



مطمئن تامین آب آشامیدنی و جایگزین تصفیه‌خانه‌های آسیب دیده هستند.

به رغم چنین کارکردهای مهمی، آب‌های زیرزمینی، ناپیدا و از دید و ذهن ما دور هستند و به‌رغم پیشرفت در دانش و مهارت متخصصان، آب‌های زیرزمینی هم‌چنان برای بیش‌تر مردم و حتی اغلب مهندسان و مدیران، چندان شناخته شده نیست. فعالیت‌های انسانی (از جمله افزایش جمعیت و رفاه) و تغییرات اقلیمی، فشار بر آب‌های زیرزمینی را افزایش داده و در بسیاری از نقاط جهان منجر به آلودگی و یا افت سطح آبخوان‌ها و بروز مشکلاتی در استحصال آن‌ها، شده است. ساختار زمین، الگو و طول جریان آب در لایه‌های زمین، زمان ماند آب و پوشش گیاهی منطقه نیز بر کیفیت این منابع اثرگذار است. پساب‌های کشاورزی، فاضلاب‌های انسانی و صنعتی، دفن زباله، ترافیک و حمل و نقل و مانند آن، همگی آب‌های زیرزمینی را آلوده می‌کنند. به این نکته نیز باید توجه داشت که آب‌های زیرزمینی، تابع مرزهای قراردادی نیستند و برداشت از آن‌ها در یک منطقه، بر کمیت و حتی کیفیت این آب‌ها در مناطق دیگر، تاثیرگذار است. این نکته هنگامی پیچیده‌تر می‌شود که بدانیم بیش‌تر آبخوان‌های بزرگ جهان، فرامرزی هستند و به الزام باید در یک فرآیند مسئولیت مشترک و با شفافیت و مشارکت در تولید و رایه اطلاعات و با حاکمیت قانون اداره شوند.

صرف‌نظر از اهمیت آب‌های زیرزمینی و تهدیدهای آشکار و پنهان آن‌ها، هنوز اطلاعات جهانی جامعی پیرامون وضعیت و روندهای فعلی این منابع وجود ندارد. درک ارتباط آب‌های زیرزمینی با سلامت، مهاجرت، گردشگری، تنوع زیستی و بسیاری از بخش‌های حیاتی دیگر زندگی ما، کمک می‌کند تا آب‌های زیرزمینی، از منابعی ناپیدا، به ثروت‌هایی گران بها بدل شوند و شاید کمی بیش‌تر در ذهن و نگاه ما آشکار شوند.

در کشور ما، منابع آب زیرزمینی به دو گروه اصلی طبقه‌بندی می‌شوند. گروه نخست ذخایر استاتیکی راهبردی هستند که در طول سال‌ها و قرن‌های گذشته تشکیل شده‌اند. برداشت از این ذخایر، بسیار خطرناک است و سبب ساقط شدن آبدهی آن‌ها می‌شود و تنها برداشت بخشی از این ذخایر، فقط در شرایط اضطراری توصیه شده است. گروه دوم، ذخایر دینامیکی قابل بهره‌برداری است که به دو طریق اصلی زیر تشکیل می‌شوند:

- نفوذ از ارتفاعات (حجم آب زیرزمینی ایجاد شده از این روش، ۳۶/۶۶ میلیارد مترمکعب در سال برآورد شده است).
- نفوذ در دشت‌ها (حجم آب زیرزمینی ایجاد شده از این روش، ۷/۵۴ میلیارد مترمکعب در سال برآورد شده است).

به این ترتیب حجم ذخایر دینامیکی مطمئن منابع آب زیرزمینی کشور که برای استفاده از آن می‌توان برنامه‌ریزی کرد، حدود ۴۴/۲ میلیارد مترمکعب در سال برآورد شده است. باید توجه داشت که با

## آب‌های زیرزمینی، پیدای ناپیدا



مهندس مجید قنادی

کارشناس ارشد شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور  
و عضو شورای سیاست‌گذاری نشریه

عمده ذخایر مایع آب شیرین کره زمین، در آب‌های زیرزمینی قرار دارد. حجم این منابع ناپیدا، حدود ۱۰ میلیارد میلیون (۱۰<sup>۱۶</sup>) مترمکعب و صد برابر بیش‌تر از حجم آب دریاچه‌ها و رودخانه‌ها در یک لحظه معین، برآورد شده است. آب‌های زیرزمینی را کد نیستند و به آهستگی بسیار جریان دارند و حرکت آن‌ها، نقش تعیین کننده در چرخه طبیعی آب دارد. حدود یک سوم آبدهی آب‌های جاری زمین، با برآورد حجمی در حدود ۱۲ هزار میلیارد مترمکعب در سال، در مسیرهای کم و بیش بلند زیرزمینی در گردش است.

در مقیاس جهانی، آب‌های زیرزمینی به تقریب نیمی از آب آشامیدنی، حدود ۴۰ درصد آب کشاورزی آبی و حدود یک سوم آب مورد نیاز صنعت را تامین می‌کنند. این منابع ارزشمند، دور از چشم ما و در زیر پای ما، گنج‌های پنهانی هستند که از اکوسیستم‌ها محافظت، جریان پایه رودخانه‌ها را حفظ و از فرونشست زمین جلوگیری کرده و به این ترتیب نقش بی‌بدیل خود را در حفظ و تداوم حیات در کره زمین ایفا می‌کنند. در دوران ما که پیامدهای متاثر از تغییر اقلیم، یکی از مشکلات اصلی پیش روی جوامع انسانی است، مدیریت مطلوب آب‌های زیرزمینی با ظرفیت ذخیره قابل توجه، بخشی از ساز و کارهای سازگاری با تغییر اقلیم است چراکه اغلب منبع اصلی و شاید تنها گزینه تامین آب در سرزمین‌های خشک و نیمه خشک به‌شمار می‌روند. در رخداد بلایای طبیعی و درگیری‌ها و مناقشه‌ها نیز که تاسیسات آبرسانی تخریب و یا آسیب می‌بینند، سفره‌های زیرزمینی، منبع

لحاظ تداوم خشکسالی و تقلیل نزولات آسمانی در سال‌های اخیر، حجم واقعی ذخایر دینامیکی منابع آب زیرزمینی کشور، کم‌تر از  $44/2$  میلیارد مترمکعب در سال است. این درحالی است که به‌عنوان مثال در سال آبی  $96-1395$ ، افزون بر  $173$  هزار چشمه با تخلیه سالانه  $10/6$  میلیارد مترمکعب،  $41$  هزار رشته قنات با تخلیه سالانه  $4/5$  میلیارد مترمکعب و  $805$  هزار حلقه چاه عمیق و نیمه عمیق با تخلیه‌ی سالانه‌ی حدود  $45/5$  میلیارد مترمکعب، در مجموع سالانه  $60/6$  میلیارد مترمکعب آب از منابع زیرزمینی کشور برداشت کرده‌اند. این روند که با اندک تغییری در آمارها، در سال‌های گذشته و پیش روی هم‌چنان تداوم دارد، کشور ما را در جایگاه نخست بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی در کشورهای منطقه جنوب غرب آسیا و شمال آفریقا (منطقه منا) قرار داده است.

در سه دهه اخیر میزان منابع آب زیرزمینی تجدیدپذیر کشور، متأثر از کاهش نزولات آسمانی، با  $10/5$  درصد کاهش، از  $46/5$  میلیارد مترمکعب در سال  $1373$  به کم‌تر از  $41/6$  میلیارد مترمکعب در سال  $1399$  تقلیل یافته است. برداشت بیش از توان بازیابی این منابع سبب شده است که طی پنجاه و پنج سال، تراز آبخوان‌های زیرزمینی کشور، با میانگین سالانه  $55$  سانتی‌متر و متوسط تجمعی  $25$  متر در طی پنجاه سال کاهش یابد و طی دوره  $99-1344$ ، ظرفیت آن‌ها با کسری تجمعی بیش از  $130$  میلیارد مترمکعب در سال مواجه شود. این رخداد نامیمون سبب شده است تا از مجموع  $609$  محدوده مطالعاتی در دشت‌های کشور،  $410$  محدوده ( $67/3$  درصد) در وضعیت "ممنوعه" و "ممنوعه بحرانی" قرارگیرند. پیامد تخلیه آبخوان در دشت‌های ممنوعه، ایجاد فرو چاله‌ها و فرو نشست زمین است که نمونه‌های آن به فراوانی مشاهده و گزارش می‌شود.

گزارش‌های جهانی حکایت از آن دارد که میزان برداشت از چاه‌های آب، از  $5/5$  مترمکعب در روز در چاه‌های خصوصی تا بیش از  $27$  هزار مترمکعب در روز در چاه‌های آب کشاورزی، شرب و صنعتی در نوسان است و در صورتی که بهره‌برداری آن‌ها، به درستی طراحی و مدیریت نشود، حسب شرایط محلی، پیامدهایی هم‌چون تخلیه آبخوان، تجاوز به حبابه دیگر کاربران، نفوذ القایی (Induced infiltration) (مکش آب‌های سطحی مجاور و نزدیک به درون سفره)، پیشروی آب‌های شور، فرو نشست و در مواردی بالا آمدن پوسته زمین (Crustal uplift) را به‌همراه خواهد داشت.