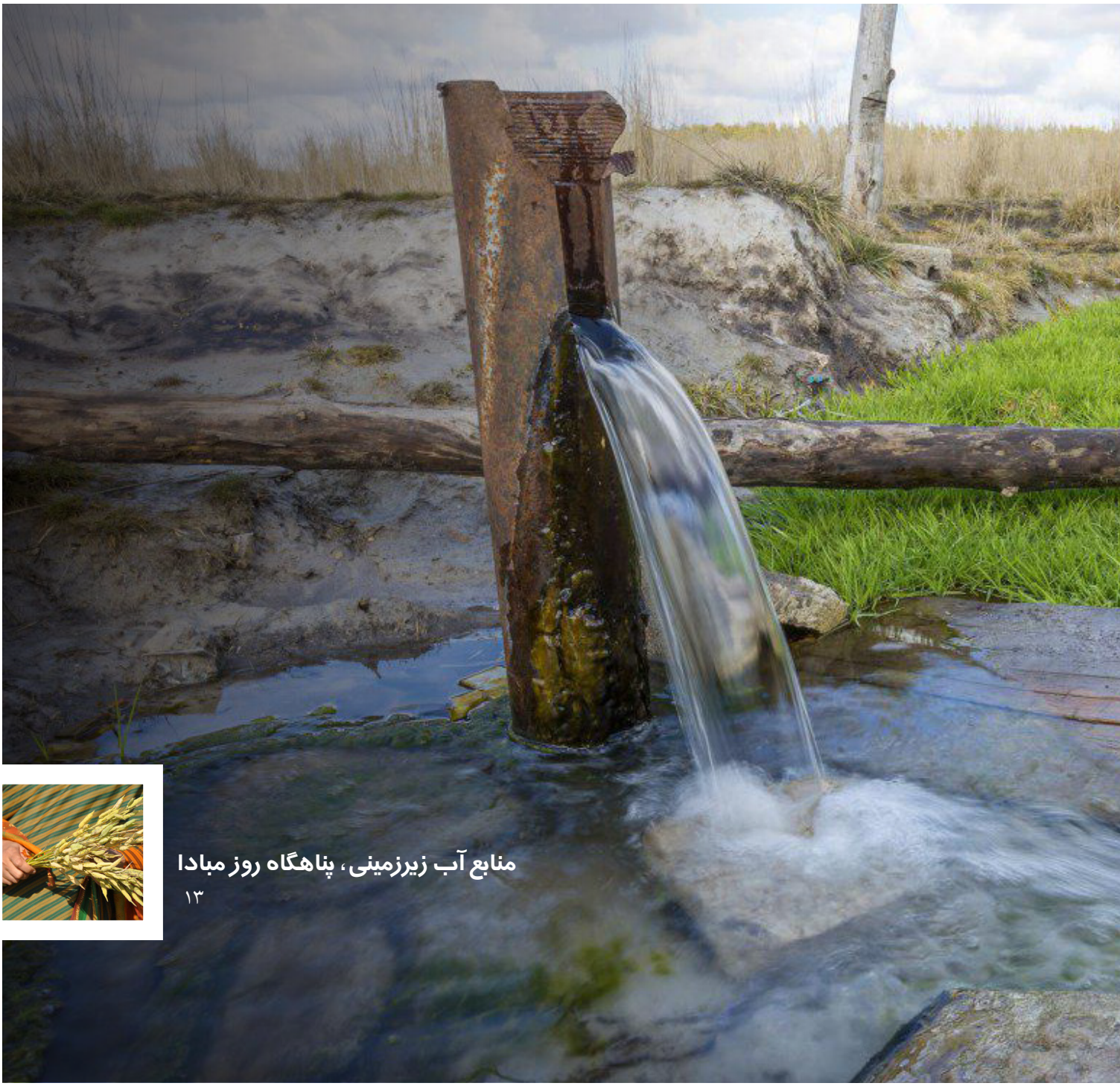
اثـرات متقابـل کمیابـی آب و مهاجرت‌هـای انسـانی
۰۴

درآمدی بر ویژگی‌های سیستم آب زیرزمینی
۰۶

بارورسازی ابر چیست و آیا واقعاً اثربخش است؟
۰۹

گفت و گوی آب

فصل‌نامه اندیشـکده تدبیـر آب ایران
سال هفتم، شماره بیست و دوم، پاییز ۱۳۹۷



منابع آب زیرزمینی، پناهگاه روز مبادا
۱۳

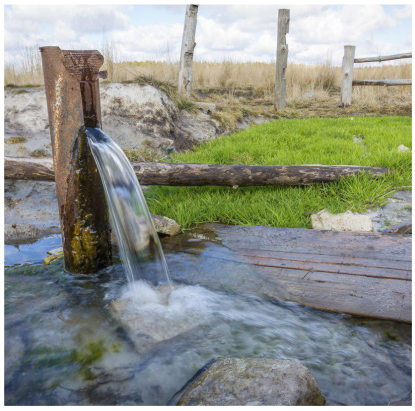
فصلنامه گفت‌وگوی
آب
سال هفتم، شماره بیست و دوم، پاییز ۱۳۹۷

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

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

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

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



فهرست مطالب

۰۴ اثرات متقابل کمیابی آب و مهاجرت‌های انسانی
سخن سردبیر

۰۶ درآمدی برویژگی‌های سیستم آب زیرزمینی
گزینش و تدوین: مریم احمدی

۰۹ بارورسازی ابرچیست و آیا واقعاً اثربخش است؟
ترجمه و تلخیص: بهرام حمیدی

۱۳ منابع آب زیرزمینی، پناهگاه روز مبادا
مصاحبه با آقای مهندس جهانی

سخن سردبیر

اثرات متقابل کمیابی آب و مهاجرت‌های انسانی

روندهای آماری و شواهد اجتماعی و علمی نشان می‌دهد که امروزه انسان‌های بیشتری نسبت به قدیم در حال جابجایی و تغییر مکان سکونت خود هستند. در حال حاضر حدود ۲۶۰ میلیون، یعنی حدود ۳/۳ درصد جمعیت جهان، مهاجر بین‌المللی به شمار می‌آید. این آمار جابجایی درون مرزهای یک کشور را در نظر نمی‌گیرد. بر اساس گزارش جهانی برآورد می‌شود که حدود ۷۶۰ میلیون نفر از جمعیت جهان در آینده نزدیک به مناطق شهری مهاجرت می‌کنند. مهاجرت، پیوند تنگاتنگی با کمیابی منابع طبیعی، به ویژه منابع آب دارد؛ بنابراین، مدیریت منابع طبیعی، ازجمله آب، روز به روز اهمیت بیشتری در مباحث مربوط به مهاجرت پیدا می‌کند.

یکی از موضوعات مطرح در حکمرانی آب، چگونگی رابطه آب با جابجایی‌های جمعیتی و تأثیر آب بر این پدیده است. نمی‌توان گفت که چند درصد از مهاجرت‌ها مستقیماً به آب ربط دارد، اما آنچه روشن است این است که آب به دلیل نقش اساسی که در توسعه و اقتصاد و پیوندهای تنگاتنگی که با عوامل مختلف دیگر چون امنیت غذایی، اشتغال، رفاه، امنیت اقتصادی و غیره دارد، با تحریک و تشدید آن عوامل می‌تواند شرایط را تحت تأثیر قرار دهد.

به طور کلی، بیشتر تحلیل‌ها درباره موضوع آب و مهاجرت، براین دو موضوع به طور جداگانه تمرکز دارند. مسئله نخست، اثرات بالقوه کمیابی آب بر الگوهای مهاجرت است. کمیابی آب- چه به دلیل خشکسالی و یا دیگر دلایل- برخی مواقع به‌عنوان پیشران مهاجرت، درون یک کشور یا درون یک منطقه شناخته می‌شود. اگرچه نمی‌توان مهاجرت را به مستقیم به آب پیوند داد، طیفی از موضوعات اقتصادی- اجتماعی، سیاسی و زیست‌محیطی به‌صورت تجمعی و با ارتباط متقابل، سبب‌ساز مهاجرت می‌شوند. با وجود این، فقدان امنیت آبی به‌صورت قابل ملاحظه‌ای باعث افزایش پتانسیل مهاجرت، عمدتاً به دلیل تأثیر آن بر رفاه و امرارمعاش می‌شود. در گزارش جهانی آب در سال ۲۰۱۶، کمیابی آب در اثر خشکسالی و تخلیه آب زیرزمینی، دلیل اصلی افزایش مهاجرت از مناطق روستایی به شهرها در بخش‌هایی از خاورمیانه و افریقا ذکر شده است. همچنین پیش‌بینی‌های تغییر اقلیم بر افزایش مهاجرت به دلیل تنش آبی تأکید دارد.

مسئله دوم که در مباحث مرتبط با مهاجرت‌های آبی اغلب مدنظر قرار می‌گیرد، تأثیر مهاجرت بر منابع آب شیرین است. این موضوع شامل بررسی چالش‌های زیست‌محیطی رشد جمعیت مرتبط با مهاجرت، به ویژه به دلیل افزایش شهرنشینی و رد پای زیست‌محیطی مهاجرت اجباری یا جابجایی کامل است.

> «در گزارش جهانی آب در سال ۲۰۱۶، کمیابی آب در اثر خشکسالی و تخلیه آب زیرزمینی، دلیل اصلی افزایش مهاجرت از مناطق روستایی به شهرها در بخش‌هایی از خاورمیانه و افریقا ذکر شده است.»

درآمدی بر ویژگی‌های سیستم آب زیرزمینی

گزینش و تدوین: مریم احمدی

۱- اهمیت آب زیرزمینی برای بقا و توسعه انسانی

بشر از همان زمان‌های کهن، نیازهای خود به آب با کیفیت خوب را از منابع زیرزمینی تأمین کرده است. چشمه‌ها که درواقع جلوه آب زیرزمینی در سطح زمین به شمار می‌آیند، نقش کلیدی در سکونت انسان و توسعه اجتماعی ایفا کرده است. با این همه تا دوره انقلاب صنعتی، توانایی انسان برای برداشت و آلوده‌ساختن آب زیرزمینی در مقایسه با منابع موجود ناچیز بود.

افزایش بهره‌برداری آب زیرزمینی، پیامد پیشرفت‌های عمده در دانش زمین‌شناسی، حفاری چاه، تکنولوژی پمپ و برق‌رسانی روستایی بود و در فاصله سال‌های ۱۹۵۰ تا ۱۹۷۰ در بسیاری از کشورهای صنعتی‌شده و در فاصله ۱۹۷۰ تا ۱۹۹۰ در بخش‌هایی از جهان در حال توسعه به سرعت گسترش یافت. آمارهای جامع و قابل اتکا درباره برداشت و مصرف آب زیرزمینی، در دسترس نیست، ولی برداشت جهانی آب زیرزمینی در حال افزایش است و میزان برداشت در سال ۲۰۱۰، ۹۰۰ میلیارد مترمکعب برآورد شده است. برابر آمارها، آب زیرزمینی ۳۶ درصد از نیاز آب شرب، ۴۲ درصد از نیاز کشاورزی آبی و ۲۴ درصد از نیاز صنعتی را تأمین می‌کند. البته باید توجه داشت که این نسبت، از کشوری به کشوری دیگر و

> «سیستم‌های آب زیرزمینی، اصلی‌ترین مخزن سیاره زمین و ذخیره استراتژیک آب زیرزمینی را تشکیل می‌دهند، ولی محاسبه این حجم عظیم آسان نیست.»

حتی در داخل کشورهای پهناورتر تغییر زیادی دارد. میزان برداشت آب زیرزمینی تغییر زیادی دارد و بالاترین سطح آن در بخش‌های بزرگی از چین، هند، پاکستان، بنگلادش و ایران و در ایالات متحده، مکزیک، اتحادیه اروپا، شمال افریقا و خاورمیانه مشاهده می‌شود.

ارزش اجتماعی آب زیرزمینی را نباید صرفاً با حجم برداشت‌ها سنجید. بهره‌برداری از آب زیرزمینی در مقایسه با آب سطحی، به دلیل مهیابودن آن در مقیاس محلی، امکان تعدیل برداشت با سطح تقاضا، قابلیت اطمینان بالا در دوره خشکسالی و کیفیت خوب و نیازمند حداقل تصفیه، غالباً منافع اقتصادی بیشتری به ازای واحد حجم دارد. وابستگی شهرها و شهرک‌های فراوان به آب زیرزمینی در حال افزایش است و سهم آب زیرزمینی در کشاورزی آبی از نظر میزان محصول و بهره‌وری اقتصادی زیاد است. آب زیرزمینی از ارکان انقلاب سبز در کشاورزی آسیا بوده است و تأمین آب به ترتیب ۳۱۰ و ۱۰۵ میلیون نفر را در اتحادیه اروپا و ایالات متحده برعهده دارد و معیشت روستایی را در سطح وسیعی در مناطق جنوب صحرای بزرگ افریقا پشتیبانی می‌کند.

۲- ذخایر وسیع آب شیرین

سیستم‌های آب زیرزمینی، اصلی‌ترین مخزن سیاره زمین و ذخیره استراتژیک آب زیرزمینی را تشکیل می‌دهند، ولی محاسبه این حجم عظیم آسان نیست. از این رو، دقت و سودمندی این قبیل محاسبات همواره سئوال‌برانگیز خواهد بود، چون هر محاسبه‌ای بر پایه فرضیات مهم درباره عمق مؤثر و تخلخل لایه آب شیرین انجام می‌شود. برخی آبخوان‌ها در سطحی بزرگ، به‌طور یکنواخت گسترش یافته‌اند و در مقایسه با مخزن‌ها و دریاچه‌های سطحی جهان، آب بسیار بیشتری در ذخیره دارند. افزون بر این، در اثر تبخیر مستقیم، آب بسیار اندکی را از دست می‌دهند.

آبخوان‌ها دو ویژگی بنیادی دارند- ظرفیت ذخیره آب زیرزمینی و امکان جریان‌یافتن آب زیرزمینی. با این همه سازندهای مختلف زمین‌شناسی تغییر زیادی در ویژگی‌های زیر دارند:

- ظرفیت ذخیره در رسوبات دانه‌ای تحکیم نیافته و سنگ‌های شکستگی‌دار و بسیار تحکیم‌یافته؛
- ضخامت اشباع آبخوان و میزان به هم‌پیوستگی منفذها در سازندهای مختلف زمین‌شناسی که درنتیجه آن، پتانسیل جریان آب زیرزمینی دامنه وسیعی خواهد داشت.

گسترش سطحی آبخوان‌ها نیز از چند کیلومترمربع تا چند صد کیلومترمربع تغییر می‌کند.

این نوشتار بر آبخوان‌های عمده تمرکز دارد که ذخیره بزرگی دارند و آبدهی چاه‌های آب بالا است. این آبخوان‌ها در سازگاری با تغییر اقلیم می‌توانند نقش استراتژیک ایفا نمایند. با این همه آبخوان‌هایی را که آبدهی کمتری دارند نباید نادیده گرفت- چون گسترش وسیع جغرافیایی آن‌ها، امکان تأمین مقرون به صرفه و مطمئن نیازها را که در سطح گستره‌ای توزیع شده فراهم آورده است.

۳- رژیم‌های جریان آبخوان- از تغذیه تا تخلیه

جابجایی آب زیرزمینی در بیشتر آبخوان‌ها و محیط‌های زمین‌شناختی، آهسته صورت می‌گیرد و سرعت آن در طیف ۰/۰۱ و ۱۰ متر در روز است. آب زیرزمینی از نواحی تغذیه آبخوان که مازاد بارش و/ یا رواناب سطحی نفوذ می‌کند، به سمت نواحی تخلیه آبخوان، یعنی چشمه‌ها، آبراهه‌ها و تالاب‌ها جریان می‌یابد. بدین ترتیب، تداوم‌بخش حیات اکوسیستم‌های حیاتی است. ذخیره آبخوان در برابر ورودی‌ها به مانند ضربه‌گیر عمل می‌کند و نوسان زیاد تغذیه را به رژیم‌های ثابت‌تر تخلیه (که تأمین‌کننده جریان پایه رودخانه‌ها است) تبدیل می‌کند. زمان ماندگاری آب زیرزمینی معمولاً برحسب دهه، قرن یا هزارسال بیان می‌شود. آب زیرزمینی در آبخوان‌های عمیق‌تر و محصورتر، در دوره‌های پرباران‌تر کواترنر تغذیه شده‌اند.

سیستم جریان آب زیرزمینی در عمق‌های کمتر، غالباً با هندسه زیرحوضه‌های سطحی و حوضه‌های آبریز تطبیق دارد، ولی جریان آب زیرزمینی در سازندهای رسوبی عمیق‌تر، متأثر از ساختار زمین‌شناسی و در بعضی موارد، از مرز حوضه‌های آبریز سطحی عبور می‌کند. در بیشتر مناطق خشک که دارای آبخوان‌های عمده باشند، جریان آب زیرزمینی، جابجاکننده فعال و اصلی آب به شمار می‌آید. به بیانی دیگر، شرایط هیدروژئولوژیکی غالب‌تر از توپوگرافی سطح خواهد بود.

۳-۱- فرایندهای پرشدگی دوباره و عدم قطعیت‌ها

برآورد نرخ‌های امروزی تغذیه آبخوان‌ها، از دید پایداری بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی اهمیت بنیادی دارد. با افزایش خشکی، تغذیه مستقیم از بارش، در مقایسه با تغذیه غیرمستقیم ناشی از رواناب سطحی و تغذیه مصنوعی (و تصادفی) ناشی از فعالیت انسان، به تدریج اهمیت کمتری پیدا می‌کند. با این همه به سبب پیچیدگی زمین‌شناختی سیستم‌های طبیعی (که در نتیجه آن، تغییر قابل ملاحظه در پوشش گیاهی، انواع خاک و شرایط هیدروژئولوژیکی وجود دارد) و تغییر وسیع مکانی و زمانی رویدادهای بارش و رواناب، غالباً عدم قطعیت علمی اساسی در کمّی‌کردن مؤلفه‌های تغذیه وجود دارد. این ملاحظات، در ترکیب با داده‌های محدود پایش، به معنای آن است که همیشه باید با برآوردهای تغذیه با احتیاط رفتار کرد.

درک پیوندهای عمیق کاربری اراضی و تغذیه آب زیرزمینی، پایه اساسی مدیریت یکپارچه منابع آب به شمار می‌آید، نه تنها برای کمی‌کردن تغذیه، بلکه درباره ریسک‌های آلودگی. پارادایم رایج «متوسط

> «درک پیوندهای عمیق کاربری اراضی و تغذیه آب زیرزمینی، پایه اساسی مدیریت یکپارچه منابع آب به شمار می‌آید.»

نرخ‌های ثابت تغذیه امروزی»، نادرست است و می‌تواند به «دو بار احتساب منبع» منجر شود، به ویژه در مناطق خشک‌تر. نرخ تغذیه آبخوان در شرایط امروزی با توجه به موارد زیر تغییر قابل ملاحظه‌ای دارد:

- تغییرات در کاربری اراضی و پوشش گیاهی، به ویژه کشاورزی آبی و نیز پاکسازی پوشش گیاهی و تحکیم خاک؛
- فرایندهای توسعه شهری؛ به ویژه میزان نشت آب از شاه‌لوله‌ها، دفع فاضلاب بدون لوله‌های فاضلاب (در محل) و ساخت‌وسازها سطح زمین را نفوذناپذیر می‌سازد؛
- اُفت سطح ایستابی در سطح وسیع در اثر برداشت آب زیرزمینی و/ یا زهکشی اراضی که به افزایش مساحت و/ یا نرخ نفوذ در برخی آبخوان‌ها منجر می‌شود؛
- تغییرات در رژیم آب سطحی، به ویژه انحراف یا کانال‌بندی جریان رودخانه.

۳-۲- پاسخ به نوسانات اقلیم

عدم قطعیت درباره تأثیر روند کنونی گرم‌شدن زمین بر تغذیه آب زیرزمینی همچنان باقی است. با این همه پاسخ بلندمدت سیستم‌های آب زیرزمینی به نوسان اقلیم، مستقل از فعالیت انسان را می‌توان بر پایه شواهد دیرینه‌شناسی هیدرولوژیکی در برخی آبخوان‌های بزرگ که امروز بخش‌های خشک‌تر جهان به شمار می‌آیند شناسایی کرد. در این بررسی‌ها با استفاده روش‌های ایزوتوپی آشکار شده است که بیشتر آب زیرزمینی ذخیره‌شده (و گاهی هنوز در جریان است) در سازندهای رسوبی بزرگ، بیش از ۵۰۰۰ سال پیش در اثر بارش‌های اوایل پلیستوسن و اوایل هولوسن تغذیه شده‌اند. در این دوره‌ها، اقلیم در این نواحی سردتر و پرباران‌تر بوده است؛ بنابراین غالباً به آن‌ها «آب زیرزمینی فسیلی» گفته می‌شود. انباشت کلراید و شواهد ایزوتوپی در زون اشباع‌نشده در این نواحی نشان می‌دهد که از آن پس میزان تغذیه از بارندگی اندک بوده است (کمتر از ۵ میلی‌متر در سال). چون تغذیه کنونی آب زیرزمینی در بهترین حالت، تنها کسر کوچکی از آب زیرزمینی ذخیره‌شده در این قبیل آبخوان‌ها را تشکیل می‌دهد، این منابع را می‌توان «تجدیدناپذیر» در نظر گرفت.

مأخذ: آب زیرزمینی، ویژگی‌ها و دغدغه‌های پایداری. اندیشکده تدبیر آب ایران، ۱۳۹۶.

باروسازی ابر چیست و آیا واقعاً اثربخش است؟

ترجمه و تلخیص: بهرام حمیدی

کنترل آب‌وهوا، از موضوعات رایج در داستان‌های علمی- تخیلی است. برای نمونه می‌توان به فیلم‌های X-Men، Geostorm و The Avengers اشاره کرد.

در واقعیت، کنترل آب‌وهوا ناممکن است. با این همه می‌توان بر آن تأثیر گذاشت و برخی کشورها چندین دهه است که به این کار مشغولند. در این سال‌ها، اقدامات گوناگون، از ژنراتور موج ضربه‌ای[1] (hail cannon) گرفته تا متوقف‌ساختن توفان‌ها، به کار گرفته یا پیشنهاد شده است. شاید عمومی‌ترین تلاش در این زمینه، باروسازی ابر باشد.

در فرایند باروسازی ابر، انواع مختلف عامل‌های شیمیایی- از جمله یدید نقره، یخ خشک و حتی نمک معمولی- با ابرهای موجود برای افزایش توده ابر و افزایش احتمال بارندگی یا بارش برف ترکیب می‌شود. مواد شیمیایی، یا به درون ابرها شلیک، یا با پرواز در نزدیک و درون ابرها پخش می‌شوند.

براساس اطلاعات سازمان جهانی هواشناسی تا سال ۲۰۱۶ حداقل ۵۶ کشور به باروسازی ابرها اقدام کرده‌اند. برای نمونه، امارات متحده عربی برای تأمین تقاضاهای فزاینده آب و چین برای توقف باران در مراسم افتتاحیه المپیک تابستانی سال ۲۰۰۸ به کار گرفته‌اند.

قابلیت‌های باروسازی ابر همواره مورد بحث بوده و به نتایج قطعی نرسیده است. با این همه شاید مطالعات اخیر این داستان را تغییر دهد.

سابقه تلاش‌ها برای باروسازی ابر به اوایل دهه ۱۸۰۰ برمی‌گردد، ولی تا پس از جنگ جهانی دوم، این فرایند چندان جذابیت نیافت.

Vincent Schaefer در سال ۱۹۴۶ که با Irving Langmuir درباره راه‌های باروسازی ابرها و رفع مشکل یخ‌زدگی هواپیماها همفکری می‌کرد، در شرکت جنرال الکتریک مشغول کار بود. درنهایت، این دو به بینش عمیقی درباره خواص ابرها دست یافتند. آنان تصمیم گرفتند نظریه‌های خود را به جای کوه‌ها، در یک آزمایشگاه بیازمایند.

«براساس اطلاعات سازمان جهانی هواشناسی تا سال ۲۰۱۶ حداقل ۵۶ کشور به باروسازی ابرها اقدام کرده‌اند. برای نمونه، امارات متحده عربی برای تأمین تقاضاهای فزاینده آب و چین برای توقف باران در مراسم افتتاحیه المپیک تابستانی سال ۲۰۰۸ به کار گرفته‌اند.»

۱- ادعا می‌شود با استفاده از این ابزار، در تشکیل دانه‌های تگرگ در اتمسفر، وقفه و اختلال ایجاد می‌شود. البته شواهد علمی در تأئید اثربخشی این ابزار وجود ندارد.

Schaefer یک «اتاقک سرد»، یا فریزر ساخت که می‌توانست در آن، هوایی که قطرات آب حاصل از تراکم‌سازی را شکل دهد بدمد. همچنین، یخ خشک را برای پائین‌ترآوردن دما اضافه کرد تا وقتی به درون آن هوا می‌دمد، بلورهای یخ به سرعت تشکیل شوند. بعدها دریافته شد که هر ماده‌ای با دمای منهای ۴۰ درجه فارنهایت یا سلسیوس (یکسان هستند) چنین تأثیری را نتیجه می‌دهد.

کاری که Schaefer انجام داد، یک راه برای بارورسازی ابر، با سردکردن ابرها به مقدار زیاد فراهم آورد. Bernard Vonnegut به شیوه‌ای دیگر مشغول بود. فرضیه او این بود که ممکن است تشکیل بلور یخ در اتاقک سرد حول ذراتی که ساختار بلوری شبیه یخ دارند امکان‌پذیر باشد. در نتیجه، مولکول‌های آب خودشان را در آرایش بلور یخ مرتب خواهند کرد. Vonnegut مواد مختلف دیگری را به کار برد تا به این نتیجه رسید که یدید نقره برای القای فرایند فریز در قطره‌های آب مؤثر واقع می‌شود.

چرا سرمایش برای بارورسازی ابر مهم است؟

برای پاسخ باید به سراغ چرخه آب و آنچه سبب بارش می‌شود رفت.

وقتی آب تبخیر می‌شود و به هواکره صعود می‌کند، به شکل گاز است. باگذشت زمان، بخار آب سرد و متراکم و به ابر تبدیل می‌شود. با این همه برای متراکم‌شدن، بخار به چیزی نیاز دارد تا به آن بپیوندد. قطره‌های آب یا بلورهای یخ به خوبی در این مسیر پیش می‌روند. وقتی آب بیشتری متراکم می‌شود، قطرک‌ها سنگین‌تر می‌شوند و در نهایت به شکل باران فرو می‌ریزند. اگر ابر، در یا زیر نقطه انجماد آب باشد و لایه‌های هوا که بارش در آن صورت می‌گیرد، دمای یکسان داشته یا زیر نقطه انجماد باشند، برف خواهیم داشت.

شرکت‌های بارورکننده ابر با هدف ایجاد باران یا برف، اساساً تلاش می‌کنند تراکم آب را تحریک کنند و آب را به تجمع پیرامون ذراتی مانند یدید نقره وادارند، یا بلورهای یخ بیشتری را با سردکردن دمای ابرها شکل دهند.

القای باران تنها هدف بارورسازی نیست. در تلاش برای پراکندن مه، هواپیماها ممکن است ابرها را با نمک بارور سازند، چون نمک نقطه انجماد یخ را پائین می‌آورد؛ به همین دلیل است که از نمک در راه‌های یخ‌زده استفاده می‌شود.

آیا بارورسازی ابر اثرگذار است؟

سنجش اثربخشی بارورسازی ابر دشوار است. پس از آنکه کارهای Schaefer و Vonnegut نتایج جدی به دست داد، امید به بارورسازی ابرها نیز افزایش یافت. ارتش امریکا در جنگ ویتنام، از بارورسازی ابر در سطح گسترده برای طولانی‌تر کردن فصل مونسون استفاده کرد. ولی انتظارات از بارورسازی ابر بیش از آن بود که بتواند منطقاً برآورده شود.

Daniel Breed، متخصص هواشناسی در مرکز پژوهش‌های جوی (NCAR) می‌گوید، «تمام این هیجان‌زدگی‌ها ناشی از ادعاهای بسیار خوش‌بینانه درباره چگونگی اثربخشی آن به وجود آمد.» و ادامه می‌دهد: «[شبیه آن است که] در پی یک سیگنال کوچک در یک طیف بسیار بزرگ باشید.»

«شرکت‌های بارورکننده ابر با هدف ایجاد باران یا برف، اساساً تلاش می‌کنند تراکم آب را تحریک کنند و آب را به تجمع پیرامون ذراتی مانند یدید نقره وادارند، یا بلورهای یخ بیشتری را با سردکردن دمای ابرها شکل دهند.»

مطالعات جدیدتر اطلاعات بیشتری درباره این مسئله فراهم آورده است. در مطالعه انتشاریافته در سال ۲۰۱۰ در مجله علمی پژوهش‌های جوی گفته شده است که بارورسازی ابر «سازوکار مؤثری برای افزایش بارش» نبوده است. آکادمی ملی امریکا در سال ۲۰۰۳ اعلام کرد که «هیچ اثبات علمی قانع‌کننده» مبنی بر اثربخشی بارورسازی ابر وجود ندارد و خواهان ارزیابی دقیق‌تر قابلیت‌های بارورسازی ابر شد.

پروژه آزمایشی اصلاح آب‌وهوا در وایومینگ، مطالعه شش‌ساله با بودجه ۱۳ میلیون دلار، در سال ۲۰۱۳ به این جمع‌بندی رسید که قادر نیست پاسخ‌های قطعی بدهد. این مطالعه بر دو رشته‌کوه مجاور در جنوب وایومینگ تمرکز داشت. هر دو رشته‌کوه غالباً با توفان‌های یکسان برخورد دارند، بنابراین پژوهشگران برخی ابرها را در یک رشته‌کوه بارور کردند و رشته‌کوه دیگر را به‌عنوان کنترل، بدون بارورسازی باقی گذاشتند.

این مطالعه نشان داد که بارورسازی حدود ۵ تا ۱۵ درصد بارش را افزایش داده است. البته پژوهشگران مواردی را که بارورسازی ممکن است به سمت ابرهای کنترل کشیده شده باشند، یا وقتی عامل‌های بارورکننده به اندازه کافی رها نشده باشند در نظر نگرفتند. در نتیجه، از نظر علمی، اهمیت آماری معنادار وجود ندارد.

به گفته Terry Deshler، متخصص هواشناسی از دانشگاه وایومینگ که در این پروژه همکاری داشته است، «اگر بتوانید ۱۰ یا ۱۵ درصد بر هر توفانی که بارور می‌کنید تأثیر بگذارید و ۳۰ درصد پوشش برف ناشی از این توفان‌ها باشد، بله- این ارقام قابل تأمل هستند.»

در اواخر ژانویه، مطالعه‌ای در مجموعه مقالات آکادمی ملی علوم انتشار یافت که «مشاهدات مستقیم و قابل کمی‌شدن بارورسازی ابر درباره افزایش بارش برف» انجام شده است. پژوهشگران یک هواپیما را در اطراف ابرهای بالقوه، میان دو رادار زمینی در جنوب غرب آیداهو به پرواز درآوردند تا پدید نقره را منتشر کند. همین هواپیما از داخل ابرها نیز پرواز کرد، درحالی‌که پدید نقره را از بال‌های خود پخش می‌کرد. هواپیمای دوم که مجهز به دستگاه اندازه‌گیری بود، در مسیر عمود بر هواپیمای اول برای جمع‌آوری اندازه‌گیری‌ها پرواز کرد.

> «آکادمی ملی امریکا در سال ۲۰۰۳ اعلام کرد که «هیچ اثبات علمی قانع‌کننده» مبنی بر اثربخشی بارورسازی ابر وجود ندارد و خواهان ارزیابی دقیق‌تر قابلیت‌های بارورسازی ابر شد.»

حسگرها در ابتدا هیچ نتیجه‌ای را نشان ندادند و سپس خطوط پدید نقره هواپیمای اول پدیدار شد. قطرک‌های آب با پدید نقره برخورد می‌کردند، یخ می‌زدند و در نهایت به اندازه کافی بزرگ می‌شدند که ریزش کنند.

این پژوهشگران هشدار می‌دهند که این نتایج ثابت نمی‌کند که بارورسازی ابر در کل اثربخش است، بلکه تنها نشان می‌دهد که روش آنان، یک راه حساب‌شده برای مشاهده و اندازه‌گیری مؤثرواقع‌شدن یا نشدن بارورسازی به شمار می‌آید. پرسش‌هایی نیز باقی است که آیا بارورسازی از نظر مالی شدنی هست یا نه.

Katja Friedrich، متخصص علوم جو در دانشگاه کلرادو و یکی از پژوهشگران این مطالعه این پرسش را مطرح می‌کند که «آیا برف کافی تولید می‌شود که بر بیلان آب تأثیر بگذارد؟» و ادامه می‌دهد: «ما هنوز باید به این دست پرسش‌های بنیادی پاسخ بدهیم.»

مأخذ:

www.mnn.com/earth-matters/climate-weather/stories/what-cloud-seeding

منابع آب زیرزمینی، پناهگاه روز مبادا

مصاحبه با آقای مهندس جهانی

اشاره: آب زیرزمینی یک منبع طبیعی کلیدی برای پشتیبانی توسعه اجتماعی و اقتصادی به شمار می‌آید. با این همه هنوز هم عمیقاً با فهم نادرست روبرو است؛ آنچنان که باید ارزش آن شناخته نشده، مدیریت ضعیفی بر آن حاکم است و به قدر کافی حفاظت نمی‌شود. نگرانی‌ها درباره پایداری منابع آب زیرزمینی، تنزل کیفیت و تأثیرپذیری منفی اکوسیستم‌های وابسته به آب زیرزمینی، افزایش یافته است. هنوز هم ارزیابی کمّی و کیفی وضعیت آب زیرزمینی، با توجه به توزیع گسترده آن، دشواری تجمیع داده‌ها و سرمایه‌گذاری ناکافی در پایش آسان نیست. چالش شناسایی اقدامات لازم برای فراهم‌آوردن حکمرانی مناسب و تبدیل آن‌ها به ترتیبات نهادی اثربخش برای مدیریت منابع آب زیرزمینی و حفاظت کیفی آن‌ها نیز قابل ملاحظه است. درباره این موضوعات، با آقای مهندس جهانی، از کارشناسان مدیریت منابع آب به گفت‌وگو نشسته‌ایم.

اهمیت منابع زیرزمینی را از چه جنبه‌هایی ارزیابی می‌کنید؟

درباره اهمیت آب‌های زیرزمینی می‌توان دو بُعد اصلی را تعریف کرد، البته ابعاد دیگری هم به تبع آن می‌توان برشمرد، اما در این گفت‌وگو به این دو بُعد بیشتر تکیه خواهم کرد. بُعد اول، مسئله نیاز و وابستگی کشور به منابع آب زیرزمینی است. در حال حاضر بیش از ۵۰ درصد نیازهای آبی کشور، به منابع آب زیرزمینی وابسته است. جدای از کلان‌شهرها که نیازهای شرب آن‌ها بیشتر از آب‌های سطحی تأمین می‌شود، بسیاری از شهرها و به ویژه روستاهای کشور به آب‌های زیرزمینی وابسته هستند است که نیاز آبی شرب را تأمین می‌کند؛ بنابراین آب زیرزمینی، در تأمین آب شرب بسیار تعیین‌کننده و مهم است.

بُعد دوم اهمیت آب زیرزمینی، به استراتژیک بودن این منبع برمی‌گردد. واقعیت این است که در بسیاری از مناطق جهان، آب‌های زیرزمینی به‌عنوان منابع استراتژیک به شمار می‌آیند و می‌توانند در شرایط کمبود آب و خشکسالی‌های طولانی مورد استفاده قرار بگیرند. به تعبیری دیگر می‌توان منابع آب زیرزمینی را یک پناهگاه دانست. ما در کشور این موضوع را رعایت نکردیم و عملاً بدون توجه به این مسئله از منابع آب زیرزمینی بی‌رویه استفاده می‌شود. می‌توان گفت برداشت از آب‌های زیرزمینی را به حراج گذاشته‌ایم. توجه داشته باشید که زمان تجدیدپذیری آب‌های زیرزمینی نسبت به آب‌های سطحی بسیار طولانی‌تر است. به‌طور متوسط هر ۱۷ روز یکبار، منابع آب سطحی رودخانه‌ها تجدید می‌شود، درحالی‌که از چند سال تا هزاران سال به طول می‌انجامد تا یک منبع آب زیرزمینی تجدید شود.

رویکرد حاکم بر مدیریت منابع آب زیرزمینی تاکنون، چه نتیجه‌ای داشته است؟

یک عامل اصلی در گسترش برداشت از آب‌های زیرزمینی در کشور، افزایش نیاز در اثر افزایش جمعیت بوده است. جمعیت کشور در سال ۱۳۴۰ حدود ۲۲ میلیون نفر بود و جمعیت کنونی ما ۸۰ میلیون نفر است. اگر فرض کنیم امنیت غذایی این ۸۰ میلیون در دستور کار نباشد و فقط بخواهیم آب شرب این جمعیت را تأمین کنیم و نیز وجود وابستگی اساسی به این منبع در برخی از نقاط کشور برای تأمین نیازها، به‌طور طبیعی به منابع زیرزمینی فشار آورده می‌شود. به‌طورکلی، بخشی از فشار واردشده برای برداشت از منابع زیرزمینی غیرطبیعی نیست، ولی مسئله این است که آیا این فشار و برداشت از چاه‌ها و منابع زیرزمینی به درستی مدیریت شده است یا نه؟ به نظر بنده مشکل اصلی در همین جا است. بر طبق قانون، هر کسی که می‌خواهد چاه حفر کند، باید مجوز داشته باشد. صرف دادن مجوز، هرچند گام اول است اما کافی نیست، برای اینکه مجوز یا پروانه مفهوم عملی پیدا کند باید اقداماتی صورت بگیرد، یعنی فقط با دادن پروانه و مجوز و بدون کنترل سیستماتیک مدیریت در آب‌های زیرزمینی اعمال نخواهد شد. عدم وجود نظارت باعث می‌شود پس از حفر چاه، منابع آب زیرزمینی بر اثر فشار برداشت صاحبان خصوصی چاه‌ها خارج از میزان درج‌شده در پروانه تخلیه شوند. نکته دوم، مشکل حکمرانی است. با توجه به قوانین موجود، مدیریت آب زیرزمینی در کشور کاملاً در دستگاه دولتی متمرکز شده است. قانون توزیع عادلانه آب در فصل چهارم به آب‌های زیرزمینی می‌پردازد. فصل۴ حدود ۱۰ یا ۱۱ ماده قانونی درباره آب‌های زیرزمینی در نظر گرفته است. برابر این مواد، همه اختیارات در دست دولت است. حال این پرسش پیش می‌آید که دولت تا چه اندازه می‌تواند بر این چهارصد پانصد هزار حلقه چاه مجوزدار، نظارت دقیق داشته باشد؟ اینکه چقدر امکان کنترل این چاه‌ها وجود دارد جای بحث دارد.

این شرایط موجب شده است که تعداد زیادی از چاه‌های غیرمجاز نیز حفر شود. دولت توانایی کنترل چاه‌های مجاز خود را نیز ندارد، چه رسد که بخواهد از عهده نظارت بر چاه‌های غیرمجاز برآید.

شناخت وضعیت منابع آب زیرزمینی، مبنای هرگونه تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی است. به راستی، ما چقدر منابع آب زیرزمینی‌مان را می‌شناسیم؟

نکته مهمی که شما اشاره می‌کنید، آمار و اطلاعاتی است که برای مدیریت آب‌های زیرزمینی در کشور تولید می‌شود. این موضوع، یکی از چالش‌های بزرگ مدیریت آب است. ما با گذشت بیش از ۵۰ سال از دخالت کامل دولت، در مقوله جمع‌آوری آمار و اطلاعات آب‌های زیرزمینی مشکلات اساسی داریم. البته در دوره‌هایی بر روی این موضوع تمرکز شده است. برای نمونه در دوره‌ای، اکیپ‌هایی برای هر یک از دشت‌های کشور اعزام شده بودند و این اکیپ‌ها ماه‌ها در منطقه مستقر می‌شدند و به آماربرداری از منابع آب زیرزمینی می‌پرداختند. به‌طورکلی در شناخت آب‌های زیرزمینی به چند پارامتر احتیاج داریم، از جمله شناخت ابعاد هندسی آبخوان که از طریق مطالعات ژئوفیزیک و حفاری‌های اکتشافی صورت می‌گیرد تا ابعاد فیزیکی آبخوان شناخته شود.

پارامتر ضریب انتقال نیز قابل ذکر است. این پارامتر به ساختار سفره آب زیرزمینی که آب را عبور می‌دهد یا منتقل می‌کند ارتباط می‌یابد. پارامتر مهم دیگر، ضریب ذخیره است که با توجه به تغییراتی که در سطح ایستابی آب زیرزمینی به وجود می‌آید، به ما می‌گوید قدرت ذخیره‌سازی در واحد حجم چقدر است. برای شناخت این پارامترها نیاز است روزهای متوالی از چاه‌ها، آب پمپاژ شود. در دوره‌ای این کارها انجام می‌شده است، ولی با کمال تأسف سال‌ها است که این اتفاق کمرنگ شده است. همان گونه که برای اندازه‌گیری باران و ریزش‌های جوی، شبکه‌ای برای سنجش میزان بارش‌ها ایجاد شده است، برای پایش تغییرات سطح آب زیرزمینی هم نیاز به شبکه چاه‌های پیزومتری داریم. این‌ها نیازمند سرمایه‌گذاری است. با کمال تأسف در تاریخ مدیریت آب کشور به موضوع مدیریت اطلاعات به‌طور اعم و به‌طور اخص درباره آب‌های زیرزمینی، توجه و سرمایه‌گذاری لازم نشده است. امروزه تکنولوژی‌هایی وجود دارند با اندازه‌گیری تغییرات جرم زمین می‌توانند تغییرات برداشت آب زیرزمینی را تعیین کنند. با مدل‌هایی که دقت بسیار خوبی دارند می‌توان میزان برداشت از آب‌های زیرزمینی را اندازه‌گیری کرد. به هر حال در وضع موجود، با فقدان شدید اطلاعات پایه درباره آب‌های زیرزمینی روبرو هستیم که باید جبران شود. سرمایه‌گذاری مورد نیاز در این مورد، شاید کمتر از نصف هزینه‌های مورد نیاز برای ساخت یک سد مخزنی باشد، ولی ارزش‌افزوده آن در مدیریت منابع آب بسیار بالا می‌باشد.

اگر اطلاعات وجود نداشته یا ضعیف باشد برنامه‌ریزی‌ها درست انجام نمی‌شود، یا اصلاً قادر به برنامه‌ریزی درست نخواهیم بود. کما اینکه نتوانسته‌ایم. یکی از پروژه‌هایی که شورای عالی آب تصویب کرده، تعادل‌بخشی آب‌های زیرزمینی است. پروژه‌های تعریف‌شده در این طرح، در عرض یکدیگر در نظر گرفته شده‌اند، درحالی‌که آمار و اطلاعات، پیش‌نیاز هستند و تا این پیش‌نیازها فراهم نشود، پروژه‌های دیگر پیش نمی‌روند یا با شکست مواجه می‌شوند، کما اینکه تاکنون هم موفقیت چندانی نداشته‌ایم.

یکی از پارامترهای مهمی که از تلفیق درست اطلاعات منابع آب زیرزمینی به دست می‌آید، میزان برداشت مجاز است. محاسبه میزان برداشت مجاز، روش‌شناسی خاص خودش را دارد. باید پرسیده شود که برداشت مجاز ۶۰۰ دشت کشور چگونه محاسبه شده است و مبنای آماری و اطلاعاتی آن چیست؟ به نظر می‌رسد در شرایط فقدان اطلاعات موثق، محاسبات به برآوردهای نسبی متکی است، چرا که منابع اطلاعاتی و روش‌های دقیق به کار گرفته نمی‌شود.

هرچند در برنامه‌های توسعه مقداری برای برداشت از آب‌های زیرزمینی منظور کرده‌اند، اما اینکه چطور کنترل شود؟ یا چطور پایش شود؟ یا اینکه چطور نتیجه عملکردها به چرخه برنامه‌ریزی برمی‌گردد مشخص نیست.

به اعتقاد بنده، مسئله مدیریت اطلاعات آب‌های زیرزمینی از نان شب برای مدیریت منابع آب کشور واجب‌تر است. البته در شعارها و سخنرانی‌ها داد سخن داده می‌شود، ولی با کمال تأسف کار به ثمر نمی‌رسد. نباید از سرمایه‌گذاری ترس داشته باشیم. در یافته‌های جهانی آمده است که اگر یک دلار برای جمع‌آوری آمار و اطلاعات منابع آب زیرزمینی، سرمایه‌گذاری کنید، ارزش‌افزوده این سرمایه‌گذاری ۴۰ برابر خواهد بود. به راستی کدام پروژه را می‌توان یافت که نسبت فایده و هزینه‌اش ۴۰ برابر

شود؟ بنابراین بسیار مهم است که با این ارزش‌افزوده، برای زیرساخت اطلاعات سرمایه‌گذاری کنیم.

معتقدم که هنوز زمان برگشت‌ناپذیری نگذشته است. احیای آب‌های زیرزمینی منوط به این است که تفکر صحیحی در مدیریت آب وجود داشته باشد و در صدر آن‌ها، مدیریت آمار و اطلاعات، به‌عنوان پیش‌نیاز مطرح است. بعد از آن به یک دوره گذار نیاز داریم. از بُعد حکمرانی، رویکرد باید به سمت حکمرانی محلی و تقویت مشارکت ذینفعان و بهره‌برداران منابع آب زیرزمینی باشد. این رویکرد باید شکل بگیرد و پیش‌نیاز مسائلی است که عرض کردم.

به نظر شما چه عواملی مانع شکل‌گیری این رویکرد است؟

مانع اصلی را توزیع قدرت می‌دانم.

تفویض قدرت کار ساده‌ای نیست و دولت، یا حاضر نیست یا هنوز ابعاد قضیه را متوجه نیست که اگر این قدرت و توزیع آن به درستی انجام بگیرد موانع مرتفع می‌شود. با هر ظرفیتی هم که برای دولت متصور شویم، نمی‌توان ۶۰۰ دشت را صرفاً توسط عوامل دولت مدیریت کرد، آن هم مدیریت پایدار!

حکمرانی خوب سه پایه اصلی دارد: دولت، بخش خصوصی و جوامع مدنی (مردم). در زمانی که قدرت به درستی در این سه قوه توزیع شود، می‌تواند به تعادل و امیدواری برای اصلاح این مشکلات منجر شود. در حال حاضر اگر نقش دولت را در مدیریت منابع آب، دایره‌ای به شعاع یک متر در نظر بگیریم، عوامل دیگر نقطه‌ای

بیش نیستند. قانون جدید آب در وزارت نیرو در حال تهیه است و مجلس تدوین آن را در برنامه سوم تکلیف کرده بود. همان طور که می‌بینید، اکنون به برنامه ششم رسیده‌ایم و هنوز هیچ سندی بیرون نیامده است. دلیل اصلی بیرون نیامدن این قانون، مقاومتی است که در انتقال اختیارات به دو رکن گفته‌شده وجود دارد. تا موقعی که چنین باشد، مشکلات اصلی حذف و رفع نخواهد شد. اگر قانون توزیع عادلانه آب را بررسی کنیم متوجه می‌شویم ۹۰ درصد مواد آن، قابل انتقال به مردم است، ولی آیا دولت و حکومت حاضر است این کارها را انجام بدهند؟ اگر حاضر است پس انجام دهد، چرا چنین چیزی اتفاق نمی‌افتد؟ مانع اصلی این است که اصلاح حکمرانی به درستی صورت نمی‌گیرد.

برای این کار نیازمند تعریف یک دوره گذار هستیم. شاید نتوان به سرعت تفویض اختیار و قدرت را از سوی دولت انتظار داشته باشیم، اما ایجاد یک تعادل منطقی متناسب با شرایط اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و سیاسی کشور در یک بازه زمانی از الزامات است. برای تحقق این امر باید یک عزم سیاسی وجود داشته باشد که متأسفانه این عزم وجود ندارد یا بسیار پراکنده است. می‌توان با راه‌اندازی گفتمان ملی درباره آب به‌تدریج مطالبات مردم را بیان کرد و به تعادل نسبی رسید. اینکه چگونه برقراری تعادل بین مردم و دولت و بخش خصوصی صورت بگیرد، مسائل و مشکلات خاص خود را دارد.

با توجه به اینکه بسیاری از آبخوان‌های کشور، در شرایط اضافه‌برداشت بحرانی قرار دارند، چقدر می‌توانیم امیدوار باشیم می‌توانیم بخش قابل ملاحظه‌ای از آبخوان‌ها را نجات دهیم؟ و به چه ظرفیت‌هایی نیاز داریم؟

فکر نکنم تردیدی بر سر این مسئله باشد که بخشی ازآبخوان‌ها را از دست داده‌ایم و بازگشت‌پذیری آن‌ها، اگر ناممکن نباشد بسیار دشوار است. اضافه‌برداشت از منابع آب زیرزمینی به صورت تجمعی، حدود ۱۲۰ میلیارد مترمکعب است. اگر بتوانیم سالیانه حدود ۶ میلیارد مترمکعب برداشت را کاهش دهیم، تقریباً ۲۰ سال طول می‌کشد که رقم ۱۲۰ را به صفر برسانیم. تغذیه طبیعی آب زیرزمینی، سالانه حدود ۳۰ میلیارد مترمکعب (تجدیدپذیر) است، پس اگر ۱۲۰ را به ۳۰ تقسیم کنیم، یعنی چهار سال بایستی به میزان تغذیه طبیعی سفره‌های آب زیرزمینی، برداشت نکنیم تا آن ۱۲۰ میلیارد مترمکعب جبران شود. این کار عملی نیست. اگر چه ۱۲۰ میلیارد مترمکعب، ارزش اقتصادی خیلی بالایی دارد. به هر حال، چنانچه یک برنامه‌ریزی منسجم و مبتنی بر بسترهای مناسب و مدیریت اطلاعات صورت گیرد، معتقد هستم در بازه زمانی ۱۰ تا ۱۵ سال می‌توان این مسئله را جبران کرد، اما این مسئله نیازمند ظرفیت‌سازی و ایجاد عزم سیاسی و جلب مشارکت مردم و بهره‌برداران و اعتماد متقابل است.

به نظر بنده اگر این پیش‌نیازها و برنامه‌ها فراهم آید، خیلی بدبین نیستم و می‌توانیم شرایط را بهتر کنیم و آبخوان‌ها را نجات دهیم. شاید نتوان درباره آبخوان‌هایی که خسارت شدیدی دیده‌اند، آن‌ها را به روز اول برگردانیم، اما ۷۵ تا ۸۰ درصد امید موفقیت درباره سایر آبخوان‌ها وجود دارد. اگر این اتفاق بیفتد، برای مدیریت آب کشور نیز افتخار بزرگی خواهد بود.

وقتی صحبت از ایجاد ظرفیت می‌کنیم، فقط یک جنبه نیست، منظور همه ظرفیت‌های نهادی، ساختاری و پژوهشی است. ما کشوری هستیم که بیش از ۵۰ درصد مصارف وابسته به آب‌های زیرزمینی است، اما یک مرکز پژوهشی مختص به آب‌های زیرزمینی در کشور نداریم. این ظرفیت‌ها باید ایجاد شود. برای نمونه، زمانی که از برداشت از آب‌های ژرف صحبت می‌کنیم، به پشتوانه کدام مطالعات پژوهشی چنین حرف‌های افسانه‌ای درباره اکتشاف منابع ژرف می‌زنیم؟

مهم‌تر از همه، ظرفیت‌های نیروی انسانی لازم است، کارشناسانی که تسلط کافی به مسائل و ابعاد مدیریت آب زیرزمینی داشته باشند. کمبود ظرفیت‌ها در همه ابعاد وجود دارد. واقعیت مسئله این است که کمبود ظرفیت، وقتی که تضارب افکار پیش می‌آید، بسیار خودنمایی می‌کند. مهم‌تر اینکه از ظرفیت موجود هم استفاده نمی‌کنیم. اگر جستجو کنیم، افراد باتجربه و آگاه و دانشمند در سطح کشور پیدا خواهیم کرد، ولی به چه شیوه‌ای از این ظرفیت‌ها استفاده کنیم، خود نیازمند دمیدن تفکری نو است. البته این تفکر هم وجود ندارد، چرا که همه ما مدعی هستیم که همه چیز را می‌دانیم. مسئله ظرفیت‌سازی در همه ابعاد مطرح است، حتی مسائل اجتماعی. ما نمی‌توانیم بدون استفاده از ظرفیت‌های سرمایه اجتماعی، آب‌های زیرزمینی را مدیریت کنیم. اگر کسی مدعی این کار است، در اشتباه است. شناسایی اینکه چه ظرفیتی داریم هم سئوال است. دانشمندان اجتماعی ما باید وارد عمل شوند و در شکل‌دهی ظرفیت‌ها و جهت‌دهی چشم‌اندازها کمک واقعی انجام دهند.

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