



وضعیت متنوعه بحرانی در دشت‌های استان البرز

یگانه مجمع، دبیر ناحیه ۴ کرج

مقدمه

استان البرز با جمعیتی نزدیک به سه میلیون نفر یکی از استان‌های پرجمعیت کشور است. ۳/۲ درصد جمعیت ایران در این استان ساکن‌اند. نرخ رشد جمعیت استان البرز براساس آخرین آمارهای سرشماری ۴/۳ درصد گزارش شده است که پس از استان بوشهر بالاترین نرخ رشد جمعیت کشور را دارد. بر همین اساس، نیاز کرج بزرگ به آب آشامیدنی تا سال ۱۴۰۵ شمسی، برای جمعیتی نزدیک به ۵/۲ میلیون نفر، ۲۰۵ میلیون مترمکعب خواهد بود. این در حالی است که هم‌اکنون از منابع تأمین آب موجود ۱۶۵ میلیون مترمکعب در اختیار داریم که تنها می‌تواند کفاف نیازهای آبی را تا سال ۱۳۹۷ بدهد. باید برای سال‌های بعد از آن نسبت به افزایش منابع بیشتری برای برآورده کردن نیازهای جمعیت جدید توجه جدی داشت.

این استان به‌علت ویژگی‌های خاص و شرایط ویژه، همواره یکی از بهترین گزینه‌های مهاجرت به‌شمار می‌آید و همین شاخصه برجسته هر سال شمار زیادی را برای سکونت راهی البرز می‌کند، غافل از اینکه این استان در تأمین اساسی‌ترین نیازهای اولیه خود برای ادامه حیات با مشکلاتی جدی دست به‌گریبان است، از جمله کارشناسان از مشکل تأمین آب شرب ساکنان البرز تا کمتر از

پنج سال آینده خبر می‌دهند.

حتی سدهای بزرگ و راهبردی امیرکبیر (کرج) و طالقان به دلایل مختلف که مهم‌ترین آن‌ها انتقال آب این سدها برای تأمین آب شرب تهران است، نتوانسته‌اند در حل این مشکل تأثیر قابل توجهی داشته باشند بخش عمده‌ای از آب مصارف خانگی و شهری مرکز استان البرز از منابع آب زیرزمینی تأمین می‌شود که صدای این منابع زیرزمینی هم درآمده و لبانشان خشکیده است. منفی بودن بیلان منابع آب زیرزمینی با افت سطح سفره‌های آبی (با متوسط سالانه ۸۰ سانتی‌متر)، کاهش محسوس کیفیت فیزیکی آب‌های زیرزمینی (شور و گچی شدن آب) در اثر تغییر شیب هیدرولیکی ناشی از افت سطح منابع آب زیرزمینی، فرونشست زمین در دشت‌ها (مهرشهر حدود ۶ و فردیس حدود ۸ سانتی‌متر در سال) و تشدید پدیده بیابان‌زایی از جمله مهم‌ترین معضلات کنونی است.

کلیدواژه‌ها: آب زیرزمینی، فرونشست زمین، افت سطح آب، مواد محلول آب

شواهد موجود حاکی از آن است که سطح آب‌های زیرزمینی البرز به کمترین میزان خود رسیده و حقایق‌های کرج از سد امیرکبیر نیاز آب شرب این کلان‌شهر روبه‌رشد را که به‌طور پیوسته به جمعیت آن افزوده می‌شود، تأمین نمی‌کند تا آنجا که کارشناسان از خشکی منابع آبی این استان تا پنج سال آینده خبر می‌دهند

**املاح و مواد سخت
محلول در آب‌های
زیرزمینی کرج نسبتاً
پایین و بنابراین از
نظر کیفی می‌توان
آن‌ها را جزء آب‌های
درجه یک به حساب
آورد. سازگاری
سامانه قنات‌ها با
شرایط طبیعی و
حفظ موازنه بین
عوامل تغذیه و
تخلیه آبخوان باعث
شده است تا پس
از گذشت قرن‌ها
وضعیت باثباتی بر
منابع آب زیرزمینی
تهران حاکم باشد**

رشد جمعیت، همراه با گسترش بی‌رویه بهره‌برداری از آب برای کشاورزی و صنعت، با آثار نامطلوب زیادی در جنبه‌های کمی و کیفی منابع آب همراه بوده است. بدین ترتیب لازم است از استفاده بی‌رویه از منابع طبیعی به‌ویژه آب خودداری شود و استفاده عقلانی و مدیریت پایدار بهره‌برداری از منابع آب مورد توجه قرار گیرد. در شرایط حاضر از منابع آب زیرزمینی کشور حداکثر استفاده به‌عمل می‌آید. برداشت اضافی از این منابع در ۱۶۳ دشت کشور سطح آب زیرزمینی افت پیدا کرده است. در بیست سال اخیر روش تخلیه آب زیرزمینی به تدریج تغییر کرده و استفاده از سیستم‌های برداشت جدید مانند چاه‌های عمیق و نیمه‌عمیق رایج شده است. با استفاده از این نوع چاه‌ها تخلیه آب زیرزمینی بدون میزان تغذیه افزایش یافته و در نتیجه سطح آب زیرزمینی سیر نزولی داشته، کاهش سطح آب زیرزمینی باعث بروز مشکلات تازه شده است، از جمله افزایش بهای تمام‌شده هر مترمکعب آب به دلیل هزینه‌های کف‌شکنی، انتقال سیستم به پایین و در نهایت انرژی پمپاژ و نشست زمین.

شواهد موجود حاکی از آن است که سطح آب‌های زیرزمینی البرز به کمترین میزان خود رسیده و حقایق‌های کرج از سد امیرکبیر نیاز آب شرب این کلان‌شهر روبه‌رشد را که به‌طور پیوسته به جمعیت آن افزوده می‌شود، تأمین نمی‌کند تا آنجا که کارشناسان از خشکی منابع آبی این استان تا پنج سال آینده خبر می‌دهند. در ادامه مقاله ابتدا با منابع آب‌های زیرزمینی در استان آشنا می‌شویم و سپس به بررسی آثار الگوی غلط مصرف در این استان می‌پردازیم.

سنگ‌شناسی استان البرز

کوچک‌ترین استان ایران که نام آن برگرفته از مرتفع‌ترین کوه‌های کشور است با مساحت ۵۱۲۵ کیلومتر مربع، حدود ۰/۳۱ درصد از وسعت کشور را به خود اختصاص داده است. این استان از نظر جغرافیایی بین مدارهای ۳۵ درجه و ۲۸ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۳۰ دقیقه عرض شمالی و ۵۰ درجه و ۱۰ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۳۰ دقیقه طول شرقی واقع شده است. سازندهای زمین‌شناسی شمال دشت تهران- کرج به‌طرف غرب و شمال قزوین و گردنه کوئین و ارتفاعات خرقان و حاجی‌عرب شامل توف‌های سبز سنگ‌های آندزیتی و شیستی دوران سوم زمین‌شناسی است و قسمت زیرین آن از توف‌های سبز دوره ائوسن تشکیل شده است. توف‌های سبز با مبدأ آتش‌فشانی در دریا به‌وجود آمده و از نقطه‌نظر لیتولوژی حد واسط سنگ‌های رسوبی و سنگ‌های

آذرین است. این لایه‌ها در آب غیرمحلول‌اند، به‌شرط اینکه بارندگی مناسب باشد و مصرف آب عقلانی و صحیح انجام گیرد. املاح و مواد سخت محلول در آب‌های زیرزمینی کرج نسبتاً پایین و بنابراین از نظر کیفی می‌توان آن‌ها را جزء آب‌های درجه یک به حساب آورد. سازگاری سامانه قنات‌ها با شرایط طبیعی و حفظ موازنه بین عوامل تغذیه و تخلیه آبخوان باعث شده است تا پس از گذشت قرن‌ها وضعیت باثباتی بر منابع آب زیرزمینی تهران حاکم باشد.

منابع آب‌های زیرزمینی استان البرز

کرج روزگاری دارای آب فراوان با کیفیتی بی‌نظیر بود. براساس اسناد تاریخی، سد امیرکبیر مجموع آب قابل بهره‌برداری از رودخانه کرج را به ۸۴ سهم (حقابه) تقسیم کرد که تنها ۹ سهم مربوط به تهران بود. گذشت زمان، سرازیر شدن جمعیت به شهر تهران و اهمیت یافتن موضوع تأمین آب پایتخت به موازات مهاجری پذیری شهر کرج و شکل‌گیری «کلان‌شهر کرج» موجب شد که هم‌اینک قسمت عمده آب شرب و مصارف خانگی کرج (بیش از ۹۵ درصد) و بخش اعظم مصارف شهری و فضاهای سبز این شهر از منابع آب زیرزمینی تأمین شود. گفتنی است که منابع آب‌های سطحی ورودی به استان برای مصارف مختلف و نیز تغذیه دشت‌ها و آبخوان‌ها به‌دلیل احداث سدها و بندهای متعدد در استان‌های بالادست، نسبت به گذشته بسیار کمتر شده و حتی می‌توان گفت به حد صفر رسیده است. تغذیه آب‌های زیرزمینی از طریق بارش و نفوذ آب‌های سطحی است و با توجه به اینکه در حال حاضر در اغلب دشت‌ها برداشت از آب‌های زیرزمینی بیش از بارندگی نفوذی به زمین است، سفره‌های آب زیرزمینی با افت و پایین رفتن سطح آب مواجه‌اند. این در حالی است که کیفیت آب شهری نیز نامناسب شده و در حال حاضر این آب از نظر سختی یکی از آب‌های با کیفیت پایین است. هم‌اکنون تنها بخشی از حقابه‌ها از راه دونهر (کانال) به مصارف کشاورزی می‌رسد حدود ۹ سهم از ۷۵ سهم کرج و حدود ۱۷۰ لیتر در ثانیه برای آب شرب کرج اختصاص یافته است، ضمن اینکه ۵۰۰ لیتر در ثانیه نیز از خط انتقال آب از طالقان به تهران، به کرج تخصیص داده شده است. عدم تخصیص حقابه‌ها براساس حقابه‌های تعیین‌شده پس از احداث سد امیرکبیر (کرج) و انتقال مستقیم آب از سد کرج به تهران موجب برداشت هر چه بیشتر آب از منابع زیرزمینی کرج شد.

کمی بارش، فصلی بودن رودها و نیاز روزافزون به آب در جنوب استان البرز سبب شده است که بیشترین آب مورد نیاز فعالیت‌های کشاورزی، صنعتی و آشامیدنی از منابع آب زیرزمینی تأمین شود. در استان البرز ۲۹۷۰ حلقه چاه عمیق و نیمه عمیق و ۶۹ رشته قنات برای بهره برداری از آب زیرزمینی هست و حیات بسیاری از سکونتگاه‌های نواحی جنوبی به آبدهی آن‌ها بستگی دارد. به دلیل بهره برداری‌های بی‌رویه از منابع آب، بسیاری از قنات‌های استان البرز خشک شده‌اند. با اینکه در سال‌های اخیر به تعداد چاه‌های حفر شده در استان به میزان بسیار زیادی افزوده شده، میزان تخلیه کاهش یافته است. این مطلب بیانگر کاهش دبی چاه‌ها و قنات‌های منطقه به دلیل کاهش سطح سفره آب زیرزمینی است.

عوامل مؤثر در بحران منابع آب زیرزمینی استان البرز

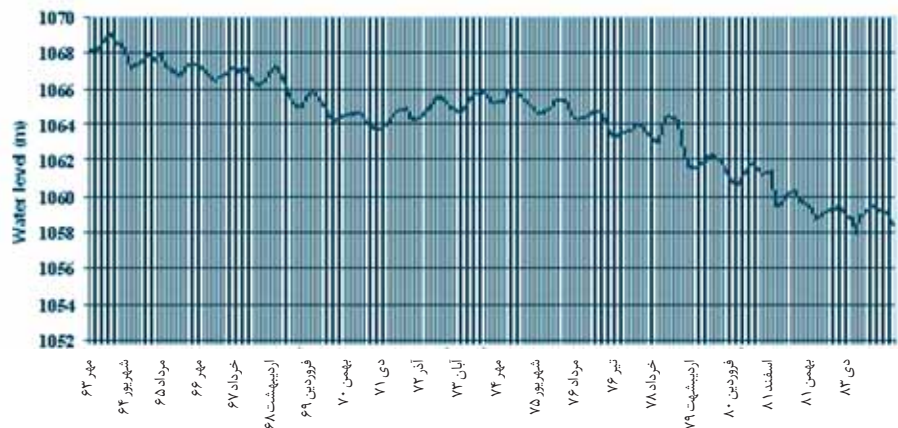
کاهش بی سابقه سطح آب‌های زیرزمینی و عدم بارندگی‌های نرمال موجب شده است که البرز با بزرگ‌ترین چالش خود در دهه‌های اخیر مواجه شود. براساس گزارش دفتر مطالعات شرکت آب منطقه‌ای استان البرز، میانگین مجموع بارندگی از اول سال آبی گذشته تا ۲۱ تیرماه ۴۰۲/۲ میلی متر بوده، در حالی که این میانگین برای سال جاری ۳۵۷/۳ میلی متر بوده است.

بحران کم‌آبی در البرز به حدی رسیده است که اگر برنامه‌ریزی اساسی در این زمینه نشود، در بیست سال آینده بسیاری از چاه‌های زیرزمینی استان خشک می‌شود. این در حالی است که نباید فراموش کرد که براساس آخرین آمارها میزان تراکم نسبی جمعیت که در کل کشور ۴۶ نفر است در البرز به ۴۷۱ نفر می‌رسد و این بدان معناست که افزایش مهاجرت‌ها، جمعیت البرز را متراکم‌تر

می‌کند. توسعه بهره برداری از منابع آب زیرزمینی با حفر روزافزون چاه‌های عمیق و نیمه عمیق بدون توجه دقیق به وضعیت آب زمین‌شناختی منطقه، عدم رعایت حریم قنات‌ها و چاه‌ها، گسترش بی‌رویه شهر و در نهایت عدم مدیریت صحیح در بهره برداری از منابع آب زیرزمینی سبب شد تا این سامانه باثبات دستخوش تحولاتی نامطلوب شود. عواقب این تحولات ناخوشایند کاهش قابل توجه‌تر از آب زیرزمینی در پهنه‌های وسیعی از دشت‌های استان البرز بوده که هر یک به نوبه خود مشکل‌های فراوانی در پی داشته است. از جمله پیامدهای نامطلوب این تغییرات ایجاد پهنه‌های زه گرفته یا فرونشسته‌ای است که هر ساله خسارات و هزینه‌های زیادی را بر کشور تحمیل می‌کند. در حال حاضر میزان برداشت از منابع آب‌های زیرزمینی بیش از حد مجاز است، به طوری که دشت شه‌ریار در شرایط ممنوعه و دو دشت هشتگرد و کرج در شرایط ممنوعه بحرانی قرار گرفته‌اند.

نوسان‌های سالیانه سطح سفره آب زیرزمینی

برای مشخص کردن میزان تغییرات ذخیره مخزن آب زیرزمینی، با استفاده از آمار چاه‌های پی‌زومتری و نقشه تیسن، هیدروگراف واحد نوزده ساله (سال آبی ۶۵-۶۴ تا ۸۳-۸۲) رسم شده است. براساس این هیدروگراف، سطح سفره آب زیرزمینی روند نزولی دارد، به طوری که از سال آبی ۶۶-۶۵ تا ۸۳-۸۲ حدود ۹/۲۵ متر افت کرده است. در طول این سال‌ها فقط از سال آبی ۷۱-۷۰ تا ۷۴-۷۳ هیدروگراف روندی صعودی یافته و دوباره از سال آبی ۷۴-۷۵ روندی نزولی داشته است. سطح آبخوان از سال آبی ۷۱-۷۰ تا ۸۳-۸۲ حدود ۵/۳ متر و به طور متوسط سالیانه حدود ۴۰ سانتی متر افت کرده است. سطح ایستابی حدود ۳۹ سانتی متر بوده است.



نمودار ۱. هیدروگراف واحد نوزده ساله آبی (۶۵-۶۴ تا ۸۳-۸۲)

برای طبقه‌بندی کردن آب برای مصارف شرب و براساس استانداردهای ارائه شده برای هر کشور از دی‌گرام شولر استفاده می‌شود. در این دی‌گرام مقادیر یون هادر ستون قائم نشان داده می‌شود و تقسیمات ستون لگاریتمی است و عناصر اصلی به میلی گرم بر لیتر نمایش داده می‌شوند و می‌توان برای نشان دادن تفاوت تیپ‌های آب زیرزمینی از آن استفاده کرد

به لحاظ عناصر و مواد شیمیایی موجود در آن باید در محدوده مجاز «سازمان بهداشت جهانی» باشد. pH در آب آشامیدنی نباید از ۶/۵ کمتر و از ۹/۲ بیشتر باشد.

برای طبقه‌بندی کردن آب برای مصارف شرب و براساس استانداردهای ارائه شده برای هر کشور از دیاگرام شولر استفاده می‌شود. در این دیاگرام مقادیر یون‌ها در ستون قائم نشان داده می‌شود و تقسیمات ستون لگاریتمی است و عناصر اصلی به میلی‌گرم بر لیتر نمایش داده می‌شوند و می‌توان برای نشان دادن تفاوت تیپ‌های آب زیرزمینی از آن استفاده کرد.

کل جامدات آب

نام ماده	علامت اختصاری	حداکثر مطلوب	حداکثر مجاز
آرسنیک	As	۰	۰/۰۵
باریم	Ba	۰	۱
بور	B	۰	۱
کادمیم	Ca	۰	۰/۰۱
کروم	Cr	۰	۰/۰۵
سیانور	Cn	۰	۰/۰۵
سرب	Pb	۰	۰/۰۵
نیتريت	NO _۲	۰	۳
سلنیم	Se	۰	۰/۰۱
نقره	Ag	۰	۰/۰۵
جیوه	Hg	۰	۰/۰۰۱
ترکیبات فلزی	-	۰	۰/۰۰۱
کل مواد جامد	TDS	۱۰۰-۵۰۰	۱۵۰۰
سختی کل	CaCo _۳	۵۰	۵۰۰
منیزیم	Mg	-	۱۵۰
روی	Zn	۵	۱۵
مس	Cu	۰/۰۵	۱
آهن	Fe	۰/۱	۱
منگنز	Mn	۰/۰۵	۰/۵
سولفات	So _۴	۲۵۰	۴۰۰
کلرور	Cl	۲۰۰	۶۰۰
نترات	NO _۳	-	۴۵
آمونیم	NH _۳	۰/۰۵	۰/۵

از مواد مهم موجود در آب، مواد جامد هستند که به دو شکل مواد جامد محول TDS و ذرات جامد معلق در آب دیده می‌شوند. از املاح جامد مهم محلول در آب می‌توان به ترکیبات کاتیون‌های

همان‌گونه که در نمودار فوق نشان داده می‌شود، سطح آب‌های زیرزمینی در سال‌های اخیر همواره رو به کاهش بوده و در این سال‌ها تغذیه چندان نیز صورت نگرفته است که این عدم تغذیه مناسب با برداشت‌های صورت گرفته، مشکلات بسیاری را در آینده نزدیک به وجود خواهد آورد.

عمق آب زیرزمینی

سطح آب زیرزمینی در حاشیه شمال شرقی دشت در بیشترین عمق قرار دارد. در این نواحی عمق آب زیرزمینی براساس آخرین آمار موجود (سال آبی ۸۳-۸۲) به بیش از ۱۳۵ متر می‌رسد. به سمت جنوب و شرق به تدریج از مقدار آن کاسته می‌شود، به طوری که در جنوب شرق دشت به کمتر از ۲ متر می‌رسد.

تعریف شوری و منشأ شوری آب زیرزمینی

بیشتر آب‌های زیرزمینی حاوی نمک‌های حل شده با غلظت‌های مختلف‌اند. آب زیرزمینی شور به هر نوع آب زیرزمینی گفته می‌شود که بیش از ۱۰۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر مواد جامد حل شده داشته باشد. شوری آب‌های زیرزمینی ناشی از واکنش آب‌ها با موادی است که آب از داخل یا کنار آن‌ها جریان دارد.

در منطقه کویری و نیمه‌کویری آب‌های زیرزمینی شور دیده می‌شود که به خاطر تغذیه کم و نفوذپذیری پایین این مواد به آسانی قابل حرکت نیست و در نتیجه مشکل تغییر کیفیت آب را ایجاد می‌کند.

تبخیر آب زیرزمینی به عمق سطح آب زیرزمینی، نوع و بافت خاک، درجه حرارت محیط و شدت باد، رطوبت نسبی هوا، غلظت املاح آب و فصول تر و خشک بستگی دارد. عمق سطح آب عامل اصلی است که هر چه به سطح زمین نزدیک‌تر باشد، تبخیر بیشتر است. استفاده بی‌رویه از آب به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک که در آن‌ها میزان بارش کم و میزان تبخیر آب بالاست باعث افزایش مواد محلول در آب می‌شود و در کیفیت آب اثری نامطلوب می‌گذارد. بالا بودن یون‌های کلسیم و منیزیم باعث بالا رفتن سختی آب می‌شود. استفاده از این آب‌ها در صنعت و آشامیدن محدودیت‌هایی دارد. بالا رفتن نمک‌های محلول در آب‌های زیرزمینی به‌ویژه در حوضه‌های بسته استفاده از آب را برای بسیاری از مصارف نامناسب می‌سازد.

آب آشامیدنی باید فاقد رنگ، بو و طعم باشد و

در جنوب باختر تهران بزرگ، اندازه‌گیری‌های سازمان نقشه‌برداری کشور نشستی به میزان حدود ۱/۵ متر را در نه سال گذشته در منطقه ۱۸ و ۱۹ شهرداری نشان می‌دهد. براساس بررسی‌های انجام شده، شواهدی در دست است که نشان می‌دهد این پدیده در دشت‌های دیگر ایران چون دشت‌های اراک، نهاوند، خمین، گلپایگان، نطنز، یزد و ابرکوه در حال شکل‌گیری است

سدیم، منیزیم و آنیون‌های سولفات، کربنات و کلریدها اشاره کرد. در دی‌گرام شولر، مقدار مطلوب کل مواد جامد بین ۱۰۰ تا ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر متغیر و حداکثر مجاز آن ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر تعیین شده است.

هدایت الکتریکی

هدایت الکتریکی معیاری برای سنجش توانایی یک محلول برای انتقال الکتریکی است. از آنجا که این توانایی تابعی از حضور یون‌های موجود در یک محلول است اندازه‌گیری قابلیت هدایت الکتریکی نشانگر خوبی برای کل مواد جامد حل شده به‌شمار می‌رود. واحد آن میکروموس بر سانتی‌متر است. در اغلب آب‌ها فاکتورهایی برابر $0.7/55$ در نظر گرفته می‌شود. با ضرب کردن این فاکتور در میزان قابلیت هدایت الکتریکی مقدار مواد حل شده به میلی‌گرم در لیتر را به‌طور تقریب می‌توان به‌دست آورد. هدایت‌پذیری ۴۰۰ میکروموس مناسب و تا ۱۰۰۰ میکروموس قابل قبول است. به آب‌هایی با هدایت بیش از ۱۵۰۰ میکروموس لب‌شور گفته می‌شود، ولی اگر این مقدار از ۲۰۰۰ میکروموس فراتر رود، آب غیرقابل استفاده است.

با توجه به مهاجرت‌پذیری استان البرز و افزایش جمعیت در این استان، شاهد استخراج و بهره‌برداری بیش از حد مجاز هستیم که باعث افت سطح آب زیرزمینی شده است. یکی از پیامدهای این بهره‌برداری غیرمجاز، افزایش شوری و کیفیت آب مصرفی در این استان است به‌طوری که میزان غلظت مواد جامد محلول در آب بالا می‌رود و کیفیت آن از نظر بهداشتی، کشاورزی و صنعتی پایین می‌آید. بالا رفتن املاح نه‌تنها بر طعم آب اثر می‌گذارد، بلکه بر سلامت اثری نامطلوب دارد.

نشست زمین

طبق تعریف انستیتو زمین‌شناسی ایالات متحده، پدیده فرونشست زمین شامل فروریزش یا نشست رو به پایین سطح زمین است که می‌تواند دارای بردار جابه‌جایی افقی اندک باشد. حرکت از نظر شدت، وسعت و میزان مناطق درگیر محدود نیست و فرونشست می‌تواند در اثر پدیده‌های طبیعی زمین‌شناختی مانند انحلال، آب شدگی یخ‌ها و تراکم نهشته‌ها، حرکات آرام پوسته و خروج گدازه از پوسته جامد زمین یا فعالیت‌های انسانی نظیر معدن‌کاری، برداشت آب‌های زیرزمینی یا نفت ایجاد شود. بنا به تعریف یونسکو فرونشست عبارت است از فروریزش یا نشست سطح زمین که به علت‌های

متفاوتی در مقیاس بزرگ روی می‌دهد. به‌طور معمول این اصطلاح به حرکت قائم رو به پایین سطح زمین که می‌تواند با بردار افقی همراه باشد، گفته می‌شود. این تعریف پدیده‌هایی همچون زمین‌لغزش‌ها را به‌دلیل اینکه حرکت آن‌ها دارای بردار افقی قابل توجهی است و همچنین نشست در خاک‌های دستی را که دارای مکانیسم متفاوتی است، شامل نمی‌شود. برداشت بیش از حد مجاز از منابع آب‌های زیرزمینی را می‌توان از یک سو نتیجه سوء مدیریت منابع آب در بخش برداشت و از سوی دیگر ناشی از به‌هدر رفتن حجم عظیمی از آب در نتیجه نادرست بودن شیوه‌های کشاورزی و مصارف صنعتی و شهری یا به‌طور خلاصه مصرف نامتناسب دانست. زمانی که آبخوان برای مدت طولانی از آب خالی بماند، فضاهایی که با آب پر بودند به تدریج بسته می‌شوند و سطح زمین نشست می‌کند. پدیده فرونشست زمین ناشی از برداشت بالای آب‌های زیرزمینی است و زمانی که میزان برداشت از آب‌های زیرزمینی بیشتر از میزان تغذیه آبخوان‌ها باشد، سطح آب زیرزمینی پایین می‌رود و فرونشست رخ خواهد داد.

با توجه به مصرف بی‌رویه آب در سطح کشور و داده‌های پراکنده مربوط به پایین آمدن سطح آب زیرزمینی در کشور، تشخیص اینکه فرونشست‌ها و پیامدهای حاصل از آن به پدیده‌ای مشکل‌ساز در کشور تبدیل شده است، کار دشواری نیست.

در این راستا چاره‌ای جز اصلاح روش‌های مدیریت منابع آب وجود ندارد و تا فرصت باقی است باید به‌سوی آن حرکت کرد. حداقل باید از ادامه فعالیت چاه‌های حفرشده غیرمجاز که در بسیاری موارد تعداد آن‌ها از چاه‌های مجاز بیشتر است جلوگیری کرد. در غیر این صورت و با ادامه روند موجود، ضمن از دست دادن بخش‌های عظیمی از منابع آب برای همیشه، به‌وجود آمدن پدیده‌هایی نظیر فروچاله‌ها و فرونشست‌های ناحیه‌ای با ابعاد نامعلوم و با آسیب‌های جبران‌ناپذیر اجتناب‌ناپذیر خواهد بود. بررسی‌های موردی در بخش‌های مختلف کشور نیز نمایانگر این امر است. سازمان زمین‌شناسی کشور به‌عنوان مسئول بررسی مخاطرات زمین‌شناختی کشور، پیشگام در مطالعه این پدیده و خطرهای وابسته به آن در کشور بوده است. دو مورد از مطالعات سازمان زمین‌شناسی در این زمینه ذکر شده است.

بعضی از آثار فرونشست در دشت نظرآباد در استان البرز به‌صورت بالا آمدن لوله چاه‌ها از سطح زمین و ماسه‌دهی مشاهده شده است. گزارش

فرونشست و شکاف‌های زمین
فرونشست‌ها که به آهستگی و به تدریج گسترش می‌یابند، شاید همان تأثیر خطرهای ناگهانی و فاجعه‌بار مانند سیل و زلزله را نداشته باشند و شاید خرابی در منطقه در حال فرونشست به‌میزان گسترده مشاهده نشود و حتی آثار سطحی حاصل از آن نیز به راحتی قابل تشخیص نباشد، اما با این همه، خسارت‌های ناشی از فرونشست‌ها و شکاف‌های زمین ترمیم‌ناپذیر، پرهزینه و مخرب‌اند

دریایی کم عمق واقع شده اند. این محیطها شامل آبخوانهای بسته یا نیمه بسته ماسه‌ای یا شنی همراه با میان لایه‌های رسی است.

خطرهای زمین‌شناختی مرتبط با فرونشست

فرونشست و شکاف‌های زمین فرونشست‌ها که به آهستگی و به تدریج گسترش می‌یابند، شاید همان تأثیر خطرهای ناگهانی و فاجعه‌بار مانند سیل و زلزله را نداشته باشند و شاید خرابی در منطقه در حال فرونشست به میزان گسترده مشاهده نشود و حتی آثار سطحی حاصل از آن نیز به راحتی قابل تشخیص نباشد، اما با این همه، خسارت‌های ناشی از فرونشست‌ها و شکاف‌های زمین ترمیم‌ناپذیر، پرهزینه و مخرب‌اند. برای نمونه فرونشست‌ها می‌توانند به تخریب سیستم‌های آبیاری و خاک‌های حاصل خیز کشاورزی (با پایین آوردن تخلخل آن‌ها) بینجامند. خسارت به چاه‌ها در منطقه‌های فرونشست روستایی و شهری به طور کامل متداول است و موجب خرابی چاه‌ها و ایجاد پدیده‌ای می‌شود که در اصطلاح به آن رشد چاه‌ها می‌گویند. در این پدیده به نظر می‌رسد که لوله چاه از سطح زمین بالا آمده، در حالی که لوله ثابت است و سطح زمین پایین رفته است.

مناطق شهری به دلیل تراکم جمعیت، ساختمان‌ها و شریان‌های حیاتی به طور ویژه آسیب‌پذیرترند. پدیده فرونشست می‌تواند به خیابان‌ها، پل‌ها و بزرگراه‌ها آسیب بزند، خطوط آبرسانی، گاز و فاضلاب را مختل کنند، به پی ساختمان‌ها آسیب برساند و موجب ترک در آن‌ها شود. در این حالت سازه‌هایی که وسعت زیادتر و ارتفاع بیشتری دارند آسیب‌پذیرترند. برای نمونه، خطوط راه آهن، سدهای خاکی، تصفیه‌خانه‌ها و کانال‌ها از آسیب‌پذیری زیادتری برخوردارند. به طور کلی هر سازه‌ای که در مسیر شکل‌گیری شکاف یا فروچاله واقع شده باشد، در معرض آسیب بیشتری قرار دارد. پدیده فرونشست با ایجاد تغییر در وضعیت توپوگرافی منطقه می‌تواند سبب بروز تغییرات چشمگیری در هیدرولوژی منطقه شود. برای مثال در این مناطق ممکن است سیلاب‌های عظیم و مخربی رخ دهد، در حالی که قبل از ایجاد فرونشست از چنین سابقه‌ای برخوردار نبوده است. از سوی دیگر این پدیده می‌تواند با ایجاد تغییر در وضعیت زمین‌آب‌شناختی منطقه از قبیل جهت و سرعت جریان آب زیرزمینی، بیابان آب زیرزمینی و... نتیجه‌های ناهنجار بیشتری در پی داشته باشد.

مقدماتی آن با عنوان جدار چاه‌های آب در محدوده شهرستان نظرآباد در سال ۱۳۸۳ تهیه شده است. در جنوب باختر تهران بزرگ، اندازه‌گیری‌های سازمان نقشه‌برداری کشور نشستی به میزان حدود ۱/۵ متر را در نه سال گذشته در منطقه ۱۸ و ۱۹ شهرداری نشان می‌دهد. براساس بررسی‌های انجام‌شده، شواهدی در دست است که نشان می‌دهد این پدیده در دشت‌های دیگر ایران چون



تصویر ۱. شکاف در ساختمان‌های مسکونی، ناشی از نشست زمین

دشت‌های اراک، نهاوند، خمین، گلپایگان، نطنز، یزد و ابرکوه در حال شکل‌گیری است.

محیط‌های زمین‌شناختی دارای پتانسیل فرونشست

رویدادهای فرونشست به طور معمول در دو محیط امکان‌پذیر است:

۱. سنگ‌های انحلال‌پذیر (سنگ‌های آهک، دولومیت، گچ و نمک) که در اثر نهشته‌های تحکیم‌نیافته مدفون شده‌اند؛ یا فروچاله‌های کهن پر شده با نهشته‌های تحکیم‌نیافته که فشار هیدرواستاتیکی رو به بالای آب زیرزمینی در نگهداری آن‌ها مؤثر است.

۲. نهشته‌های جوان تحکیم‌نیافته و رسوبات آواری نیمه‌تحکیم‌یافته با تخلخل بالا که در زیرنهشته‌های آبرفتی، دریاچه‌ای یا نهشته‌های

برداشت بیش از حد مجاز از منابع آب‌های زیرزمینی را می‌توان از یک سو نتیجه سوء مدیریت منابع آب در بخش برداشت و از سوی دیگر ناشی از به هدر رفتن حجم عظیمی از آب در نتیجه نادرست بودن شیوه‌های کشاورزی و مصارف صنعتی و شهری یا به طور خلاصه مصرف نامتناسب دانست

راهکارهای مقابله با فرونشست

فرونشست‌ها و پیامدهای ناخوشایند آن، شوربختانه سرشتی بازگشت‌ناپذیر دارند و به سختی می‌توان آن‌ها را کند و مهار کرد. شالوده هر پروژه ملی برای رویارویی با خطر فرونشست بر سه اصل پیش‌بینی، تشخیص و پایش برداری از منابع آب زیرزمینی، نقش کلیدی در جلوگیری از رخداد این پدیده دارد. فرایند پیش‌بینی و تشخیص بر پایه داده‌های حاصل از چاه‌پیمایی، آزمون‌های ژئوفیزیکی و داده‌های زمین‌شناسی مهندسی و ژئوتکنیکی برای پیش‌بینی و اندازه‌گیری میزان نشست خاک و تخلخل مفید و پتانسیل تراکم‌پذیری آن است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها در جهت بهره‌برداری بهینه از منابع آب

متأسفانه بی‌توجهی به موضوع محدودیت منابع آب زیرزمینی و افزایش روزافزون بار جمعیتی شهر کرج و شهرهای اقماری پیرامون آن همراه با نامشخص بودن راهبرد، سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی متناسب با واقعیت‌ها و پتانسیل‌های موجود، در سالیان گذشته، موجب بروز مشکلات بسیار شده است. تداوم این غفلت و بی‌توجهی پیامدهای جبران‌ناپذیری را موجب می‌شود. همان‌طور که دیدیم یکی از پیامدهای آن خالی شدن فضا در لایه‌های زمین است که به تدریج فشارهای وارد شده باعث نشست لایه‌های زمین می‌شود. از این رو هم‌اکنون شاهد فرونشست زمین در دشت‌های مهرشهر و فردیس هستیم. از سوی دیگر مصرف و برداشت بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی بر کیفیت آب اثر گذاشته به طوری که رنگ و طعم آب در بعضی از مناطق استان تغییر کرده است. همه این هشدارها در شرایطی است که هنوز حقباهای سدهای کرج و طالقان، براساس حقباهای تعیین‌شده پس از احداث این سدها، به البرز تخصیص پیدا نکرده است. انتقال مستقیم آب از سد کرج به تهران موجب برداشت هرچه بیشتر از منابع آب زیرزمینی کرج شده است. خشک‌سالی و کاهش بارش نیز پدیده بیابان‌زایی را در استان تشدید کرده است. عواقب برداشت بیش از حد منابع آب زیرزمینی به‌طور خلاصه در زیر ذکر شده است:

۱. کاهش حجم منابع آب زیرزمینی؛
۲. کاهش آب‌دهی چاه‌ها، چشمه‌ها و قنوت؛
۳. نشست زمین و عدم امکان نفوذ بارندگی به آن؛
۴. تغییر کیفیت آب‌های زیرزمینی و بدتر شدن

کیفیت آب چاه‌ها و هجوم آب شور از سفره‌های مجاور؛

۵. افزایش هزینه‌ها و تحمیل آن بر صاحبان چاه‌ها به دلیل پایین رفتن سطح آب و به تبع آن کاهش آب‌دهی چاه‌ها و نیز افزایش عمق چاه و کف‌شکنی و تغییر محل‌های متعدد؛
۶. تبدیل شدن دشت‌های استان به اراضی بایر و در نتیجه کاهش تولید محصولات کشاورزی؛
۷. تخلیه روستاها و مهاجرت مردم در اثر خشک یا کم‌آب شدن چاه‌ها و قنوت؛

با توجه به نقش منابع آب زیرزمینی استان در توسعه کشاورزی و اشتغال در بخش‌های صنعت، کشاورزی و دام‌داری و اهمیت آن‌ها در بحران‌های خشک‌سالی و هم‌چنین تأمین قسمت عمده نیازهای آب آشامیدنی شهرها و روستاهای استان، حفظ و حراست این منابع مهم و وظیفه تک‌تک مردم است.

اقداماتی که می‌تواند در جلوگیری از روند کاهش سطح آب زیرزمینی و کاهش مداوم حجم مخازن آبخوان‌ها در استان البرز مؤثر واقع شود، عبارت است از:

۱. عدم صدور پروانه حفر هرگونه چاه جدید در دشت‌های ممنوعه؛
۲. جلب مشارکت مردم و به‌ویژه کشاورزان در جلوگیری از حفر چاه‌های غیرمجاز و همکاری با شرکت آب منطقه‌ای و مراجع مرتبط؛
۳. جلوگیری از اضافه‌برداشت غیرمجاز چاه‌ها و تعدیل برداشت بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی؛
۴. تغییر نوع الگوی کشت در دشت‌ها در جهت مصرف کمتر از آب‌های زیرزمینی؛
۵. تشکیل تشکلهای آب‌بران آب‌های زیرزمینی و حفظ و حراست منابع مورد بهره‌برداری در محدوده هر تشکل به‌وسیله ذی‌نفعان؛
۶. جلب مشارکت رسانه‌ها در فرهنگ‌سازی برای ضرورت حفظ آب‌خوان‌ها؛
۷. فعال نمودن مراجع قضایی و انتظامی در برخورد قانونی با متخلفان؛
۸. هشدار دادن جدی به مردم در توجه به توصیه‌ها و راهنمایی‌های کارشناسان و متخصصان در مقوله آب‌های زیرزمینی؛
۹. نصب کنتورهای هوشمند آب و برق روی چاه‌ها؛
۱۰. اجرای طرح‌های تغذیه مصنوعی و تقویت آبخوان‌ها؛

۱۱. به‌کارگیری روش‌های کاهش تلفات آب؛

۱۲. افزایش عملکرد آبیاری در کشاورزی.

متأسفانه بی‌توجهی به موضوع محدودیت منابع آب زیرزمینی و افزایش روزافزون بار جمعیتی شهر کرج و شهرهای اقماری پیرامون آن همراه با نامشخص بودن راهبرد، سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی متناسب با واقعیت‌ها و پتانسیل‌های موجود، در سالیان گذشته، موجب بروز مشکلات بسیار شده است

منابع

۱. مهشادینا، فاطمه (۱۳۸۴)، «مروری بر نشست منطقه‌ای زمین در ایران و تدوین بانک اطلاعات فرونشست زمین»، گروه بلایای طبیعی و مدیریت بحران، پایگاه ملی داده‌های علوم زمین کشور، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
۲. صداقت، م (۱۳۸۶)، زمین و منابع آب (آب‌های زیرزمینی)، انتشارات دانشگاه پیام‌نور.
۳. ولایتی، س و رضایی، ش. مقدمه‌ای بر آب زیرزمینی، انتشارات استان خراسان.
۴. گزارش‌های شرکت آب منطقه‌ای استان البرز.