آمده؟ مثلاً کسری‌ها به صورت تجمعی افزایش یافته؟ ما در هیچ زمانی نتوانستیم برنامه‌ای برای مدیریت و کنترل بهره‌برداری از منابع آب مثلاً در یکسالی که مصرف بیش از اندازه داشت، برای سال بعد آن اعمال نمائیم. اینکه بیائیم و اضافه‌برداشت‌های سال گذشته را مثلاً در سال نرمال یا پرآب پیش رو جبران کنیم. اگر پرآب بوده، بیشتر استفاده کرده‌ایم و اگر که کم‌آب بوده، به منابع آب زیرزمینی فشار آورده‌ایم و بنابراین نوسانات و شرایط اقلیمی، تغییرات چندانی در نظام بهره‌برداری از منابع آب به وجود نیاورد. حتی فکر می‌کنم در برنامه‌ریزی روی کاغذ هم کاری انجام نمی‌شد. واقعیت این است که وزارت نیرو واقعاً بر منابع آب حاکمیت ندارد. حاکمیت از این نظر که اوامر و تصمیمات آن توسط تمامی بهره‌برداران تا مثلاً دورترین اقصی نقاط کشور و در یک روستا بدون کم و کاست به اجرا گذاشته شود. شاید بهتر آن بود که یک سیستم از پائین به بالا ایجاد می‌شد. تشکل‌هایی در سطح روستاها، بخش‌ها، شهرها، شهرستان‌ها، استان‌ها و نهایتاً در سطح کل کشور با یک قاعده وسیع و رأس مثلاً متمرکز و مختصر ایجاد می‌شد تا بتواند به اعمال قوانین و مقررات بپردازد.

در گذشته آماربرداری‌ها به چه صورت انجام می‌شد؟ و چه ضرورتی برای انجام آماربرداری به صورت سراسری وجود داشت؟

در گذشته تعداد نسبتاً قابل‌توجهی تکنسین در شرکت‌های آب منطقه‌ای وجود داشت. این تکنسین‌ها به فراخور حال و شرایط و مثلاً سلیقه مدیر وقت، بخشی از وظایف‌شان آماربرداری تعریف شده بود، نه صرفاً آماربرداری. یک زمانی برای آماربرداری، مثلاً به ایستگاه‌ها مراجعه و اندازه‌گیری انجام می‌شد. چاه‌های مشاهده‌ای را اندازه می‌گرفت، سپس در دفتر، نقشه و عدد و رقم مربوطه را تهیه و مستند می‌کرد. اگر در آمارها نگاه کنید، متوجه خواهید شد که آماربرداری قدیم، عموماً به دشت‌ها محدود می‌شد. یعنی چشمه‌ها و ارتفاعات و مناطق دوردست خیلی در آنها دیده نمی‌شد. این تکنسین برای آماربرداری مراجعه می‌کرد، اینکه آیا سر منبع رفته یا نرفته، دقت کارش چقدر بوده و ... بماند. یعنی آنچه که تکنسین آماربردار آب منطقه‌ای ارائه می‌داد همان بود. هیچ کسی درباره آن نظری نداشت، حک و اصلاح صورت نمی‌گرفت. اینطور هم نبوده که بگوئیم همه تکنسین‌های ما در گذشته حتماً دقیق و بهنگام آماربرداری می‌کردند. به هر حال آماربرداری به آن سبک و سیاق مشکلات خاص خود را نیز داشت. مهم‌ترین آن، همین مسئله افق زمانی بی‌پایان آن بود.

این تکنسین‌ها در تمام طول سال، مشغول آماربرداری بودند و هیچ زمانی نبود که پایان داشته باشد. مثلاً آماربرداری در یک محدوده مطالعاتی را شروع می‌کرند و ممکن بود ۴-۳ سال به طول انجامد. در همان زمان افراد دیگری در جایی دیگر مشغول بودند. این که تمام شد، می‌گفتند خیلی خب، حالا ۷-۶ سال گذشته است، دوباره از نو. یعنی شما آمار مربوط به یک مقطع زمانی مشخص را نداشتید. ضمن اینکه کنترل و نظارت هم وجود نداشت.

در گذشته در تدوین طرح جامع آب نیز مشارکت داشتیم. طرح جامع مثلاً مختوم به سال ۷۰-۶۹ یا ۷۵- ۷۴ بود، واقعاً شما نمی‌توانستید اصلاً یک آمار مربوط به این سال ۷۵-۷۴ پیدا کنید. فرض کنید حوضه کل مهران، یک جاهای آن از سال ۵۲ آمار داشت، جایی دیگر مربوط به سال ۶۶ بود و..، بعد باید می‌رفتیم و به کمک روش‌هایی که نمی‌دانم چقدر به واقعیت نزدیک بود، همه آنها را مثلاً به سال پایه ۷۵ تبدیل می‌کردیم.

گاهی اوقات یک محدوده با محدوده دیگر ۱۰ سال، ۱۲ سال یا حتی ۱۵ سال اختلاف زمانی داشت. با یک چنین آماری برنامه‌ریزی بر مبنای یک مقطع زمانی خاص واقعاً ممکن نبود. همین باعث شد که در شرکت مدیریت منابع آب و دفتر مطالعات بیایند مانند سرشماری نفوس و مسکن، آماربرداری به گونه‌ای انجام گیرد که به یک بازه زمانی کوتاه‌تری محدود شود. پیشنهاد آماربرداری در یک دوره زمانی محدود در زمانی مطرح شد که بر اساس چارت سازمانی ابلاغی سازمان امور اداری-استخدامی، تکنسین در نظام اداری ایران حذف شده بود و این هم واقعاً ربطی به وزارت نیرو ندارد. آنها تصمیم گرفتند و تکنسین را حذف کردند. فکر می‌کنم در حال حاضر هم غیر از اورژانس که هنوز هم تکنسین دارند، دیگر در هیچ اداره‌ای شما تکنسین ندارید. البته مناسب‌تر آن بود که این تکنسین‌ها می‌ماندند چرا که منطقه را به خوبی می‌شناختند و بنابراین ناظران خوبی برای آمار برداری‌های سراسری می‌شدند. اینها می‌توانستند پیش از آنکه بازنشسته شوند، گروه‌های دیگری را آموزش داده و آماده کار نمایند. اینکه بخواهیم آماربرداری را مطابق روال گذشته و توسط نیروهای اداری و دولتی انجام دهیم، واقعاً امکان‌پذیر نبود.

مثلاً اداره آب منطقه‌ای استان فارس را در نظر بگیرید. اگر چه تعداد محدوده‌های مطالعاتی استان فارس بعدها کم شد، ولی این استان ۱۵۰-۱۰۰ محدوده مطالعاتی دارد. اگر قرار بود که آماربرداری با همین تعداد پرسنل محدود در شهرستان‌ها انجام شود، این کار اصلاً انتها نداشت. این را می‌گویم چون واقعاً کار کرده‌ام. برای هر استان یا حوضه آبریز درجه ۲، آمار مثلاً یک محدوده با محدوده دیگر ۱۲-۱۰ و تا حتی ۱۳ سال اختلاف زمانی داشتند. اینها را دیگر نمی‌شد استفاده کرد. برای همین گفتند که آماربرداری سراسری در یک زمان کوتاه انجام شود. این شیوه خوب است، یعنی واقعاً تصمیم خوبی بود، اما شرایط اجرای آن فراهم نشد. بالاخره این کار اقتضائاتی دارد، زیرساخت‌هایی لازم دارد، شرایطی می‌طلبد. اینها باید هم در دستگاه کارفرمایی که مثلاً شرکت‌های آب منطقه‌ای بود، فراهم می‌شد و هم در بخش مشاور و اجرایی آن. اما این اتفاقات نیفتاد.

آماربرداری‌های سراسری چگونه انجام شد؟

در دور اول آماربرداری سراسری، ما تنها فرم‌های ثبت اطلاعات نسبتاً یکنواختی داشتیم. این فرم‌ها به شرکت‌های آب منطقه‌ای داده شد و به آنها گفته شد قرارداد ببندند. هیچ دستورالعملی وجود نداشت که این کارها به چه صورت باید انجام شود. یا ممکن بود مثلاً از فیلدهایی که در برگه‌های جمع‌آوری اطلاعات و آمار بود، واقعاً همه تعریف واحدی نداشته باشند. علاوه بر اینکه درک همه یکسان نبود، روش کار هم یکسان نبود. بعد از آماربرداری دور اول، گروهی تشکیل شد که بنده هم عضو آن بودم. ما به همه استان‌ها رفتیم، فکر کنم تقریباً ۱۴-۱۳ استان رفتیم. در آن زمان شرکت‌های آب منطقه‌ای به تعداد امروز نبود. پرسش‌نامه‌ای تهیه کردیم، مزایا و معایب، آسیب‌ها، ایرادها و خیلی موارد که شاید مثلاً ۱۵۰-۱۰۰ پرسش بود. این پرسش‌نامه‌ها توسط مشاور، ناظر آماربرداری، مدیر مطالعات و ... تکمیل و ارائه شد مبنی بر اینکه ایراد کار کجاست؟ حسن آن چه بود؟ چه عیبی داشت؟ با جمع‌بندی نظرات به این نتیجه رسیدم که سردرگمی‌ها در دور اول آماربرداری سراسری خیلی زیاد بوده است. بر همین اساس پیشنهاد کردیم بیائیم و دستورالعمل تهیه کنیم.

در گام نخست فرم‌ها را کاملاً یکنواخت کردیم. در پرسش‌نامه‌ها گفته شده بود که مواردی کم است، مواردی بی‌معنا هست و اصلاً نیازی نیست و ... بنابراین، فرم‌ها را به فراخور اصلاح کردیم و سپس برای آنها دستورالعمل تهیه کردیم که چگونه باید تکمیل شوند. بنابراین تعاریف یکنواخت شد، نحوه پرکردن فرم‌ها یکنواخت شد و یک نظارتی هم در نظر گرفته شد که مثلاً به چه شکل بایستی بر آماربرداری‌ها نظارت شود. اشکالی که پیش آمد این بود که منابع مالی مستمر و به موقع نبود.

ایراد ما در کشور این است که یک طرح یا پروژه نهایتاً تأمین مالی می‌شود، اما به نحوی که کارکردش مناسب نخواهد بود! در همین آماربرداری دور سوم در حدود ۱۲۰-۱۰۰ میلیارد تومان هزینه پرداخت شد، لیک به خون جگر. برای اینکه به موقع انجام نشد. فرض کنید به مشاور گفته شد که شما برای فلان استان که تعداد منابع زیاد است، ۳۰ اکیپ آماربرداری تجهیز کن. دوره گذاشتند، کلاس گذاشتند، آموزش دادند، ادوات آماربرداری (تبلت، جی‌پی‌اس..) تهیه کردند. این ۳۰ اکیپ تجهیز شد و مثلاً ۱ ماه کار کرد، ۲ ماه کار کرد، ۳ ماه کار کرد و برای شرکت آب منطقه‌ای صورت وضعیت فرستاد، ولی پولی نبود. ماه چهارم ۲ تا، ۳ تا، ۵ تا، ۱۰ تا از این اکیپ‌ها گفتند تو که پولی نمی‌دهی، ما از کجا بیاوریم برای بنزین و ...؟ پس رها کردند و رفتند. همین آماری را هم که برداشت کردند نمی‌دادند. می‌گفتند ۳ ماه از جیبم کار کرده‌ام، پول هم که به من نمی‌دهی. هر زمان پول دادی، آمار را می‌دهیم. مشاور گروه دیگری را تجهیز می‌کرد، از نو آموزش می‌داد. نمی‌داند کی می‌تواند به اکیپ‌های آماربرداری پول پرداخت کند، آیا اینجایی که گروه قبلی آماربرداری کرده، گروه جدید برای آماربرداری برود یا نرود؟ آیا قبلی آمارش را می‌دهد؟ کار شیرازه‌اش پاشید.

من خودم کار صحرایی کرده‌ام. کار آماربرداری، کار واقعاً پرمشقتی است. پیاده‌روی دارد، راه‌های بعضاً ناهموار، دشواری‌های مواجهه با بهره‌برداران، پیداکردن راهنما یا بلد مسیر، مشکلات امنیتی و ... در چنین شرایطی، پول هم به آنها داده نمی‌شود و باید از جیب خودشان هزینه کنند. طبیعی است که پس از مدتی رها می‌کند و می‌رود. ما به عنوان مسئول این کار، همان زمان هم می‌دانستیم که این کار به این شکل، مشمول مرور زمان خواهد شد و نتیجه ارزشمندی نخواهد داشت.

با وجود تمامی کنترل‌های چندلایه یعنی مشاور آماربردار، مشاور ناظر برای آماربردار، آب منطقه‌ای به اینها نظارت می‌کرد، دوباره یک ناظر مرکزی در تهران داشتیم، باز یک مشاوری اینها را نظارت می‌کرد و در نهایت می‌آمد شرکت مدیریت منابع آب، یعنی ۵-۴ لایه نظارتی، نتیجه این شد. مقایسه کنید با گذشته که اصلاً هیچ لایه نظارتی وجود نداشت، کسی نبود که کار این آماربردار را نظارت کند، نهایتاً ممکن بود گفته شود که مثلاً چرا این آمارها مختصات UTM ندارد؟ یا اینکه در آمار چاه چرا مثلاً ۱۰۰ متر را هزار متر نوشته شده است؟ و مواردی از این دست. نهایتش این بود که موردی به چشم کسی بخورد و از آن ایراد بگیرد. بنابراین، ما ناچاریم همین آماربرداری سراسری را ادامه بدهیم، ولی شرایط تحقق آن را فراهم کنیم.

آیا برای بهبود آماربرداری‌های سراسری دور سوم، از مشارکت دیگران هم بهره گرفته شد؟

در دوره سوم به ما گفته شد که وزارت جهاد کشاورزی در واحد ترویج، در حدود ۱۵ هزار نیرو به خدمت گرفته است و این نیروها چون کشاورز و در دشت‌ها پراکنده هستند می‌توان از توان آنها بهره گرفت. ولی هر چقدر تلاش کردیم تا به طریقی از مشارکت و همراهی آنها بهره‌مند شویم، نشد که نشد. یا مثلاً دستورالعمل‌ها را به همه و از جمله دانشگاه‌های تربیت مدرس، تهران و ... دادیم. از آنها دعوت کردیم و توضیح دادیم که قصد انجام چنین را کاری داریم، آیا شما پیشنهادی در این زمینه دارید؟ مثلاً به همین وزارت جهاد کشاورزی، که هم‌اکنون نتایج آماربرداری سراسری را زیر سئوال می‌برد یا درباره کلیت آن تشکیک می‌کند گفته شد این کاری است که انجام می‌دهیم، این را بلدیم، اگر شما شیوه و روش بهتری بلد هستید که در این کشور عملی (سازگار با وضعیت مالی، نیروی انسانی، تکنیک، فرهنگ مردم و ...) هست ارائه دهید. ولی دریغ. از هیچ کسی نتوانستیم در جهت بهبود کار، نظری دریافت کنیم. حالا که کار به اتمام رسیده، هر کسی چیزی می‌گوید و ایرادی می‌گیرد.

آماربرداری به روش گذشته عیب و ایرادهای خاص خودش را داشت. روش کنونی هم، به نظر من روش درستی است، اما شرایط اجرای آن فراهم نیست. گفته بودیم انهار سنتی که از رودخانه جدا می‌شود، تابع شرایط زمانی هستند، یعنی مثلاً در همین تهران، مناطق اطراف تهران، فیروزکوه، پوشش‌های برفی ممکن است تا خردادماه وجود داشته باشد و لذا رودخانه‌های متأثر از آنها (ناشی از ذوب برف)، تا همین زمان آب داشته باشند و آبگیری از آنها وجود داشته باشد، بعد از آن دیگر چیزی نیست. بنابراین آماربرداری انهار در این مناطق باید مثلاً در بازه زمانی ۳-۲ ماهه و طی چهار بار اندازه‌گیری انجام شود. اگر منابع مالی به موقع تأمین و به مشاور پول پرداخت می‌شد، او می‌بایست مثلاً ۳۰ اکیپ برای این کار تجهیز می‌کرد و در تیرماه، اکیپ‌های آماربرداری انهار را برای آماربرداری چاه‌ها پخش می‌کرد، چرا که امکان آماربرداری از چاه‌ها در بلندمدت وجود دارد. ولی متأسفانه چنین اتفاقی نیفتاد. منابع مالی به موقع تأمین نشد، برای همین انهار حداکثر دو بار اندازه‌گیری شد.

در مورد چشمه‌ها گفته شد که آماربرداری در دو نوبت انجام شود، یک بار در فصل مرطوب و یک بار در فصل خشک، زیرا زمانی که یک بار دبی چشمه را اندازه‌گیری می‌کنیم، بسته به زمان اندازه‌گیری نتیجه می‌تواند کاملاً متفاوت باشد. مثلاً اگر در شهریورماه انجام شود، ممکن است دبی آن ۲۰ لیتر بر ثانیه باشد، همین چشمه را اگر مثلاً در فروردین یا اردیبهشت‌ماه اندازه‌گیری کنید، دبی آن ممکن است ۵۰ لیتر بر ثانیه باشد. حال وقتی یکبار اندازه‌گیری کرده باشند، همین یکبار اندازه‌گیری دبی را در ۳۶۵ روز ضرب می‌کنند. کار دیگری نمی‌توانیم انجام دهیم. بنابراین گفتیم با دو بار اندازه‌گیری دبی در فصل تر و خشک، متوسط دبی را به دست می‌آوریم و تخلیه سالیانه هم نسبتاً دقیق‌تر می‌شود. برای قنات هم که تحت تأثیر فصل تر و خشک است به همین شکل پیشنهاد دادیم ولی نشد. هرکدام از توصیه‌ها که محقق نشد، دقت کار را پائین آورد، حال چه کسی را می‌خواهیم مؤاخذه کنیم که چرا نشد؟ وقتی پول نیست، امکانات نیست، نیروی انسانی نیست، تجهیزات نیست، چه می‌توان کرد؟

در ضرورت آماربرداری سراسری به طرح جامع آب اشاره داشتید. ممکن است در این باره هم توضیح بدهید؟

یکی از کاربردهای آماربرداری برای تهیه طرح‌های جامع بوده است. طرح جامع آب کشور در چند مرحله انجام شد. پیشینه آن به پیش از انقلاب ۵۷ باز می‌گردد. بعد از ۵۷ هم فکر کنم، سه یا چهار دوره طرح جامع انجام شد. اینها هم باز از مواردی بود که با الگوبرداری از خارج پیاده شد، ولی مانند همه کارهای دیگر ما به صورت ناقص.

طرح جامع از تعیین وضعیت منابع و مصارف آب آغاز می‌شود و تناسب برنامه‌ریزی‌ها در بخش‌های مختلف بر اساس منابع آبی موجود را در افق‌های آینده شامل می‌شود. یعنی سناریوهای مختلفی که برای بخش آب متصور هستیم، از ساختگاه سد گرفته تا رشد جمعیت، توسعه صنعت و ... و اینکه آب مورد نیاز آن بایستی به چه نحوی تأمین شود. همه این برنامه‌ریزی‌ها در آن وجود دارد.

یک اشتباهی که در تدوین طرح جامع انجام می‌شد این بود که کارهای آن از صفر شروع می‌شد. زمانی بحث‌های مفصلی داشتیم که بخش پایه طرح جامع را که همین بیلان‌ها و مطالعات پایه منابع آب سطحی و زیرزمینی است، از روی همین بیلان‌های موجود گرفته شود و بر همین مبنا، سایر کارها انجام شود که زمان از دست نرود. طرح‌های جامع بعدی و مخصوصاً آخرین آن، فکر می‌کنم منتهی به سال ۱۳۸۶ بود و از آن به بعد که در حدود ۱۸ سال گذشته است، هیچ‌کس سراغی از طرح جامع نگرفته است. همین خود نشانگر آن است که اصلاً استفاده‌ای از آنها نمی‌شده یا اساساً احساس نیاز نمی‌شده است. اگر نسبت به این طرح جامع ترتیب اثر داده می‌شد و بخش عمده زمان آن، صرف برنامه‌ریزی منابع آب و ... می‌شد، شاید دیگر این بحث‌های تخصیص به طریقی در آن حل و فصل می‌شد، ولی نشد.

طرح جامع واقعاً یک سند بالادستی برای همه‌گونه تصمیم‌گیری از سدسازی تا اعلام ممنوعیت دشت تا توسعه صنعت، جمعیت شهر، آب و فاضلاب، مدیریت پساب .. و برنامه‌ریزی همه اینها را شامل می‌شد، یا قاعدتاً باید می‌بود. درباره طرح جامع اخیر اطلاع چندانی ندارم، ولی طرح جامع دوم به صورت متمرکز به وسیله مشاور جاماب انجام شد. اصلاً شأن نزول مشاور جاماب همین بود. جاماب، مشاور طرح جامع آب بود و این کار را انجام می‌داد، منتهی کاربردی نداشت و کسی از اینها استفاده نکرده است. تمام این سناریوهایی که در مدیریت منابع آب قابل تصور است به نوعی در آن دیده شده بود و حتی

یک بخش‌هایی از آن هم بر اساس مدل‌های ریاضی تهیه شده بود. در آن زمان در سال‌های ۷۵-۷۰، آقای مهندس قدرت‌نما (خدایش بیامرزاد)، انواع این مدل‌ها را کار می‌کردند. یا مثلاً مسئله جمعیت را آقای دکتر علیزاده کار می‌کردند. اینکه مثلاً در افق مشخص، جمعیت چه وضعیتی خواهد داشت، شهرها به چه سمتی می‌روند، چه اتفاقی برای صنعت رخ خواهد داد. در بحث کشاورزی آقای مهندس حقوقی کار می‌کرد. اینکه کشاورزی ما به چه سویی حرکت می‌کند، نیازهای آنها در افق‌های ۱۴۰۰، ۱۴۱۰ .. چه خواهد بود و این نیازها چگونه بایستی تأمین شوند؟ در آن زمان جاماب خیلی گسترده کارکرده بود. آقای مهندس اسفندیاری هم مسئول بخش اقتصاد آب آن بود. آن زمان که طرح جامع را همین مشاور جاماب کار می‌کرد، در دفتر برنامه‌ریزی آقای مهندس جهانی وجود داشت.

این افراد در عین حال که در کارفرما بودند، با مجوز وزیر وقت با مشاور هم همکاری داشتند، چرا که اینها بهترین‌های مملکت در این عرصه بودند و نمی‌شد از ظرفیت آنها استفاده نکرد. الان شما نه در دستگاه کارفرمایی چنین ظرفیت‌هایی می‌بینید و نه در مجموعه‌های مشاور. به نظرم طرح جامع در همان مقطع خوب و جدید بود. چون همه وضع موجود در آن دیده می‌شد، آینده جمعیت، صنعت، کشاورزی، شرب .. را می‌دیدند، ظرفیت‌ها را بررسی می‌کردند و بعد می‌گفتند در اینجا نمی‌توانیم تأمین کنیم یا چگونه باید تأمین آب کنیم.

البته در آن زمان نگاه بیشتر با هدف تأمین آب برای توسعه بود. بحث‌های اجتماعی در آن زمان خیلی پررنگ نبود، ولی صنعت، جمعیت و محیط‌زیست هم خیلی مختصر مورد توجه قرارداشت. حتی در بخشی از آن برای ساختگاه سدها تعیین محل می‌شد. در آن زمان آقای برزگر متخصص سنجش از دور به همراه گروهی قوی نقاطی را به عنوان ساختگاه‌های بالقوه برای احداث سدها تعیین کرده بودند. بعدها گفته می‌شد که مثلاً اگر استانی پیشنهاد سد می‌داد، در همین گزارش‌های طرح جامع می‌گشتند و اگر بود می‌گفتند که در طرح جامع دیده شده و به آن ترتیب اثر داده می‌شد. توسعه شبکه فاضلاب، پساب، تأمین آب صنایع همه در آن دیده شده بود. به هر حال اگر که از همان مقطع ۱۳۷۰-۱۳۶۰ به طرح جامعه توجه می‌کردند، شاید شاهد بهبود ولو حداقلی در وضعیت امروز می‌بودیم. به گمانم نوعی آمایش سرزمین البته خیلی رقیق در آن وجود داشت، چرا که مثلاً بر مبنای منابع آب موجود و چشم‌انداز توسعه آن، پیشنهادهایی در زمینه رویکرد و برنامه‌ریزی برای توسعه و استقرار جمعیت در آن وجود داشت.

طرح جامع آب باید به عنوان یک سند بالادستی در بخش آب باشد. الان اگر بروید و از تمام مدیران حال حاضر بخش آب، مثلاً مدیرانی که در استان‌های غرب کشور هستند، از آنها بخواهید که گزارش‌های طرح جامع آب مربوط به رودخانه‌های مرزی غرب یا کارون را در اختیار شما قراردهند، آن‌ها را حتی در آب منطقه‌ای خود موجود ندارند، چه رسد به اینکه به آن اشراف و آگاهی داشته باشند. مشتی گزارش است که تهیه شده و در آرشیوی نامعلوم نگهداری می‌شود.

یکی از مواردی در گفت و گو با شما و سایر کارشناسان به آن اشاره می‌شود، مسئله تخصص‌زدایی از نهاد تخصصی مدیریت آب بود. ممکن است درباره این موضوع توضیح بدهید؟

این وضعیت در بدنه آب، ابتدا از شرکت مدیریت منابع آب شروع شد و بعد به استان‌ها هم رسید. در حال حاضر در شرکت‌های آب منطقه‌ای یا شرکت مدیریت منابع آب، سیستم به نحوی تعریف شده که اصلاً کار فنی، گزارش‌نویسی، محاسباتی و ... در آن خیلی به چشم نمی‌خورد. در گذشته، مثلاً در همین بخش مطالعات گروهی داشتیم که کار ژئوفیزیک انجام می‌دادند، ابزار و ادات داشتند و می‌رفتند کارهای اکتشافی و مطالعاتی انجام می‌دادند، گزارش می‌نوشتند، کارشناس و تکنسین بودند. اگر فردا روزی هم حتی اینها را اخراج می‌کردند، می‌رفتند بیرون و برای خودشان کار می‌کردند. با حذف کارهای میدانی و صحرایی، الان فردی که مثلاً از دانشگاه تهران فوق لیسانس ژئوفیزیک گرفته و به شرکت مدیریت منابع آب مراجعه می‌نماید، اینجا می‌نشیند و مشغول کارهای اداری و دفتری می‌شود. سیستم به این شکل تعریف شده است. حالا شاید کاری هم نتوان کرد. اما دست کم می‌توانند در نظام استخدامی تغییراتی بدهند، یعنی به جای استخدام کارآموز یا کارشناس فاقد تجربه، کارشناسان خبره را به خدمت بگیرند.

در سایر کشورهای پیشرفته نیز این طور نیست که یک آدم صفر کیلومتر را برای بخش‌های دولتی بیاورند. در میان همین مشاوران و بخش خصوصی جستجو می‌کنند و کارشناسانی به درد بخور با ۱۰، ۱۵ یا حتی ۲۰سال سابقه و صاحب تجربه را با پول خوب به خدمت می‌گیرند. این کارشناس می‌تواند کار مشاور را صحت‌سنجی کند، نظارت کند، بگوید اینجای آن غلط یا آنجای آن درست است. هم اعتماد به نفس دارد و هم تجربه و هم مسلط است. ولی الان وقتی از مشاور برای جلسه می‌آیند، من در این جلسات حضور دارم و این وضعیت را می‌بینم. کارشناسی با ۲ سال سابقه کار، نه مثلاً خطوط هم‌باران تهیه کرده و ...، در مقابل کارشناس مشاور با ۲۰ سال سابقه که به جنبه‌های مختلف کار اشراف دارد. اگر مطلب نادرست و غلطی را هم بگوید، این کارشناس قادر به تشخیص آن نیست، اصلاً نمی‌فهمد که او چه می‌گوید. ما همه کار کارشناسی، مهندسی و محاسباتی را از دستگاه اجرایی حذف کردیم. دستگاه اجرایی صرفاً به دستگاه نظارت (در ایده‌آل‌ترین حالت) تبدیل شده است. الان حتی دیگر قادر به نظارت هم نیست. یک بار که به یکی از استان‌ها رفته بودیم، مدیرعامل وقت با افتخار می‌گفت که من دفتر فنی را منحل کردم و فقط یک نفر را آنجا گذاشتم. گفتم پس این همه طرح چه می‌شود؟ گفت دادم به مشاور. یعنی حتی در حد نظارت هم دیگر نیست. بنابراین ما چه توقعی می‌توانیم داشته باشیم؟

آماربرداری سراسری منابع و مصارف، چالش‌ها و بهبودها

در گفت و گو با مهندس منوچهر یوسفی، کارشناس فنی طرح راهبری سومین دوره آماربرداری سراسری

چرا در آماربرداری دور سوم، در مقایسه با ادوار گذشته، زمان بیشتری به طول انجامید؟

در دوره‌های قبلی هم خیلی کمتر از این مدت زمان نبود، ولی آماربرداری اخیر، به هر صورت ۲-۱ سالی بیشتر طول کشیده است. چندین علت را می‌توان برشمرد. نخست پول است. اعتبارات زیادی برای این کار در نظر گرفته نشد و آن هم به صورت متمرکز از سوی شرکت مدیریت منابع آب ایران انجام می‌شد که متأسفانه نتوانستند به صورت منظم و همزمان تخصیص اعتبار دهند. اینکه مثلاً با ۳۱ استان هماهنگ باشید و منابع مالی بهنگام به دست ذیحسابی این شرکت‌ها برسد و سپس میان مشاوران توزیع شود، انجام نشد. به سبب این ناهمگونی در پخش اعتبارات، استان‌ها نمی‌توانستند قرارداد ببندند، مشاوران در سرکار حاضر شوند. بنابراین مشکل تأمین اعتبار لازم و تخصیص بهنگام آن از یکسو باعث تأخیر در آغاز آماربرداری و از سوی دیگر طولانی‌شدن مدت انجام آن شد.

علت اساسی دوم به گستردگی کار برمی‌گردد. این کار در کشور، کار حجیمی است و ضرورت دارد تا از مشاوران و پیمانکاران خیلی زیادی که همه تخصص آماربرداری داشته باشند استفاده شود. فراهم‌سازی، سازماندهی و ایجاد انسجام و هماهنگی میان همه این نیروها کار دشواری بود. فرض کنید شما ۳۱ استان دارید و همزمان بخواهید که در هر استانی به طور متوسط ۴-۳ مشاور آماربردار و حداقل یک مشاور ناظر را به خدمت بگیرید. در استان‌هایی که پهناورتر بوده و تعداد منابع آبی بیشتری دارند، به تعداد بیشتری نیاز است. حتی استان‌هایی داشتیم که با ۹-۸ شرکت آماربردار قرارداد بسته بودند. یعنی باید دست کم ۱۵۰ شرکت آماربرداری پا به رکاب (با توزیع مناسب در سراسر کشور) وجود داشته باشد که مثلاً از ابتدای مهرماه و به صورت هماهنگ شروع به کار کنند.

واقعیت این است که یک چنین پتانسیل شرکتی و فنی در کشور فراهم نیست. مشکل دیگر از جانب مشاوران طرح بود که مثلاً قرارداد بسته شده بود ولی نتوانستند کارشناس لازم و مجرب به خدمت بگیرند و کار دیر شروع شد و به تأخیر افتاد. موارد خاص‌تری هم در این زمینه وجود داشت. بعضی استان‌ها به ویژه در مناطق مرزی مشکلاتی دارند که مانع انجام آماربرداری در بعضی از قسمت‌ها می‌شود. در همین آماربرداری دور سوم، آخرین استانی که آمارش را دریافت کردیم، استان سیستان و

بلوچستان بود. درحالی‌که این استان آماربرداری را از همه زودتر در سال ۹۵ شروع کرد، ولی در آخرین سال ۱۴۰۳ آمارش را تحویل داد، یعنی هشت سال. مشاوران به سبب ناامنی‌هایی که وجود داشت، قادر به انجام آماربرداری نبودند و حتی در نهایت یک محدوده مطالعاتی هم آماربرداری نشد، چرا که امکان انجام آن وجود نداشت.

علت دیگری هم که می‌تواند اثرگذار باشد، به فرایند نظارت و کنترل آماربرداری در شرکت مدیریت منابع آب مربوط می‌شود. در ابتدا شرکت مدیریت منابع آب ایران عهده‌دار مسئولیت نظارت و کنترل آماربرداری‌ها شده بود. ۳-۲ سالی که از آغاز آماربرداری گذشت متوجه شد که انجام این کار با توجه به محدودیت‌های دولتی در این زمینه، به ویژه کمبود پرسنل متخصص امکان‌پذیر نیست. بنابراین یک مشاور مادر ناظر برای کل استان‌ها به خدمت گرفت که بنده یکی از اعضای آن بودم. این در شرایطی بود که ۳ سال از آغاز آماربرداری گذشته بود و امکان نظارت و کنترل کاملی برای این مشاور وجود نداشت. قسمت‌هایی از کار به انجام رسیده بود، مشاوران بر اساس سلیقه خود آماربرداری کرده بودند و امکان نظارت بر پیاده‌سازی دستورالعمل وجود نداشت. در چنین شرایطی ما هم می‌خواستیم بر فرایند کنترل و نظارت بیفزائیم که خود سبب تأخیر بیشتر شد. البته از بعضی موارد برای جلوگیری از توقف کار، صرف نظر کردیم تا کار پیش برود و اخلالی در کار ایجاد نشود.

چه راهکاری را می‌توان برای اصلاح این فرایندها و بهبود آن در پیش گرفت؟

پیشنهاد ما این است که مشاور مادر ناظر از ابتدا باید در سازماندهی منطقی و عملی کار تعریف شده باشد و با بدنه اجرایی کار در استان‌ها طرف باشد، حتی بر احراز صلاحیت مشاوران کنترل داشته باشد. نتیجه فقدان یک چنین سازماندهی متمرکز و منسجمی این می‌شود که هر استانی برای خودش به صورت جسته گریخته عمل کرده است. مثلاً اردبیل در سال ۱۳۹۴ قرارداد بست، در حالی که مازندران سال ۱۳۹۷ شروع به کار کرده بود و اینها سه سال با هم اختلاف داشتند یا سیستان بلوچستان با یک مشاور قرارداد بسته بود که ناظر نداشت، دیگری ناظر داشت ولی مشاور آماربرداری نداشت. بعضی از مشاوران آماربرداری کرده بودند ولی اطلاعات نمی‌دادند و بعضاً یک سال اطلاعات را نگه داشته بودند و می‌گفتند تا پول من را ندهید، آمار را تحویل نمی‌دهم. ما هم نمی‌دانستیم چه باید بکنیم. در چنین شرایطی مشاور مادر ناظر نمی‌تواند کاری انجام دهد. این سازماندهی وقتی که از یک نقطه مرکزی انجام نشود، این مشکلات را به وجود خواهد آورد.

در زمینه محدودیت ظرفیت‌های فنی و اجرایی متناسب با نیازهای گسترده در سراسر کشور، بهتر است که حوضه‌های آبریز را به یکباره و به صورت جداگانه شروع بکنیم تا که این بار، کوچکتر و قابل کنترل‌تر باشد. فرض کنید حوضه آبریز مازندران با حوضه آبریز مرزی شرق، هیچ ارتباطی با هم ندارند. یعنی اگر آماربرداری در ۲ سال خیلی متفاوت با یکدیگر هم باشد، از نظر فنی و منابع آب اشکال ایجاد نمی‌کند. البته ممکن است که در سطح کشوری گفته شود که نقاط مختلف در سال‌های مختلف آماربرداری شده ولی از نظر فنی، سال آبی ۹۷-۹۶ و آن یکی سال آبی ۱۴۰۰، اشکالی ندارد چرا که دو حوضه با یکدیگر ارتباط هیدرولیکی ندارند و این امکان‌پذیر است. البته این نظر شخصی من است. این پیشنهاد باید در گروه‌های کارشناسی به بحث گذاشته شود تا برای کشور تصمیم نهایی گرفته شود، ولی هنوز چنین بحثی نشده است.

آماربرداری ادوار گذشته به ویژه آماربرداری سراسری دور دوم، قابلیت قیاس با نتایج دور اخیر آماربرداری‌ها را دارد؟

به نظر من این قیاس در یک قالب کلی امکان‌پذیر هست. چون پارامترهایی که می‌خواهیم با یکدیگر مقایسه کنیم، عوامل ثابتی هستند. یعنی مثلاً اگر در آماربرداری دور سوم ۶۰۹ محدوده مطالعاتی داشتیم، در آماربرداری دور دوم هم همین تعداد محدوده مطالعاتی وجود داشته و مرزهای آن دستخوش تغییرات نشده است. یعنی آبخوان‌ها، محدوده‌های مطالعاتی یا حوضه‌های آبریز عوض نشده‌اند و همان تقسیم‌بندی‌ها باقی است. یعنی مثلاً محدوده مطالعاتی ۱۱۰۱ در دوره اخیر آماربرداری، همان محدوده در آماربرداری دور دوم بوده است. بنابراین اگر در آن زمان آماربرداری شده و مثلاً گفته شده شمار چاه‌ها ۲۰ حلقه بوده، اکنون اگر که آماربرداری در همان محدوده مطالعاتی مثلاً ۲۵ حلقه چاه ثبت‌شده را نشان می‌دهد، قابل قیاس است و یعنی ۵ حلقه چاه اضافه شده است. اگر مرزهای محدوده‌ها یا حوضه‌های آبریز تغییر پیدا می‌کرد، طبیعتاً امکان مقایسه وجود نداشت. البته ممکن است بگوئید که مثلاً در آماربرداری دور دوم پایش کامل نبوده است یا به اصطلاح منابع به خوبی پوشش داده نشده است، ولی این بیشتر به عنوان یک نقطه‌ضعف لحاظ می‌شود که بایستی در تحلیل و نتیجه‌گیری‌ها مد نظر قرار گیرد. به همین شکل در مورد چشمه‌ها، قنوات یا منابع آب سطحی. با لحاظ نقاط ضعفی که هر آماربرداری می‌تواند داشته باشد، مقایسه در یک قالب کلی امکان‌پذیر است. آماربرداری اخیر دارای نقاط قوتی است که حتماً نسبت به آماربرداری قبلی دقیق‌تر و بهتر است و اگر قرار به استناد باشد، قطعاً قابل استنادتر است، چرا که با دقت بیشتری انجام گرفته است.

در مقام مقایسه، اعتبار بیشتری برای نتایج آماربرداری‌های دوره اخیر قائل هستید و آن را مطلوب‌تر می‌دانید. علت آن چیست؟

کافیست میزان پیشرفت در زمینه تجهیزات و تکنولوژی را مثلاً با بیست و پنج سال پیش مقایسه کنیم. مثلاً در آن زمان GPS نبود

که شما نقاط منابع را به صورت دقیق و با اختلاف خیلی کمی پیدا و ثبت کنید. از عکس‌های هوایی استفاده می‌شد و از روی نقشه‌ها می‌بایستی محل منابع را تعیین می‌کردید و این دقت لازم را نداشت و بعضاً جابجا می‌شد، یا کروکی می‌کشیدند و این کروکی‌ها دقیق نبود.
اکنون شما با GPS بالا سر نقطه می‌روید و مختصات UTM را به شما می‌دهد، درحالی‌که در گذشته مختصات UTM وجود نداشت، موقعیت جغرافیایی ابتدا باید بر روی نقشه پیاده می‌شد و بعد از روی نقشه طول و عرض جغرافیایی محل منبع به دست می‌آمد که بعضاً مکان اصلی، اصلاً آن موقعیت نبود. مثلاً بعضی وقت‌ها به محل مراجعه می‌شد و افراد یا کارشناسان بومی حاضر می‌گفتند که ما اصلاً آن طرف رودخانه منبع نداریم؛ ولی آماربردار رفته بود آن طرف رودخانه. یعنی در آن نقشه‌ها اشتباه کرده بود. در حال حاضر چنین مواردی به‌ندرت اتفاق می‌افتد. مورد دیگر اینکه اندازه‌گیری‌ها در آن زمان به صورت دستی و اکثراً با وسایل خیلی ابتدایی انجام می‌شد، ولی الان خیلی دقیق‌تر شده است.
مسئله دیگر مربوط به ثبت اطلاعات است که به‌صورت رایانه‌ای انجام می‌گیرد. الان که به محل چاه مراجعه می‌شود، دیگر هر گونه اشتباهی در ثبت، نقل و انتقال اطلاعات به صفر نزدیک شده، یعنی آماربرداری که می‌رود سر چاه، در همانجا اطلاعات را پر می‌کند و فایل را برای شما می‌فرستد و شما هم برای ناظر و ناظر هم به تهران ارسال می‌کند. همه این فرایند با حداقل دخالت انسانی صورت می‌گیرد.

آماربرداری دور سوم، در مقایسه با آماربرداری‌های سراسری ادوار گذشته، چه تفاوت‌هایی داشت (از نظر نقاط قوت)؟
اولین آن وجود ناظر مادر عالیه بود که از مرکز وظیفه کنترل را برعهده داشت. در آماربرداری‌های پیشین چنین انسجامی وجود نداشت. معمولاً هر استان برای خودش یک ناظر داشت و به صورت مجرد و پراکنده کار می‌شد. در حال حاضر، این ناظر همه را ترغیب می‌کرد که از دستورالعمل یکسان تبعیت کنند و سنجش در واقع هم‌سنگ و هم‌مقیاس بود.
مواردی را در دستورالعمل این دور از آماربرداری اضافه کردیم که در دوره‌های قبل نبود. مثلاً در مورد چشمه‌ها در فصل خشک و مرطوب اندازه‌گیری بشود، در صورتی که در دوره‌های پیشین تنها یکبار اندازه‌گیری می‌شد و معلوم نبود که مربوط به چه زمانی از سال بوده است، معلوم نبود که در زمان پرآبی یا کم‌آبی منبع بوده است. این دو بار باعث می‌شد که دبی‌های چشمه‌ها و قنوات دقتش خیلی بالاتر برود. اینکه شما در حداقل و حداکثر جریان اندازه‌گیری کنید و متوسط آنها را لحاظ نمائید خیلی مهم است. در زمینه انهار این اندازه‌گیری به چهار بار رسید، در حالیکه در ادوار گذشته تنها یک بار اندازه‌گیری می‌شد. انجام این اندازه‌گیری‌ها خیلی مهم بود.

از دیگر کارهای مهمی که در این دوره انجام شد، کدگذاری چاه‌ها بود که در ادوار گذشته وجود نداشت. اکنون با همکاری مشترک دفاتر حفاظت و بهره‌برداری و نیز دفاتر مطالعات، هر استانی موظف شد که به چاه‌هایی که در این استان وجود دارد، یک کد شناسایی (کد چهارده رقمی دربردارنده مشخصات چاه‌ها، اینکه در چه محدوده و از کدام نوع است) اختصاص دهد. در حال حاضر بیشتر از یک میلیون چاه داریم، بنابراین بیش از یک میلیون کد وجود دارد که به کمک آن می‌توان می‌فهمید این چاه به کدام استان و کدام محدوده مطالعاتی تعلق دارد، عمیق است یا کم‌عمق؟ مجاز است یا غیر مجاز؟

یکی از نقاط مثبت خیلی مهم در این دور از آماربرداری، ثبت آمار مربوط به دبی و تخلیه چاه‌ها بود. در دوره قبلی وقتی آماربردار به محل چاه مراجعه می‌کرد و می‌دید که صاحب چاه نیست، از خود چاه اطلاعات محلی جمع‌آوری می‌کرد، مثلاً GPS می‌زد و مختصات چاه را مشخص می‌کرد، ولی می‌نوشت که فاقد دبی. این آمار به همین شکل انباشته می‌شد. گاهی اوقات شاهد بودیم که مثلاً در یک محدوده مطالعاتی، ۴۰-۳۰ درصد چاه‌ها فاقد آمار دبی است. در بازنگری برای تهیه دستورالعمل دور سوم، گفته شد که دست کم به شکل بهتری انجام پذیرد. در این دستورالعمل تأکید شد که اگر آماربردارها بعد از یک یا دو بار مراجعه به محل چاه دیدند که صاحب چاه حضور ندارد یا امکان اندازه‌گیری دبی چاه وجود ندارد، با کمک چاه‌های اطراف که مثلاً از نظر عمق، تقریباً همین عمق را دارد یا از نظر مقدار آبدهی شبیه به آن است یا زمین‌های تحت کشت آن حول و حوش همین مقدار و نوع کشت مشابه است ..، آماربردار بررسی انجام دهد و دبی یا ساعت کارکرد چاه مجاور یا مجموعه‌ای از چاه‌های مجاور را حساب کند و میانگین آن را برای این چاه فاقد آمار لحاظ کند. البته، دیگر دبی را ذکر نمی‌کرد، بلکه میزان تخلیه را ذکر می‌کرد. با توجه به اینکه ساعت کارکرد چاه را از همان چاه‌های اطراف برآورد کرده بود و آبدهی را نیز از چاه‌های اطراف به دست آورده بود، عدد تخمینی برای تخلیه محاسبه می‌کرد. یعنی دبی را نمی‌نوشت که شائبه اندازه‌گیری وجود داشته باشد، بلکه جای دبی خالی گذاشته می‌شد و تنها میزان کلی تخلیه برآوردشده نوشته می‌شد که بعداً در کارهای بیلان مورد استفاده قرارگیرد. بنابراین کاربرانی که می‌خواهند از این آمار استفاده کنند، خواهند دانست که تخلیه برآوردی بوده و دبی واقعی نیست.

بنظر می‌رسد که دستورالعمل آماربرداری دور سوم در مقایسه با استانداردهای آماربرداری و دستورالعمل‌های پیشین، تعدیل و ساده‌سازی شد. آیا با چنین تعدیل‌هایی، تحقق اهداف از پیش تعیین‌شده برای آنها قابل تصور است؟

آماربرداری سراسری دور دوم هم تقریباً با همین دستورالعمل انجام شد. البته در دوره سوم تغییراتی در آن صورت گرفت. یعنی بازنگری شد و بر اساس آن تعدیلاتی صورت گرفت. علت این بود که در آماربرداری‌های دور قبلی، می‌دیدیم که بعضی اقلام اصلا پر نمی‌شد، یعنی آیتمی وجود داشته ولی به هیچ وجه پر نمی‌شده است، چون اصلا امکان آن وجود نداشت. فرض کنید از یک میلیون چاه و آماری که از آنها داریم، مثلا ۱۰-۵ درصد پر می‌شد و آن هم ممکن بود نادرست بوده و تحلیل‌گر را به اشتباه بیندازد. بنابراین به این جمع‌بندی رسیدیم که اگر اصلاً در نظر نگیریم بهتر است. از جمله این موارد، این بود که مثلاً برای قنات‌ها و بعضی از چشمه‌ها دستورالعمل قبلی الزام می‌کرد که حتماً یک زمین‌شناس همراه گروه باشد. جمع‌آوری این همه زمین‌شناس در سرتاسر کشور که با این گروه‌ها همراه باشند و آماربرداری صحرایی انجام دهند، کار واقعاً دشواری است، چون تحقق آن ممکن نبود. در عمل منجر به آن می‌شد که آماربردار غیر متخصص بر مبنای تشخیص خود چیزی بنویسد. مثلا تکنیسین‌هایی که اصلاً زمین‌شناس نبودند، در مورد نوع سنگ و ... اظهار نظر می‌کردند که عمدتاً نادرست بود. یعنی نبودش بهتر بود، چرا که نقش مهمی نداشت. بنابراین آنها را حذف کردیم. این بازنگری در دستورالعمل‌ها در گروه‌های کارشناسی انجام شد و بحث زیادی درباره آنها صورت گرفت.

معرفی کتاب

سیاست‌ها و ابزارهای کاهش برداشت آب زیرزمینی

گزینش و برگردان: حمید پشتوان | ناشر: بنیان‌زمین، ۱۴۰۲

۱- مقدمه

آب زیرزمینی در بسیاری از کشورها منبع مهم تأمین آب نیازهای کشاورزی و شهری به شمار می‌آید. متأسفانه بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی غالباً بدون پایش و فارغ از مقررات کافی صورت می‌گیرد. برداشت بی‌رویه آب زیرزمینی، پیامدهای منفی مانند کاهش آبدهی چاه‌ها، فرونشست زمین و ... و کاهش موجودی آب برای جمعیت روبه‌رشد خواهد داشت. پرداختن به این چالش‌ها به شیوه‌ای کارآمد، پرسش کلیدی برای سیاست‌گذارانی است که نگرانی فزاینده‌ای درباره امنیت غذایی و پایداری منابع آب دارند.

۲- مدیریت خالی‌شدن منابع آب زیرزمینی و آثار خارجی

نخستین پرسشی که بر تحلیل سیاست‌های مدیریت مصرف آب زیرزمینی تقدم دارد، توجیه ضرورت مدیریت منابع آب زیرزمینی است. نظریه اقتصاد عمومی، از اقدام در شرایط نقص و شکست بازار پشتیبانی می‌کند. با این همه، تعریف کالای عمومی در مقابل خصوصی همیشه درباره آب روشن نیست، و حتی درباره آب زیرزمینی پیچیده‌تر است. آب زیرزمینی، غالباً یک منبع مشترک[1] در نظر گرفته می‌شود، یعنی ویژگی آن، منع[2] پرهزینه و کاهش‌پذیری[3] است. وقتی به کالایی منع‌پذیر گفته می‌شود که متقاضیان تا شرایط ویژه‌ای را احراز نکنند، از حق دسترسی به آن کالا محروم خواهند بود. از سویی دیگر، هر واحدی را که یک مصرف‌کننده برداشت می‌کند، برای دیگران در دسترس نیست. با این همه، این تعریف می‌تواند گمراه‌کننده باشد. منابعی که تمام‌وکمال، مشترک و دارایی شخصی دانسته می‌شوند، دو کرانه یک طیف به شمار می‌آیند، و بیشتر آبخوان‌ها در نقطه‌ای در حدفاصل این دو جای می‌گیرند. براین‌اساس، نسبت‌دادن شأن منبع مشترک به آب زیرزمینی غالباً قابل کاربرد نیست، چون به ماهیت آبخوان بستگی دارد. یک آبخوان با قابلیت ذخیره بالا و قابلیت انتقال پائین، بیشتر به یک دارایی

1. Common pool resource
منظور از منبع مشترک این است که بیش از یک فرد، گروه یا سازمان به منبع آب زیرزمینی دسترسی دارند یا از آن استفاده می‌کنند. به بیانی دیگر، مالکیت انحصاری بر منابع آب زیرزمینی وجود ندارد و بهره‌برداران مختلف می‌توانند به آب زیرزمینی دسترسی داشته باشند و از آن استفاده کنند.

2. Exclusion
به توانایی جلوگیری از دسترسی بهره‌برداران یا افراد به منبع یا استفاده از آن اشاره دارد.

3. Subtractability
کاهش‌پذیری بدین معنا است که وقتی یک بهره‌بردار از آب زیرزمینی برداشت می‌کند، آب کمتری برای استفاده دیگران در دسترس خواهد بود.

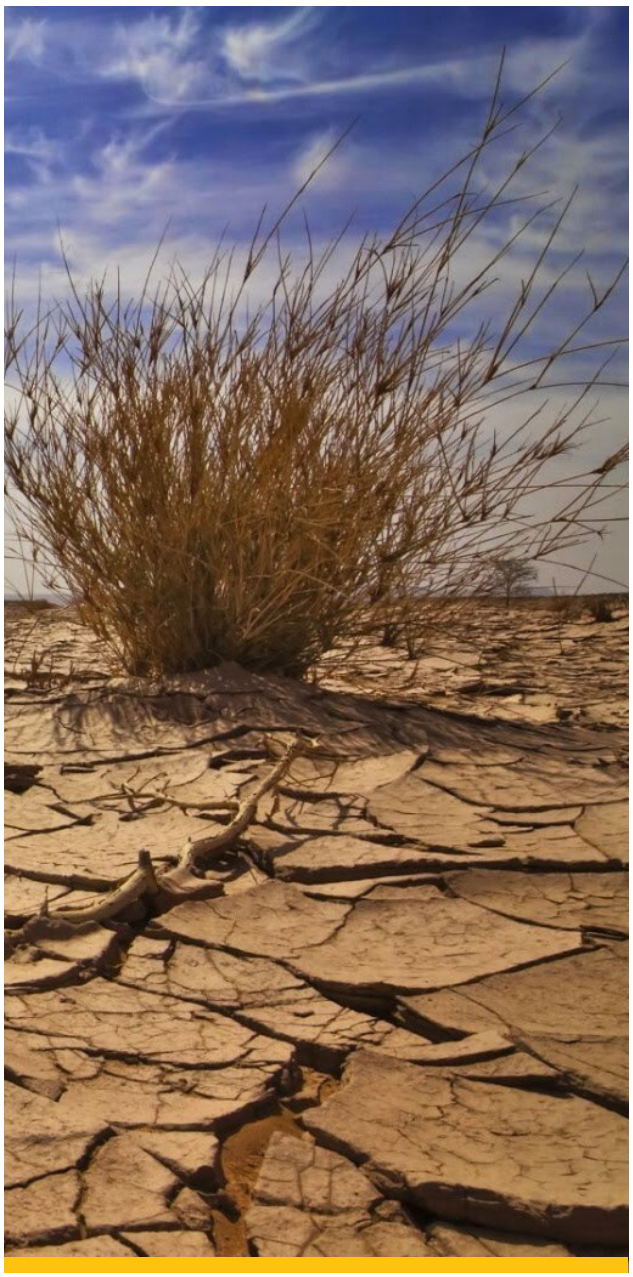
خصوصی نزدیکتر است تا یک منبع مشترک. در نتیجه، منافع حاصل از تدابیر مدیریت ممکن است کمتر از انتظار و کاملاً متغیر باشد. افزون بر این، درجه پیوستگی با پیکره‌های آب سطحی نیز می‌تواند بر اینکه آیا آب زیرزمینی به‌عنوان یک منبع خصوصی یا مشترک عمل می‌کند تأثیر بگذارد.

منابع مشترک با مشکلات حد برداشت مجاز و سازوکار بهره‌برداری روبـرو هستند، یعنی چگونگی اطمینان‌یافتن از حفاظت و پایداری منبع، و چالش‌های تخصیص منبع. پاسخ‌های نهادی مختلفی به این مشکلات وجود دارد، از شیوه مدیریت تعاونی تا شیوه غیر تعاونی یا وضع مقررات به دست نهادهای مسئول. مشکل حد برداشت غالباً نیازمند مداخله دولت خواهد بود، ولی چالش‌های تخصیص در برخی موارد می‌تواند به دست خود بهره‌برداران حل شود.

چه هنگام مدیریت به رفاه جامعه منجر می‌شود؟ در مورد مدیریت آب زیرزمینی به عنوان یک منبع تجدیدپذیر، هیچ پاسخ عمومی وجود ندارد. شماری از نوشتارهای اقتصادی این پرسش را عمدتاً با تمرکز بر مسئله برداشت آب زیرزمینی یا نمونه‌ای از مدیریت منبع تجدیدپذیر، با تکیه بر وضعیت‌های نسبتاً ساده‌شده و فرضیاتی مانند بدون آثار خارجی[1]، حقوق دارایی روشن[2] و آبخوان‌های نسبتاً بزرگ (قابلیت ذخیره بالا، قابلیت انتقال کم) مطالعه کرده‌اند. جمع‌بندی کار آنان این است که منافع مدیریت آب زیرزمینی همیشه قابل ملاحظه نخواهد بود و وابستگی زیادی به پارامترهای اقتصادی، هیدرولوژیکی و اجتماعی دارد.

با این همه، تردیدی نیست که مدیریت آب زیرزمینی در شرایطی که با آثار خارجی منفی بهره‌برداری روبرو هستیم، و بهره‌برداران، این پیامدها را به حساب نمی‌آورند انکارناپذیر است. بحث قابل توجهی در نوشتارها درباره معیار احتمالی برای تعریف زمانی که پمپاژ آب زیرزمینی خسارت‌آفرین می‌شود انجام شده است. با این همه، موضوع مقابله با خالی‌شدن ذخیره ثابت به ندرت مورد توجه قرار گرفته است. در نوشتارها معمولاً به آثار خارجی ناشی از پمپاژ پرداخته می‌شود. آثار منفی، انواع مختلفی دارد، با درجات مختلف خسارت و در سیستم‌های آب زیرزمینی مختلف پدید می‌آیند. ولی حتی متداول‌ترین موارد شامل کاهش آبدهی چاه و افزایش هزینه‌های پمپاژ ممکن است مستلزم مدیریت باشد، به ویژه اگر تشدید آنها به پیامدهای مهم‌تری منجر گردد.

خالی‌شدن آب زیرزمینی در درازمدت (در آبخوان‌های نسبتاً بزرگ) معمولاً مستلزم سیاست‌گذاری عمومی است. در چنین



مواردی، خصوصیات منبع مشترک ممکن است غالب‌تر شود. نگرانی درباره کیفیت و آثار منفی بهره‌برداری بی‌رویه، احتمالاً به نسبت اُفت تراز افزایش می‌یابد. بنابراین، مشکل حد مجاز برداشت در چنین وضعیتی ممکن است برنامه‌ریزی و مدیریت بلندمدت را برای اجتناب از مشکلات آتی تخصیص ایجاب نماید.

توجیه بالا بازتاب‌دهنده راه و رسم‌های عملی است. در دهه گذشته، دو دسته نگرانی اصلی در برخی کشورها، انگیزه تغییر سیاست مدیریت آب زیرزمینی را به وجود آورده است. نخست، نگرانی درباره اُفت فیزیکی سیستم‌های آبخوان، شامل تغییرات در کیفیت و کمیت آب زیرزمینی (از جمله شوری) و نیز پتانسیل فرونشست برگشت‌ناپذیر. دوم، برهم‌کنش‌ها میان سیستم‌های آب زیرزمینی و آب سطحی. برای نمونه نگرانی درباره کاهش جریان رودخانه به وضع مقررات درباره مصرف آب زیرزمینی در شماری از حوضه‌های آبریز مشترک در ایالات

1. Externality

منظور از این اصطلاح، هزینه یا نفعی است که بر دیگران تأثیر می‌گذارد، در حالی که دخلی در آن نداشته‌اند. برای نمونه، اگر یک بهره‌بردار بیش از اندازه آب زیرزمینی را پمپاژ کند، سطح ایستابی را کاهش می‌دهد و در نتیجه، هزینه پمپاژ برای دیگر بهره‌برداران مجاور افزایش می‌یابد. به بیانی دیگر، این نتیجه منفی بر دیگر بهره‌برداران تحمیل می‌شود.

2. Well-defined property right

منظور وجود قواعد، ضوابط و مجوزهای روشن است که مشخص می‌کند چه کسی حق استفاده یا دسترسی به منبع را دارد.

متحده شده است، از جمله رودخانه پیکاس[1] (میان تگزاس و نیومکزیک)، رودخانه آرکانزاس (کانزاس و کلرادو)، و رودخانه رپابلیکن[2] (کانزاس، نبراسکا و کلرادو)، و نیز در کشورهای دیگر مانند حوضه گوآداکوئیر[3] در اسپانیا. اثرات منفی کاهش جریان بر زیستگاه‌های رودخانه‌ای و گونه‌های در معرض خطر نیز به وضع مقررات در چندین ایالت امریکا منجر شده است.

در مقابل، تأثیرگذاری چاه‌های مجاور و پتانسیل رفتار بهره‌برداران در پاسخ به این مسئله، با اینکه تمرکز مهم پژوهش اقتصادی در سی سال گذشته بوده است، با اندک استثنا، پیشران مهم تغییر در سیاست مدیریت آب زیرزمینی نبوده است. یک دلیل این روند را می‌توان چنین توضیح داد که چون کشاورزی آبی بزرگ‌مقیاس، حداقل در برخی کشورها متداول است، فاصله‌گذاری چاه‌ها به اندازه کافی زیاد بوده است که اثرات پمپاژ بر مالکان چاه‌های مجاور، در مقایسه با اُفت ناشی از پمپاژ یک چاه کوچک بوده است. در واقع، ضوابط فاصله‌گذاری چاه‌ها، نوعی سیاست به شمار می‌آید که می‌تواند در مقیاس موضعی، به دقت برای کاهش پتانسیل تأثیرگذاری چاه‌های مجاور به کار گرفته شود. افزون بر این در برخی پژوهش‌ها، مصاحبه با زارعان نشان می‌دهد که نگرانی‌های تولیدکننده معمولاً بر رفتار احتمالی همسایگانش تمرکز ندارد. ازاین‌رو، این نوشتار بر رفتار استراتژیک، به عنوان انگیزه کلیدی تولیدکنندگان کشاورزی یا پیشران تغییر سیاست تمرکز نخواهد داشت.

۳- سیاست‌ها و گزینه‌های مدیریت مصرف آب زیرزمینی

مدیریت آب زیرزمینی نیازمند شناخت کافی و تفصیلی جریان آب زیرزمینی و اثرات مستقیم پمپاژ برای شناسایی اهرم تأثیرگذاری در تدابیر انتخابی است. اگر آبخوان نامحصوری را در پیوند با آب سطحی در نظر بگیرید، از دید برهم‌کنش سیستم طبیعی- انسانی می‌توان گفت که: الف) جریان‌های مختلفی در سیستم‌های آب زیرزمینی وجود دارد؛ ب) چاه‌های مختلف، بر اساس موقعیت نسبی و عمق آنها می‌توانند اثرات مختلفی داشته باشند؛ و ج) راه و رسم‌های آبیاری نیز ممکن است مهم باشد. حتی اگر در هدف‌ها و سیستم‌های آب زیرزمینی، تفاوت وجود داشته باشد، مقابله با کاهش آب زیرزمینی در بلندمدت و/ یا آثار منفی ناشی از آن نیازمند سازوکارهایی برای کنترل پمپاژ و یا افزایش دسترسی به منابع آب جایگزین است. براین‌اساس، دو دسته از تدابیر را می‌توان به کار گرفت:

- **تدابیر و راهکارهای تأثیرگذار بر تقاضا برای کاهش مصرف آب.** این قبیل راهکارها می‌تواند بر صدور مجوز چاه‌ها، یا بر میزان برداشت از چاه‌ها، با استفاده از رویکردهای مستقیم و غیرمستقیم تمرکز کنند. وضع ضوابط خاص درباره کاربری اراضی، الگوی کشت، شیوه آبیاری یا تأمین انرژی می‌تواند به‌عنوان اهرم غیرمستقیم برای کنترل بهره‌برداری از آب زیرزمینی استفاده شوند. سیاست‌های کشاورزی نیز می‌تواند بر استفاده از آب زیرزمینی تأثیر بگذارد.
- **تدابیر معطوف به عرضه برای افزایش موجودی آب برای مصارف.** این دسته از راهکارها تلاش خواهند کرد ذخیره آب زیرزمینی را افزایش دهند و یا از منابع آب جایگزین استفاده کنند (برای نمونه آب سطحی، فاضلاب تصفیه‌شده). افزایش دسترسی به آب سطحی برای آبیاری از طریق سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها و استفاده یا ذخیره پساب بازیافتی از جمله راهکارهای نوین به شمار می‌آیند، درحالی‌که نمک‌زدایی و ذخیره‌سازی آب زیرزمینی[4] (با تغذیه مصنوعی) به سبب هزینه‌های بالای آن، هنوز در سطح گسترده در کشاورزی استفاده نمی‌شوند.

1. Pecos
2. Republican
3. Guadalquivir
4. Groundwater banking

گفت و گوی آب

اندیشکده تدبیر آب ایران
نشانی: خیابان فتحی شقاقی، بین خیابان چهلستون و سیدجمال‌الدین اسدآبادی، پلاک ۴۵، طبقه ۴
تلفن: ۸۸۷۰۲۸۰۵-۸۸۷۰۲۰۱۳
www.iwpri.ir