عباس راهدان[1]، مژگان یاراحمدی[2]،لیلا قاسمی[3]

۱.دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آبخیز، دانشکده منابع‌طبیعی، دانشگاه تهران.

۲. دانشجوی کارشناسی‌ارشد علوم و مهندسی آبخیز، دانشکده منابع‌طبیعی، دانشگاه تهران.

۳. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد اکوهیدرولوژی، دانشکده علوم و فنون نوین، دانشگاه تهران.

Abasrahdan1993@ut.ac.ir

استحصال آب‌های ژرف و آسیب‌پذیر بودن آن‌ها

چکیده

آب‌های زیرزمینی جهانی یک منبع عظیم است که حدود ۱۰۰ برابر آب تمام دریاچه‌های جهان را ذخیره می‌کند، ٪۴۰ آب برای کشاورزی جهانی آب‌رسانی را تأمین می‌کند و آب آشامیدنی را برای میلیاردها نفر در سراسر جهان تأمین می‌کند. وابستگی به آب‌های زیرزمینی فسیلی برای برآوردن نیازهای آب درنتیجه افزایش برداشت از آب زیرزمینی و حفاری عمیق‌تر در برخی مناطق در حال افزایش است. آب‌های ژرف در برابر آلودگی آسیب‌پذیر هستند. لذا باتوجه به تأثیر ٪۵۰ آب‌های فسیلی از آلودگی‌های معاصر و با در نظر گرفتن زمان طولانی برای تجدید دوباره آن‌ها این نتیجه حاصل می‌شود که در صورت آلوده‌کردن آن‌ها نیازمند به هزاران سال برای پاک‌شدن آن‌ها هستیم. درک سطح جهانی و عمق منابع آب‌های زیرزمینی فسیلی مهم است، زیرا حساسیت منحصربه‌فرد آن‌ها نسبت به استفاده بیش‌ازحد، آسیب‌پذیری احتمالی آلوده‌کننده‌های سطحی، آسیب‌پذیری بالقوه به آلاینده‌های ژئوشیمیایی و ایزوله از تغییرات اقلیمی معاصر است.

کلمات کلیدی:

آب زیرزمینی، آب ژرف، بهره‌برداری، ایران، آبخوان.

مقدمه

بهبود دسترسی به آب شیرین برای کشاورزی، خانوارها و صنعت درحالی‌که حفظ اکوسیستم‌های حیاتی در یک محیط در حال تغییر جهانی یک چالش علمی و سیاسی حیاتی است. منابع آب زیرزمینی فسیلی احتمالاً بیش از نیمی از آب شیرین منجمد جهانی را تشکیل می‌دهد (Jasechko & et al., ۲۰۱۷). بسیاری از مردم حتی دانشگاهیان و کارشناسان، منابع آب‌های ژرف را همان منابع آب فسیلی تصور می‌کنند حال‌آنکه چنین نیست و این یک خطای بزرگ است. آب‌های ژرف ازجمله آب‌های زیرزمینی محسوب می‌شوند. این آب‌ها نیز شامل انواع مختلفی است اما هنوز تقسیم‌بندی جامعی برای آن‌ها ارائه نشده است. اما برخی منابع، منابع آب ژرف را به پنج دسته تقسیم نموده‌اند.

۱) منابع آب ژرف فسیلی (مثل لیبی و اردن)

آب‌هایی هستند که طی هزاران سال در اعماق زمین محبوس شدند که این منابع هم خود منشأهای مختلفی دارند. این‌گونه آب‌ها در چرخه هیدرولوژیکی آب شرکت ندارند منابع آب ژرف به‌ویژه آب‌های فسیلی بسیار ارزشمند بوده و از آن‌ها به‌عنوان منابع آبی استراتژیک نیز یاد می‌شود.

۲) منابع آب ژرف ژئوترمال یا معدنی (با املاح بسیار زیاد و غیرقابل‌استفاده)

این‌گونه منابع نیز در چرخه هیدرولوژیکی آب شرکت ندارند. این نوع آب‌ها در اعماق زمین و در فعل‌وانفعالات شیمیایی مربوط به مواد آتش‌فشانی شکل‌گرفته‌اند البته بخش زیادی از این منابع غیرقابل‌دسترس هستند. اما چیزی که مشخص است میزان بالای املاح موجود در این منابع است بنابراین نمی‌توان از آن‌ها به‌عنوان منبعی برای استفاده بشر بهره برد.

۳) منابع آب ژرف با ساختار نفتی (کیفیت بسیار پایین)

این منابع آبی نیز از کیفیت مناسبی برای بهره‌برداری برخوردار نیستند و در صورت برداشت نیازمند تأسیسات بسیار پیشرفته برای بهبود کیفیت آن خواهند بود.

۴) منابع آب ژرف آبرفتی (تجدیدپذیر)

این منابع ازجمله منابع ژرف آبی هستند که در زیر زمین حرکت می‌کنند در لایه‌های رسوبات آهکی زمین باضخامت بیش از ۷۰۰ متر ذخیره‌شده‌اند. این منابع تجدیدپذیر محسوب می‌شوند و به عبارتی می‌توانند در چرخه هیدرولوژیکی آب شرکت داشته باشند اما مدت‌زمان کامل‌شدن یک چرخه از آن‌ها ممکن است بسیار طولانی باشد. میزان کیفیت آن‌ها نیز بسته به نوع رسوبات آبخوان می‌تواند متفاوت باشد.

۵) منابع آب ژرف گسلی (که در زیر زمین حرکت می‌کنند و امکان دارد از دسترس خارج شوند)

این منابع نیز جزو منابع آب ژرف تجدیدپذیر محسوب می‌شوند و نسبت به سایر آب‌های ژرف کیفیت مناسب‌تری دارند (آریا منش ۹۶).

درک گستره و عمق جهانی منابع آب‌های زیرزمینی فسیلی به دلیل حساسیت متمایز آن‌ها به اضافه برداشت، جداسازی فرضی از آلاینده‌های سطحی، آسیب‌پذیری بالقوه در برابر آلاینده‌های زمین زا و انزوا از تنوع آب و هوایی مدرن اهمیت دارد (Jasechko & et al., ۲۰۱۷).

باتوجه به اهمیت فراوان آب‌های ژرف در این پژوهش به بررسی آب‌های ژرف در ایران و جهان پرداخته می‌شود.

تعاریف آب ژرف یا آب فسیلی

آب‌های فسیلی یا Paleo water، بدنه آبی باستانی، که چندین میلیون سال در فضای غیر آشفته، محصورشده است (Kem-per, ۲۰۰۶). آب‌های ژرف، آب‌هایی هستند که در شرایط آب‌وهوایی متفاوت نسبت به زمان حال، در میان رسوبات و خلل و فرج سنگ‌ها در اعماق زمین به دام افتاده‌اند و تماس آن‌ها با جو زمین قطع شده است. این آب‌ها در چرخه هیدرولوژیکی شرکت نداشته و یا مدت‌زمان زیادی برای تکمیل این چرخه نیاز دارند (ظفری، ۱۳۹۴).

آبی که معمولاً حاصل نفوذ بارش در ۱۲۰۰۰ سال پیش (هولوسن) و اغلب در شرایط آب‌وهوایی متفاوت از حال حاضر و از آن زمان به بعد به‌صورت زیرزمینی ذخیره‌شده است (Foster, ۲۰۰۶).

بنابراین، شامل هر دو مفهوم ژنتیکی و سینماتیک است، ازآنجاکه با مکانیسم تعامل و سن آب‌های زیرزمینی مرتبط است. دیگر انواع آب‌های فسیلی می‌توانند شامل دریاچه‌های زیر یخچالی مانند دریاچه وستوک قطب جنوب و حتی آب‌های باستانی روی سیارات دیگر باشند (www.fao.org).

تجدیدپذیر یا تجدید ناپذیر

سن آب‌های زیرزمینی به دوره محصورشدن آب‌های زیرزمینی در آبخوان مربوط می‌شود و عدم وجود شارژ کامل سیستم؛ لزوماً به معنای منابع غیرقابل تجدید نیست. نباید با آب‌های زیرزمینی ذاتی، که در یک اقلیم زمین‌شناسی به دام افتاده است اشتباه گرفت، که اغلب نمکی هستند و اغلب در aquitards (به‌جای آبخوان) رخ می‌دهد(Foster, ۲۰۰۶).

اهمیت بررسی و اکتشاف آب‌های ژرف

در سال‌های اخیر با رشد جمعیت، خشکسالی و به دنبال آن کمبود آب شرب سطحی؛ برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی آبرفتی و کارستی کم‌عمق، دوچندان شده است. برداشت بی‌رویه باعث شده است تا بیلان اکثر دشت‌های ایران منفی شود. همچنین سفره‌های آبرفتی و کارستی به دلیل عمق کم در معرض خطر آلودگی قرار داشته و کیفیت آن‌ها باگذشت زمان در حال کاهش می‌باشد. بنابراین، شناسایی منابع آب‌های ژرف و بررسی خصوصیات آن‌ها به‌عنوان یک منبع آب در دسترس بشر دارای اهمیت به سزایی است (نظری ۹۵).

مطالعه و شناخت آب‌های ژرف برای هر کشوری لازم است؛ همان‌طور که بسیاری از کشورها این مطالعه را برای خود انجام داده‌اند و در بسیاری موارد محرمانه نگه‌داشته‌اند. اما این مطالعات باید فقط در حد شناخت و شناسایی آب‌های ژرف باقی بماند (ناصری ۹۶).

اکتشاف آب‌های ژرف در ایران

طرح مطالعاتی منابع آب‌های ژرف ایران با مشارکت و سرمایه‌گذاری روس‌ها در حال انجام است. این پروژه که فعلاً در حد مطالعاتی است در دو منطقه هزار مسجد خراسان و زابل سیستان‌وبلوچستان شروع شده است. این پروژه مطالعاتی در پی کشف تصادفی آب در عمق بیش از ۵۰۰ متر حین حفاری‌های مشترک ملی فولاد ایران مطرح شده است. اخیراً نیز معاون آب و آبفای وزارت نیرو خبر از آغاز عملیات اجرایی جهت حفر چاه با عمق بیش از ۱۰۰۰ متر در استان سیستان‌وبلوچستان برای اکتشاف آب‌های ژرف داده است (ناصری ۹۶).

استخراج آب‌های ژرف در ایران

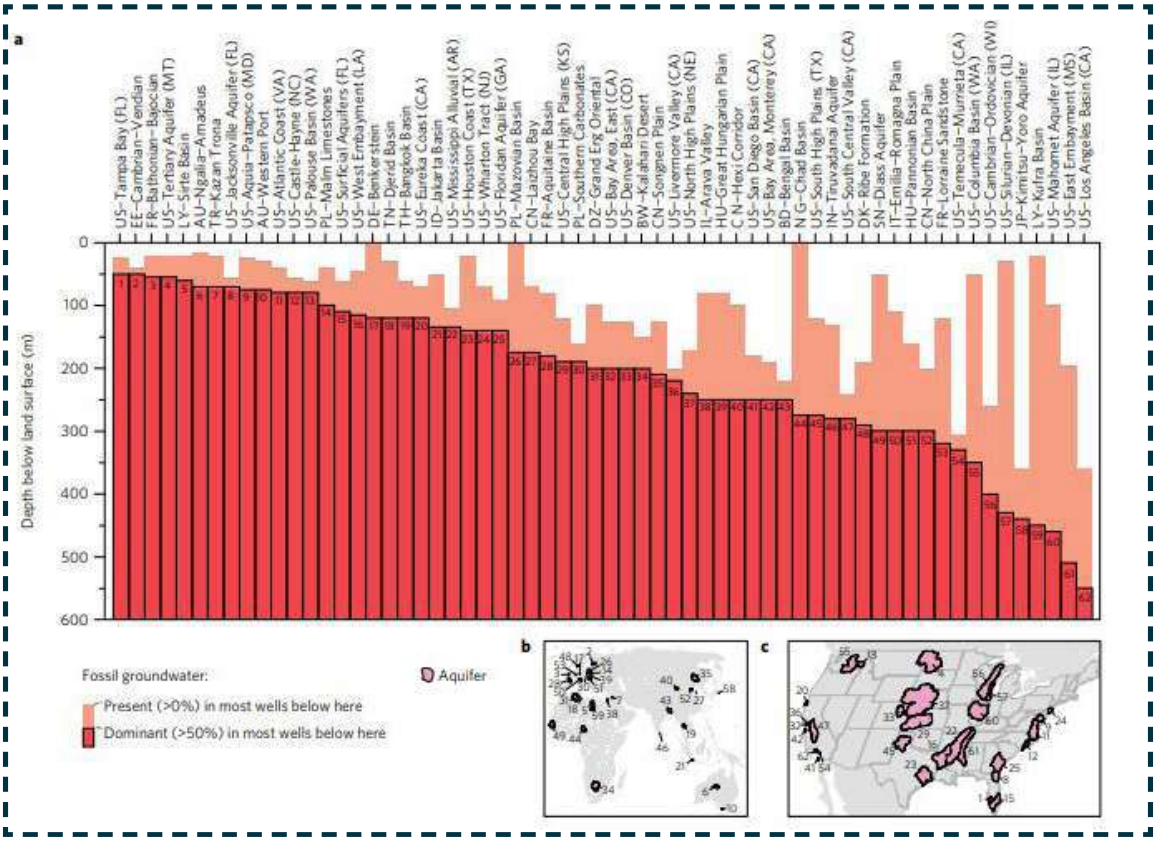
موضوع استخراج و برداشت از آب‌های ژرف پس از مدت‌ها بحث و بررسی سرانجام به تصویب هیئت دولت رسید. پس از گزارش‌ها و موافقت تعدادی از دستگاه‌های اجرایی با پیشنهاد مربوط به استخراج آب‌های عمیق ایران که در عمق ۵۰۰ تا هزار متری سطح زمین قرار دارد. بالاخره هیئت دولت با صدور بخشنامه‌ای مقرر کرد مبلغ ۲۵۰ میلیارد ریال اعتبار از محل منابع قانون تشکیل سازمان مدیریت بحران کشور برای تأمین آب شرب اضطراری استان سیستان‌وبلوچستان در قالب انجام حفاری آب ژرف در اختیار وزارت نیرو قرار بگیرد. اما این‌که چه تعریفی از آب‌های ژرف وجود دارد و آیا واقعاً این تکنیک راه‌گشای تأمین منابع آبی کشور خواهد بود هنوز پاسخ دادن به آن کمی زود باشد.

برای استفاده از این منابع با ارزش مطالعات بسیار دقیق و کافی موردنیاز بوده و حتی در صورت امیدبخش بودن مطالعات بحث هزینه‌های حفاری تأسیسات بهبود کیفیت این آب‌ها سیستم‌های خنک‌کننده آب‌های ژرف برای کاهش صدمه به تأسیسات و افزایش عمر سامانه و هزینه‌های نگهداری پس از آن، همه و همه باید به‌دقت مورد بررسی قرار گیرد. اما مسئله اصلی اینجاست که آیا واقعاً وقت آن رسیده که از آب‌های ژرف به‌عنوان منابع جایگزین فعلی استفاده نمود؟ آیا با تخصیص این هزینه‌های سرسام‌آور تشویق کشاورزان به استفاده از روش‌های نوین آبیاری برای بالا بردن راندمان آبیاری کشور یا تغییر در شیوه مدیریت منابع آبی فعلی روش صحیح‌تری برای عبور از مشکل بی‌آبی آینده کشور نخواهد بود؟

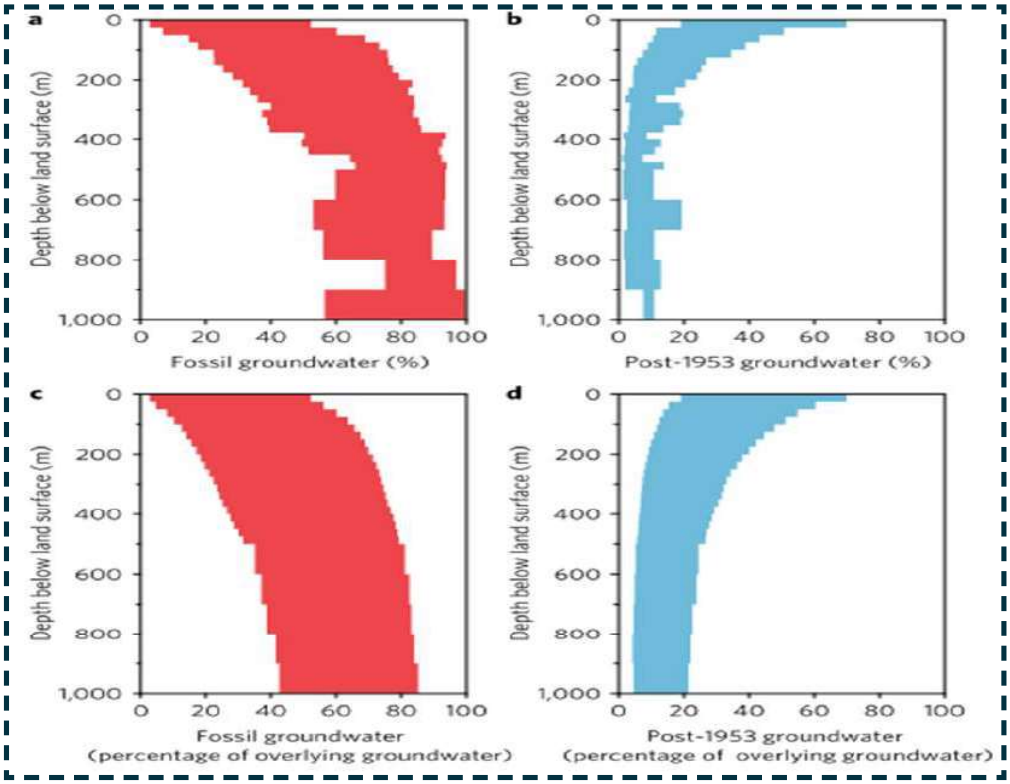
آب‌های زیرزمینی فسیلی در آبخوان‌های جهان

بیش از نیمی از کل چاه‌های عمیق‌تر از ۲۵۰ متر، آب‌های زیرزمینی هستند که عمدتاً (< ٪۵۰) قبل از هولوسن پرشده‌اند. (یعنی حداقل آب‌های زیرزمینی فسیلی برای اکثر نمونه‌های آب زیرزمینی که از چاه‌های عمیق‌تر از ۲۵۰ متر پمپاژ می‌شوند از ٪۵۰ بیشتر است). نیمی از کل چاه عمیق‌تر از ۴۰ متری آب زیرزمینی، تقریباً به‌طور کامل (< ٪۹۰)آب‌های زیرزمینی بارگیری شده قبل از۱۹۵۳. نیمی از کل چاه‌های عمیق‌تر از ۴۰ متر که آب زیرزمینی از آن‌ها پمپاژ می‌شود، تقریباً به‌طور کامل (بیش از ٪۹۰) از آب‌های زیرزمینی تغذیه‌شده قبل از سال ۱۹۵۳ تشکیل‌شده‌اند (یعنی حداکثر آب زیرزمینی پس از ۱۹۵۳ کمتر از ٪۱۰ برای اکثر نمونه‌های آب زیرزمینی پمپاژ شده از عمق بیشتر از ۴۰ متر است) (Jasechko & et al., ۲۰۱۶: Gleeson& et al., ۲۰۱۶).

نتایج تحقیقات (Chen & et al., ۲۰۰۵: Cartwright & Weaver, ۲۰۰۵) حاکی از آن است که آب‌های زیرزمینی فسیلی احتمالاً ۴۲ تا ۸۵ درصد از کل آب‌های زیرزمینی در ۱ کیلومتر بالاترین پوسته، ۳۱ تا ۷۹ درصد در بالای ۵۰۰ متر و ۱۰ تا ۶۳ درصد در ۱۰۰ متر بالایی پوسته را شامل می‌شود (شکل ۲ c). در مقابل، آب‌های زیرزمینی پس از سال ۱۹۵۳ تنها ۵-۲۲ درصد از کل آب‌های زیرزمینی در ۱ کیلومتری بالای پوسته، ۶ تا ۲۷ درصد در بالای ۵۰۰ متر و ۱۳ تا ۵۱ درصد در ۱۰۰ متر بالایی پوسته را تشکیل می‌دهند (شکل ۲ d). بنابراین، ذخیره آب‌های زیرزمینی فسیلی در بالای ۱ کیلومتری پوسته، ۹/۱ تا ۱۷ برابر بزرگ‌تر از ذخایر آب زیرزمینی پس از سال ۱۹۵۳ است. تقریباً ۵ تا ۱۸ میلیون کیلومترمکعب آب زیرزمینی فسیلی (۱۳۰-۳۶ متر عمق معادل)، ۴.۶-۰.۶ میلیون کیلومترمکعب آب زیرزمینی پس از سال ۱۹۵۳ (۳۳-۴ متر عمق معادل) و کمتر از ۸۰۰۰ کیلومترمکعب باران و برف اخیر است که در کمتر از سه ماه به جریان تبدیل می‌شود.



شکل ۱) گسترش آب‌های زیرزمینی فسیلی در آبخوان‌های جهان



شکل ۲) تغییرات آب‌های فسیلی و زیرزمینی پس از سال ۱۹۵۳ با عمق

بررسی آب‌های ژرف در دنیا در چه مرحله‌ای است؟ سایر کشورهای دنیا در این زمینه چه اقداماتی را انجام داده‌اند؟

در بسیاری از کشورهای دنیا مانند آمریکا، انگلیس، لیبی، عربستان، مصر، اردن، استرالیا، سودان، الجزایر و... از سال‌ها پیش مطالعه در زمینه‌ی آب‌های ژرف آغاز شده و حتی بهره‌برداری از آن‌ها صورت گرفته است. به‌طور مثال در کشوری مانند لیبی از ۳۰ سال پیش، مراحل اکتشاف و بهره‌برداری از این آب‌ها آغاز شده است و هم‌اکنون، این آب‌ها سهم عمده‌ای در تأمین آب شرب و کشاورزی این کشور دارند. جالب است بدانید که در کشورهایی مانند عربستان سعودی و لیبی، آب‌های ژرف، منبع مهم و غالب تأمین آب شهری و کشاورزی است (نظری ۹۵).

آسیب‌پذیری آب‌های فسیلی به آلودگی

آب‌های چاه‌های فسیلی اغلب حاوی اجزایی از آب‌های زیرزمینی بسیار جوان‌تر و با قدمت چند دهه است، به این معنی است که آب‌های چاه‌های فسیلی (و احتمالاً سفره‌هایی که از آن‌ها سرچشمه می‌گیرند) در برابر آلودگی‌های ناشی از آلاینده‌های دوران مدرن بیش از آنچه قبلاً تصور می‌شد، آسیب‌پذیر هستند. چندین فرآیند می‌توانند آب‌های زیرزمینی دهه‌ای را با آب‌های زیرزمینی فسیلی مخلوط کرده و درنتیجه آب‌های چاه‌های فسیلی را در برابر آلاینده‌های مدرن آسیب‌پذیر کنند (Toth, ۱۹۶۳: Jiang,& et al., ۲۰۱۰).

فرآیندهای تأثیرگذار بر ترکیب آب‌های زیرزمینی جوان با آب‌های فسیلی

۱. ناهمگونی آبخوان (که منجر به جریان ترجیحی آب زیرزمینی جوان از طریق مناطق با نفوذپذیری بالا و جریان‌های کندتر آب زیرزمینی قدیمی‌تر از طریق بخش‌های کمتر نفوذپذیر سیستم آبخوان، با اختلاط این آب‌های با سن متفاوت توسط پراکندگی یا انتشار می‌شود).

۲. جریان چند مقیاسی آب زیرزمینی مبتنی بر توپوگرافی (همچنین می‌تواند منجر به مسیرهای جریان آب زیرزمینی مجاور با سن‌های بسیار متفاوت شود، و بنابراین می‌تواند اختلاط یا پراکندگی قابل‌توجهی در سنینی که مسیرهای جریان همگرا می‌شوند، مانند مناطق تخلیه کم ارتفاع در سطح زمین، وجود داشته باشد).

۳. اختلاط القایی آب‌های جوان و پیر (نیز می‌تواند در چاه‌هایی با سوراخ‌های باز یا صفحه‌های طولانی که به‌طور همزمان آب‌های زیرزمینی پیر و جوان را از لایه‌های کم‌عمق و عمیق یک سفره زیرزمینی جذب می‌کنند، رخ دهد).

۴. نشتی در بخش‌های خورده یا بد مهروموم‌شده چاه (همچنین ممکن است به اختلاط آب‌های جوان و پیر در خود چاه کمک کند).

۵. تریتیوم ممکن است با آب‌های زیرزمینی فسیلی عمدتاً به دلیل پمپاژ در امتداد صفحه چاه‌های گسترده، مخروط شدن و پایین آمدن آب‌های زیرزمینی به دلیل پمپاژ و نشت در امتداد حفره چاه همراه باشد.

۶. مسیرهای جریان طبیعی آب‌های زیرزمینی را انتقال می‌دهند (Ferguson & et al., ۲۰۰۷: Jiang & et al., ۲۰۱۰).

فرونشست و مرگ زمین

درباره فرونشست زمین برخی دیگر از کارشناسان حوزه محیط‌زیست معتقدند: برداشت غیراصولی و بدون مطالعات دقیق مکانیک خاک می‌تواند باعث ایجاد حفره‌های عظیم و خطرناک در دشت‌ها و حتی مناطق شهری شود که جبران‌ناپذیر خواهد بود. به گفته این کارشناسان آب‌های ژرف معمولاً شور است و با به سطح آوردن این آب‌ها بدون مطالعه و پیش‌بینی‌های لازم زمینه مرگ خاک و از بین رفتن اراضی حاصلخیز فراهم می‌شود. یک کارشناس سازمان زمین‌شناسی نیز با بیان این‌که برآوردها نشان می‌دهد که در مناطقی مانند خراسان جنوبی، کرمان، سیستان‌وبلوچستان و یزد اولویت حفاری برای رسیدن به آب ژرف وجود دارد، خاطرنشان کرد: هم‌اکنون اطلاعات و دانش و تخصص مربوط به آب‌های ژرف و این‌که کدام مناطق کشور دارای آب ژرف هستند بسیار کم است.

علیرضا رضایی با بیان این‌که در بحث برداشت آب‌های ژرف موضوع مهم، استفاده از این آب‌ها در مصارف شرب و صنعت است تصریح کرد: بدون تردید تمام آب‌های ژرف قابلیت استفاده ندارد و بخشی از آن ممکن است به دلیل داشتن آلودگی‌هایی چون شوری شدید یا حتی آلودگی‌های اتمی قابل‌استفاده نباشد که این امر با توجه به هزینه‌های بالای استحصال آب، نیازمند بررسی قبل از حفاری است. وی خاطرنشان کرد: هم‌اکنون تنها چند کشور روی این موضوع کارکرده‌اند و در کشورهایی چون لیبی و جنگل‌های آمازون به اکتشاف منابع آب با وسعت و حجم قابل‌توجهی دست‌یافته‌اند. البته این مسئله در مواردی هم با خطا همراه بوده است.

عدم استفاده از آب‌های ژرف

تجدیدپذیری آب‌های ژرفی بسته به تراوایی رسوبات و سازندها و میزان بارش، زمان ماندگاری آب‌های زیرزمینی از ده تا هزاران سال متغیر است. به نظر می‌رسد در شرایط حاضر شناسایی و استخراج آب‌های ژرف، به‌ویژه بخش تجدیدپذیر آن، دارای اهمیت بوده و می‌تواند بخش عمده‌ای از مشکل کم‌آبی کشور را رفع کند. تاکنون، این آب‌ها در ایران به دلیل فقدان روش استحصال و هزینه‌بر بودن مورداستفاده قرار نگرفته‌اند.

در بسیاری اوقات آب‌های ژرف فرامرزی هستند و تغذیه آن‌ها به مکان‌های دور و یا زمان‌های دور برمی‌گردد.

هزینه اکتشاف و بهره‌برداری از آب‌های ژرف به‌مراتب از هزینه انتقال بین‌حوزه‌ای و یا نمک‌زدایی و انتقال در مسیرهای طولانی کمتر است؛ حتی ممکن است که آب‌های موجود در پهنه‌های گسل اصلی موجود اگر مورداستفاده و بهره‌برداری قرار نگیرند از دسترس خارج شوند.

براساس برآوردهای صورت گرفته آب موجود در سفره‌های آب سطحی بین ۴۰۰ تا ۵۰۰ میلیارد مترمکعب و آب موجود در سفره‌های ژرفی کشور بین ۵۰ تا ۶۰ هزار میلیارد برآورد شده است که بخشی از این آب‌ها تجدیدپذیر و بخشی آب‌های فسیلی، شور و هیدروترمال هستند.

احتمالاً بخشی از این آب‌ها به خلیج‌فارس و دریای خزر وارد شده و بخشی از کشور خارج می‌شوند و لذا مطالعه و شناخت این منابع بسیار ضروری است.

راه‌حل‌های جایگزین پیشنهادی برای عدم استفاده از آب‌های ژرف

تصفیه فاضلاب

اولین و مهم‌ترین گزینه برای جبران کمبود آب، تصفیه فاضلاب است. فاضلاب تصفیه‌شده، بر اساس نوع و سطح تصفیه، قابلیت استفاده در باغات کشاورزی و به‌ویژه در مناطق کویری ایران و مخصوصاً در مناطقی مثل رفسنجان را دارد که استفاده بیش‌ازحد از آب زیرزمینی در این مناطق برای باغات پسته، باعث افت شدید سطح آب‌های زیرزمینی شده است.

علاوه‌بر استفاده از پساب خروجی تصفیه‌خانه‌ها در کشاورزی، تغذیه آب‌های زیرزمینی، احیاء تالاب‌ها، آب‌رسانی طرح‌های جنگل‌کاری، آب‌رسانی طرحی‌های مقابله با ریزگردها و...، امروزه تصفیه پیشرفته فاضلاب و پساب آن، منبع بزرگی از آب آشامیدنی را در اختیار شهروندان کشورهای مختلف در کشورهایی مثل کشورهای جنوب شرق آسیا و استرالیا قرار داده است.

جداسازی آب شرب و بهداشتی

گزینه دیگر برای مقابله با کمبود آب در ایران، جداسازی آب شرب و بهداشتی مصرفی منازل است. هیچ دیدگاه منطقی نمی‌تواند بپذیرد که یک شهروند بتواند از آب شرب و سالم در سرویس بهداشتی و برای شست‌وشو استفاده نماید. این نوع روش مصرف آب که در تمام شهرهای ایران در جریان است، غیرمنطقی‌ترین روش مصرف آب و درواقع هدر دادن آب است.

در قابل‌استفاده از آب‌های غیر شرب برای مصارف بهداشتی و استفاده از آب بطری شده برای مصارف آشامیدنی می‌تواند یکی از بهترین راهکارها برای مقابله با کم‌آبی در کشور باشد.

افزایش بهره‌وری آب به‌خصوص در بخش کشاورزی

در ایران بهره‌وری چه در بخش انرژی و چه در بخش آب بسیار پایین است تقریباً ۹۰ درصد منابع آبی ایران در بخشی مصرف می‌شود که کمترین بازدهی را به همراه دارد. بخش کشاورزی ایران، بزرگ‌ترین قاتل آب‌های شیرین ایران است اما باوجود این وزارت نیرو برای تأمین آب موردنیاز همین قاتل بزرگ، در حال مطالعه استفاده از منابع استراتژیک آب‌های ژرف و دیگر منابع آب‌های زیرزمینی است.

از این‌رو برداشت از آب‌های ژرف شاید بتواند در کوتاه‌مدت (کوتاه‌مدتی بسیار کم با توجه به وسعت کم‌آبی در ایران و نیاز شدید بخش کشاورزی به آب) جواب‌گو باشد و رونقی به بخش کشاورزی عطا کند، اما در بلندمدت دچار سرنوشت شوم آب‌های زیرزمینی متداول خواهد شد و این بار مسلماً شدت و دامنه تأثیر آن بسیار بیشتر خواهد بود.

نتیجه‌گیری

استفاده جهانی از آب‌های زیرزمینی در حال افزایش است. کاهش سطح آب، خشکسالی‌های شدیدتر، و بهبود فناوری‌های ساخت چاه ممکن است حفاری عمیق‌تر را تشویق کند و اتکای جامعه به آب‌های زیرزمینی فسیلی را افزایش دهد. ارزیابی میزان پمپاژ آب زیرزمینی فسیلی از سفره‌های زیرزمینی به سوابق عمق ساخت چاه نیاز دارد.

پمپاژ آب‌های زیرزمینی فسیلی ممکن است منجر به تخلیه آبخوان شود، و این خطر در مناطق خشک که سطح آب زیرزمینی عمیق‌تر است و افزایش جبرانی در تغذیه یا کاهش تخلیه آب زیرزمینی کمتر است، بیشتر است. اتکای به آب‌های زیرزمینی فسیلی به‌ویژه در مناطق با آب‌وهوای خشک و خیلی خشک که تغذیه‌ی آب‌های زیرزمینی بسیار ناچیز است، بسیار چشمگیر است.

منابع

1. Cartwright, I. &Weaver, T. R. Hydrogeochemistry of the Goulburn Valley region of the Murray Basin, Australia: implications for flow paths and resource vulnerability. Hydrogeol. J. 13, 752-770 (2005).
2. Chen, Z., Nie, Z., Zhang, Z., Qi, J. & Nan, Y. Isotopes and sustainability of ground water resources, North China Plain. Groundwater 43, 485_493 (2005).
3. Dr Karin Kemper, Non-Renewable Groundwater Resources: A guidebook socially-sustainable management for water-policy makers, UNESCO 2006.
4. Ferguson, G. A., Betcher, R. N. & Grasby, S. E. Hydrogeology of theWinnipeg formation in Manitoba, Canada. Hydrogeol. J. 15, 573-587 (2007).
5. Foster, S., & Loucks, D. P. (2006). Non-renewable groundwater resources. A guidebook on socially sustainable management for water policy makers. IHP series on Groundwater, (10).
6. Foster, S., & Loucks, D. P. Non-renewable groundwater resources. A guidebook on socially sustainable management for water policy makers. IHP series on Groundwater, (10). (2006).
7. Gleeson, T., Befus, K. M., Jasechko, S., Luijendijk, E. & Cardenas, M. B. The global volume and distribution of modern groundwater. Nat. Geosci. 9, 161_168 (2016).
8. Groundwater Information Sheet: Salinity". CA State Water Resources Control Board. http://www.waterboards.ca.gov/gama/docs/coc_salinity.pdf.
9. http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/LBY/.
10. Jasechko, S., Kirchner, J.W.,Welker, J. M. & McDonnell, J. J. Substantial proportion of global streamflow less than three months old. Nat. Geosci. 9, 126-129 (2016).
11. Jasechko, S., Perrone, D., Befus, K. M., Cardenas, M. B., Ferguson, G., Gleeson, T., ... & Kirchner, J. W. (2017). Global aquifers dominated by fossil groundwaters but wells vulnerable to modern contamination. Nature Geoscience, 10(6), 425-429.
12. Jasechko, S., Perrone, D., Befus. K.M., Cardenas, M.B., Ferguson, G., Gleeson, T., Luijendijk, E., McDonnell, J.J., Taylor, R.G., Wada, Y., Kirchner, W. Global aquifers dominated by fossil groundwaters but wells vulnerable to modern contamination. NATURE GEOSCIENCE, VOL 10. DOI: 10.1038/NGEO2943
13. Jiang, X.W.,Wan, L., Cardenas, M. B., Ge, S. &Wang, X. S. Simultaneous rejuvenation and aging of groundwater in basins due to depth-decaying hydraulic conductivity and porosity. Geophys. Res. Lett. 37, L05403 (2010).
14. Toth, J. A theoretical analysis of groundwater flow in small drainage basins. J. Geophys. Res. 68, 4795-4812 (1963).