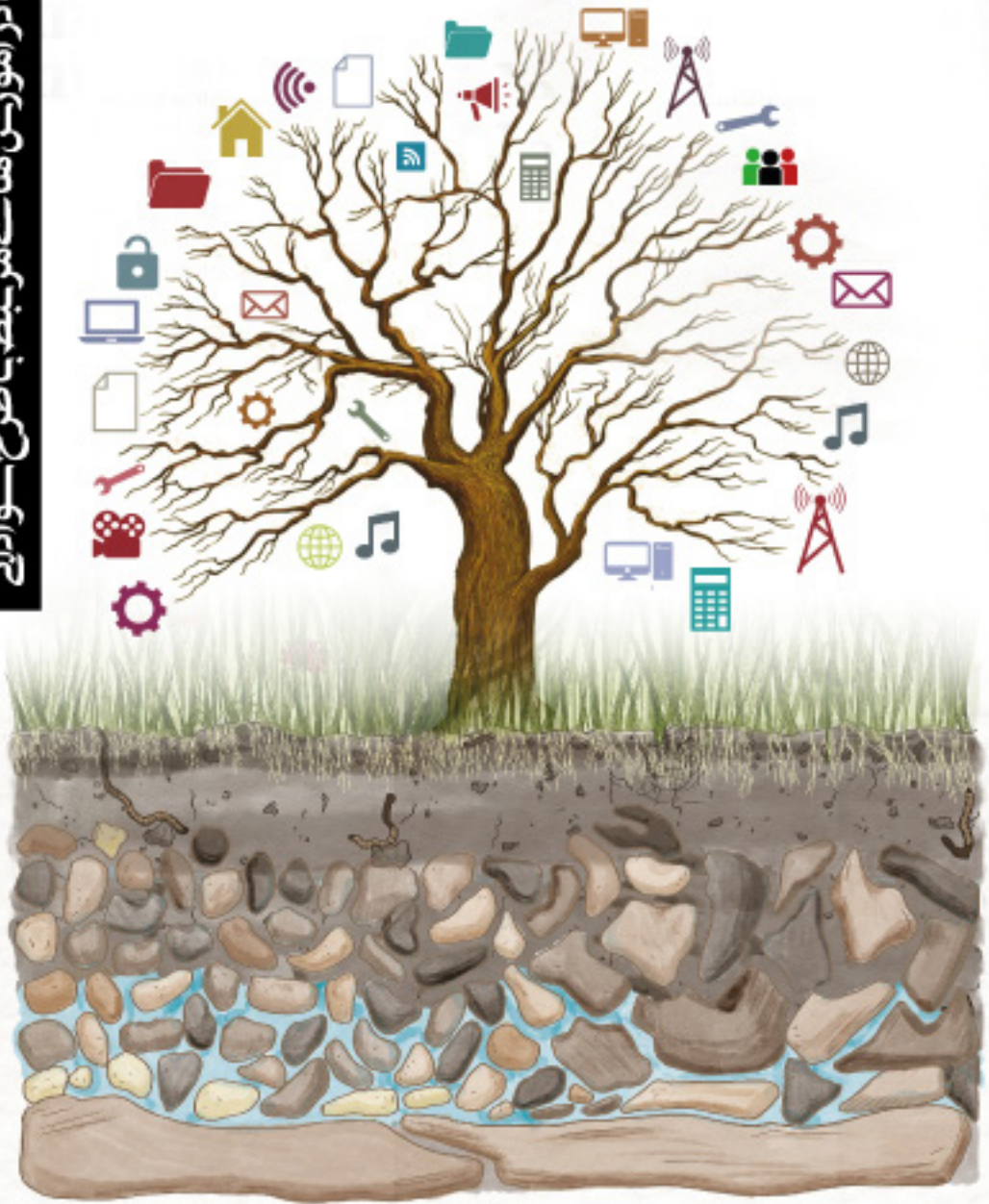


آب ہا زیر زمینے، نادیدنے رادیدنے کنیم

سال تحصیلی ۰۲-۱۴۰۱



آب های زیرزمینی نادیدنی را دیدنی کنیم

راهنمای کلان جهت استفاده در آموزش های مرتبط
طرح سواد آبی (سال تحصیلی ۰۲-۱۴۰۱)

آب های زیرزمینی

نادیدنی را دیدنی کنیم

عنوان: راهنمای کلان آموزشی سواد آبی
(۱۴۰۱-۰۲)

دست اندرکاران کلیدی تدوین: اعضای شورای ملی هماهنگی سواد آبی:

شرکت مدیریت منابع آب ایران

(حمید رحمانی، شهریار شهریار)

سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی

(مریم عابدینی)

دبیرخانه ملی زمین شناسی - انسان و محیط زیست

(محمدعلی بهرامی)

مهندسین مشاور آب کاوان آبانگاه

(محمدجواد سمیعی، محمد بهنام رسولی)

موضوع: آب های زیرزمینی، منابع آب، دانش آموزان،

داناب

دبیرتیم پدیدآورندگان: محمدجواد سمیعی

تدوین کننده: مریم حاتمی

پشتیبانی فنی محتوایی: عبدالله اسکویی، محمد بهنام رسولی،

مهدی زینلی، مهدیه منصورنیا

طراح و صفحه آرا: مریم شریفی

سال نشر: ۱۴۰۱

پیشگفتار اختصاص

علیرضا الماس وندی؛



معاون تلفیق و امور تنظیم گری
شرکت مدیریت منابع آب ایران

آب‌های زیرزمینی در جهان و کشور ما، از اهمیتی کلیدی برخوردار است. این منابع، اساس حیات، تمدن و پیشرفت در این مرز و بوم بوده و نیاکان ما با نگاه ارزشمند و ابداعات بی نظیر خود، توانسته بودند، حفاظت و بهره برداری پایدار از این منابع را با چیره دستی تمام، عملیاتی کنند؛ صد افسوس که این پایداری، در چند دهه اخیر، برهم خورد و با استفاده بی رویه از تکنولوژی حفر چاه‌های عمیق و پمپاژ آب از دل خاک، بی توجه به ظرفیت محدود این منابع، فشار بی‌امانی به آب‌های زیرزمینی وارد گردید و چنین بوده که امروز، از ۶۰۹ دشت کشور، بالغ بر ۴۰۰ دشت، در شرایط ممنوعه و ممنوعه بحرانی به سر می‌برند؛ کیفیت آب در آبخوان‌ها کاهش یافته و بلایایی چون فرونشست، در نقاط زیادی از کشور، مشاهده گردیده است. توقف این روند نامبارک و تلاش برای جبران بخشی از لطمه‌های گذشته، امری است که نیازمند اقداماتی جدی و چندجانبه است و زیربنای اغلب آن‌ها، داشتن جامعه‌ای آگاه، حساس و مسئولیت‌پذیر در قبال آب است که در حال حاضر از کمبود و نبود آن، در رنجیم و «سواد آبی» درصد پرداختن به چنین موضوع مهم و خطیری در حکمرانی پایدار منابع است.

بسیار خرسندم از این که قطار سواد آبی که سال‌ها قبل، حرکت خود را آغاز نموده، کماکان با انرژی و پویایی، به مسیر خود ادامه می‌دهد و در سال تحصیلی ۱۴۰۱-۰۲، با تمرکز بر ((آب‌های زیرزمینی، نادیدنی را دیدنی کنیم))؛ ایستگاهی دیگر در این مسیر را طی نموده و پشت سر خواهد گذاشت.

اطمینان دارم، فرهنگیان گران قدر، دبیران محترم کتاب انسان و محیط زیست و رابطان پر توان طرح داناب، در جای جای کشور، به یاری آموزش‌های صحیح و موثر در عرصه آب خواهند آمد و بخش آب کشور و شرکت‌های آب منطقه‌ای نیز همچون گذشته، در کنار شما گرامیان، برای پیاده‌سازی هر چه بهتر ارتقای سواد آبی جامعه و نسل نو خواهند بود. از تمامی دست‌اندرکاران این حرکت مبارک، صمیمانه سپاسگزاری می‌کنم و روزهای خوب و روشنی را برای همگان آرزومندم.

پیشگفتار

آب‌های زیرزمینی، یکی از ارزشمندترین منابع آب شیرین جهان هستند. این منابع ارزشمند، تقریباً نیمی از کل آب آشامیدنی جهان را فراهم می‌کنند. در کشور ما نیز، بخش عمده‌ای از نیازها در بخش‌های شرب، کشاورزی و صنعت، توسط منابع آب زیرزمینی، تامین می‌شود. آب‌های زیرزمینی در زیر سطح زمین و در سفره‌های زیرزمینی (آبخوان‌ها) یافت می‌شوند که اگر چه از دید پنهانند، اما برای کشاورزی، رشد اقتصادی، طبیعت و سلامتی، حیاتی هستند.

از آنجا که این منابع ارزشمند دور از چشم ما و در زیر زمین قرار دارند، حفاظت و نگهداری از آن‌ها و توجه به ظرفیت و محدودیت آن‌ها، کمتر مورد توجه بوده و به دلیل آگاهی‌های اندک از اهمیت منابع آب زیرزمینی، این ذخایر حیاتی، بر اثر فعالیت‌های انسانی و تغییرات آب و هوایی، تحت فشار فزاینده‌ای قرار گرفته‌اند و تعادل میان تغذیه این منابع و برداشت از آن‌ها، به طور جدی، برهم خورده است. بخش مهمی از راه‌کارهای حرکت و تغییر برای نجات آب و البته نه تمام آن، این است که تک‌تک ما، تصویری درست از موضوع آب، بویژه آب‌های زیرزمینی و ابعاد مختلف آن داشته باشیم، نقش پیدا و پنهان آن را در زندگی‌مان لمس کنیم و در ادامه، هر کدام، سهم و نقش ویژه خود را برای کمک به حل این مسئله، در طول زندگی، ایفا کنیم.

در تلاشی نظام‌مند برای پیاده‌سازی چنین آرمانی، طرح دانش‌آموزی نجات آب (داناب)، در سال‌های پایانی دهه ۸۰، با مخاطب هدف دانش‌آموزان مقطع اول متوسطه، طراحی گردید و ارتقا آگاهی، افزایش حساسیت و نهادینه‌سازی رفتار مسئولانه در میان دانش‌آموزان، نسبت به مسائل حوزه آب بویژه آب‌های زیرزمینی را دنبال نمود. در ادامه مسیر آغاز شده، تعریف رسمی درس «انسان و محیط‌زیست»، به‌عنوان میوه طرح داناب در سال تحصیلی ۹۶-۱۳۹۵ در برنامه آموزشی دانش‌آموزان پایه ۱۱ متوسطه در کلیه رشته‌ها، ظرفیتی ارزشمند برای توسعه آموزش‌های آبی فراهم نمود. از آن زمان تاکنون، سواد آبی، به‌عنوان ترکیبی از طرح‌های «داناب» و «پشتیبانی از تدریس موثر کتاب انسان و محیط‌زیست»، در هر سال تحصیلی به‌روز شده و اجرایی می‌گردد.

از سال تحصیلی ۹۹-۱۳۹۸ به پیشنهاد ارزشمند جناب دکتر امانی تهرانی، دبیر کل شورای عالی آموزش و پرورش، هر سال یک موضوع از میان موضوعات گسترده عرصه آموزش‌های آبی، به‌عنوان موضوع محوری طرح سواد آبی در آن سال انتخاب می‌شود تا در کنار آموزش سایر مباحث آبی، به یک موضوع به‌طور خاص پرداخته‌شده و ابعاد مختلف آن به‌طور متمرکز به دانش‌آموزان، آموزش داده شود. بر این اساس بود که متناسب با سیلاب‌های ابتدای سال ۱۳۹۸، موضوع محوری آموزش‌های آبی در سال تحصیلی ۹۹-۱۳۹۸ «تمرین برنامه اقدام صحیح در مواجهه با سیلاب» انتخاب شد. در سال تحصیلی ۱۴۰۰-۱۳۹۹، متناسب با شرایط ناشی از شیوع ویروس کووید-۱۹ در کشور و افزایش فشار بر منابع آبی به دنبال توصیه‌های بهداشتی، تلاش شد تا با پرداختن به موضوع «ارزش آب با تاکید بر ارزش اقتصادی»، ابعاد مختلف ارزش آب و لزوم حفظ و حراست از این منبع ارزشمند، برای دانش‌آموزان ترسیم گردد. اما در سال تحصیلی ۰۱-۱۴۰۰؛ با توجه به خشکسالی‌های گسترده در نقاط مختلف کشور (پس از دوره‌ای با بارش‌های مقطعی شدید و وقوع سیلاب در برخی از استان‌ها)، لزوم توجه به مسئله تغییر اقلیم و ابعاد مختلف تاثیر آن بر منابع آبی، دوچندان گردیده و از این رو، آن موضوع، در کانون آموزش‌های آبی طرح سواد آبی قرار گرفت.

در سال تحصیلی جاری نیز با توجه به اهمیت کلیدی منابع آب زیرزمینی، وضعیت بحرانی و مشکلات متعدد پیش‌روی آن، طرح سواد آبی همگام با مجامع بین‌المللی، بر دیدنی کردن و ملموس نمودن این منابع نادیدنی تاکید داشته و این موضوع، در کانون آموزش‌های آبی در سال تحصیلی ۰۲-۱۴۰۱ قرار گرفته است.

چارچوب و راهنمای حاضر به تبیین موضوع محوری آب‌های زیرزمینی و چگونگی دیدنی کردن ابعاد و اثرات آن در زندگی، جهت بهره‌گیری در آموزش این موضوع محوری به دانش‌آموزان در طرح سواد آبی می‌پردازد.

در بخش ((موضوع محوری سال))، در وبسایت داناب به آدرس

www.danab.ir، دسترسی به محتواهای چندرسانه‌ای مربوط به تمامی موضوعات محوری در سال‌های اخیر، امکان‌پذیر است. مشتاق دریافت دیدگاه‌ها، پیشنهادات و به اشتراک‌گذاری تجربیات شما در رابطه با طرح سواد آبی و به طور خاص مباحث مرتبط با موضوع محوری سال تحصیلی ۱۴۰۱-۰۲ «منابع آب زیرزمینی نادیدنی را دیدنی کنیم»، هستیم. صفحه رسمی طرح در اینستاگرام به آدرس سواد آبی (savadabi) و نیز پست الکترونیک به آدرس Ab.kavan.abangah@gmail.com جهت ارتباطات بعدی، در اختیار شما فرهیختگان گرامی است.

ملاحظات کے لان

- متن حاضر با لحاظ شرایط عمومی و متوسط مدارس در کل کشور تنظیم گردیده و مبنای آن بوده که تقریباً همه مدارس مخاطب طرح سواد آبی، بتوانند آن را پیاده‌سازی نمایند؛ از این رو تلاش گردیده تا ضمن جلوگیری از طولانی شدن متن، پایه‌ای‌ترین موارد این موضوع، مورد پوشش قرار گیرد. از نوآوری‌های دبیران محترم و دست‌اندرکاران طرح سواد آبی، متناسب با شرایط و امکانات مدرسه، در جهت شکوفا شدن هر چه بیشتر آموزش‌ها، استقبال می‌شود.
- از آن جا که متن حاضر به صورت جامع و برای کل کشور تدوین گردیده؛ به منظور پیشگیری از طولانی شدن مطالب، از بیان جزئیات و تبیین شرایط مناطق مختلف پرهیز شده است. شرکت‌های آب منطقه‌ای در هر استان، داده‌های استانی و محلی مرتبط با موضوع را در قالب اقلام آموزشی استانی طرح سواد آبی در اختیار دبیران قرار خواهند داد.
- محتواهای تکمیلی چندرسانه‌ای شامل متون علمی، تصاویر و نیز ویدئوهای کمک آموزشی پشتیبان، مرتبط با موضوع محوری سال، در وبسایت‌های داناب (www.danab.ir) و انسان و محیط‌زیست (www.ensanzist.ir)، همچنین در صفحه اینستاگرامی سواد آبی (www.savadabi.ir) و اپلیکیشن سواد آبی (قابل دانلود از کافه بازار) جهت استفاده دبیران و دانش‌آموزان مخاطب طرح قرار گرفته است.
- به خاطر داشته باشیم هدف طرح سواد آبی، صرفاً ارائه یکسری محفوظات و یا اعداد و ارقام به دانش‌آموزان نیست، بلکه این طرح تلاش دارد تا با ارائه آموزش‌های پایه‌ای به دانش‌آموزان، نسلی آگاه، حساس و مسئولیت‌پذیر نسبت به مسائل آبی پرورش دهد.
- در کنار «آب‌های زیرزمینی، نادیدنی را دیدنی کنیم»؛ به‌عنوان درون‌مایه متمرکز سال تحصیلی جاری، موضوعات محوری سال‌های قبل: «تمرین مواجهه صحیح با سیلاب»، «ارزش آب» و «آب و تغییر اقلیم، از ترسالی تا خشکسالی»، همگی از اولویت‌های عرصه آموزش‌های آبی بوده و در ارتباطی معنادار با نجات آب‌های

زیرزمینی، قابل مرور و یادآوری می‌باشند. محتوای کمک آموزشی مربوط به این محورها، در وبسایت داناب (www.danab.ir) در دسترس می‌باشد.

راہنما ے کلان
آموزش موضوع محورے

آب ہا زیرمینے نادیدنے رادیدنے کنیم

در طرح وادآیے؛ سال تحصیلے ۰۲-۱۴۰۱

مسائل مرتبط با آب در جهان امروز و به‌ویژه در مناطقی نظیر کشور ما، دامنه‌ای وسیع و پیچیده را در برمی‌گیرد و به همین خاطر، در ارائه آموزش‌های آبی از جمله در طرح سواد آبی، نیازست تا طیف وسیعی از موضوعات، مورد بحث و بررسی قرار گیرد. به منظور ایجاد پویایی و نیز وجود یک کانون مرکزی برای آموزش‌ها، در هر سال تحصیلی، یک موضوع از میان دامنه گسترده مؤلفه‌های آبی، به‌عنوان موضوع و درون‌مایه محوری سال انتخاب گردیده و ابعاد مختلف مربوط به آن تشریح می‌شود تا به‌صورت یکپارچه و هماهنگ در سراسر کشور، برای آموزش به دانش آموزان مخاطب طرح سواد آبی در مقطع متوسطه، مورد استفاده قرار گیرد.

در سند حاضر، در چهار بخش، موضوع محوری سال تحصیلی ۱۴۰۱-۰۲، مورد شرح و بسط قرار می‌گیرد:

- ۱) چیستی منابع آب زیرزمینی و مفاهیم کلیدی مرتبط با آن
- ۲) وضعیت منابع آب در جهان امروز، چالش‌ها و مسائل
- ۳) چرایی و ضرورت آموزش در حوزه آب‌های زیرزمینی؛ دیدنی کردن نادیدنی
- ۴) چگونگی آموزش موضوع محوری امسال به دانش آموزان

بخش اول:

چپستے

منابع آب زیرزمینی

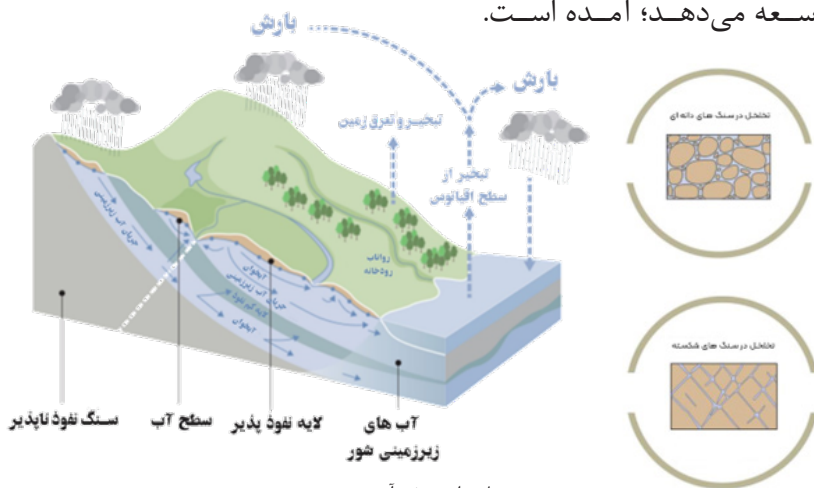
ومفاهیم کلیدی

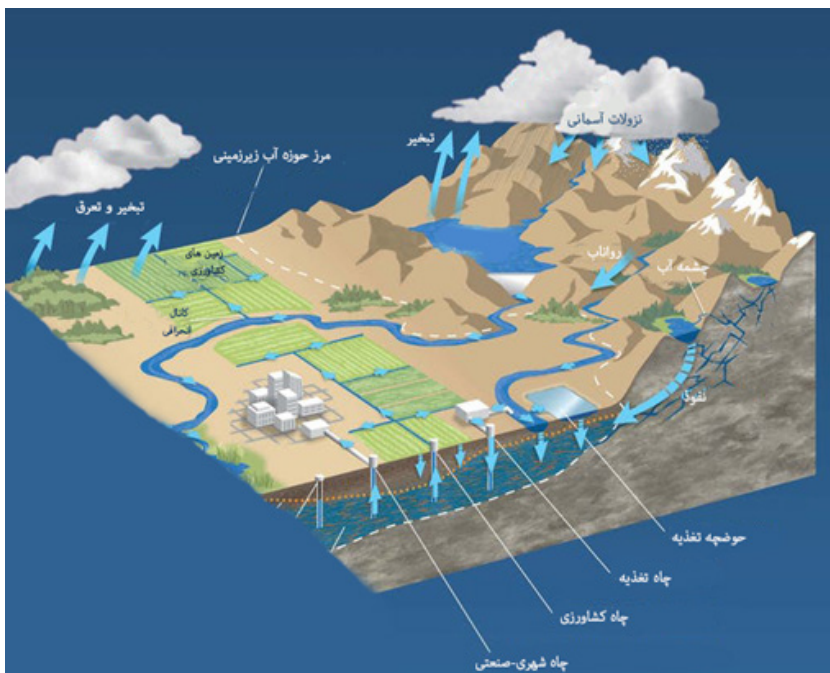
مرتبط با آن

■ منابع آب زیرزمینی چیست و چه نقشی در تامین آب شیرین دارد؟

بخش بزرگی از منابع آبی مورد استفاده ما، در زیر سطح زمین و در فضاهای خالی بسیار کوچک بین دانه‌های خاک و سنگ قرار دارد که به آن‌ها، منابع آب زیرزمینی می‌گوییم. این منابع، بزرگ‌ترین ذخیره آب شیرین در کره زمین هستند که تقریباً ۲۰ برابر حجم آب ذخیره‌شده در رودخانه‌ها و دریاچه‌ها را در خود جای داده‌اند. تقریباً نیمی از جمعیت جهان برای آب آشامیدنی به آب‌های زیرزمینی متکی هستند و سهم بزرگی از نیاز آبی در بخش‌های کشاورزی و صنعت، از محل این منابع تامین می‌شود. این منابع اغلب از کیفیت طبیعی خوبی برخوردار بوده و عاری از باکتری‌ها و دارای نمک در حد مجاز برای شرب هستند.

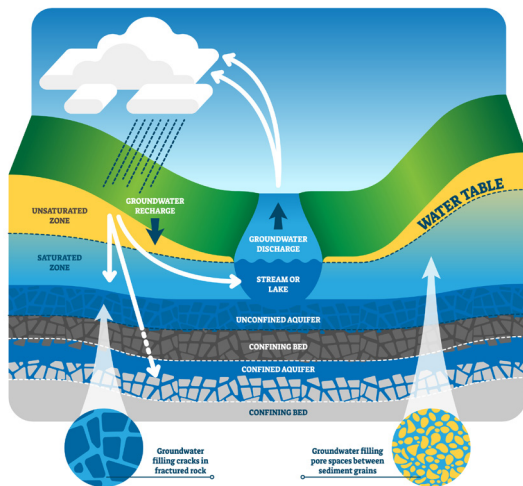
همانند سایر منابع آبی، بارش‌های جوی، منشأ آب‌های زیرزمینی است. میزان آب زیرزمینی در یک منطقه، صرفاً به میزان بارش بستگی ندارد بلکه به نوع خاک، نفوذپذیری، پوشش گیاهی، شیب زمین و یا رطوبت قبلی موجود در میان ذرات بستگی دارد. در بارش‌های آرام، با فرض ظرفیت داشتن خاک و اشباع نبودن آن، آب فرصت بیشتری برای نفوذ به درون زمین دارد؛ در صورتی که اگر بارش حالت سیلابی داشته باشد، این امکان به مراتب کمتر می‌شود. در ادامه سه تصویر از ابعاد مختلف مرتبط با چرخه‌ای که آب‌های زیرزمینی را تشکیل و توسعه می‌دهد؛ آمده است.





نمایى از چرخه آب زیرزمینی

آب زیرزمینی



نمایى از چرخه آب زیرزمینی

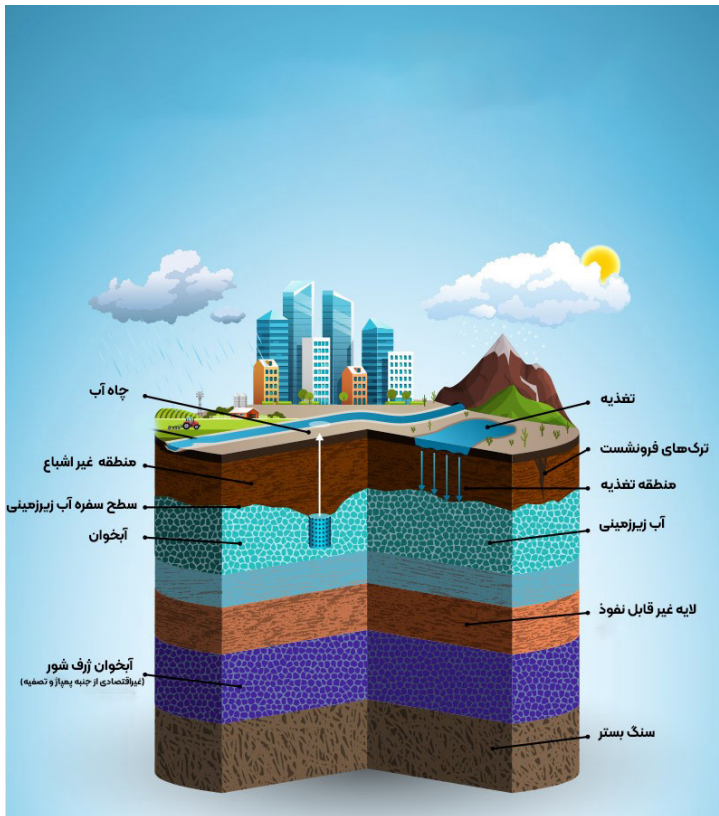
■ مهم ترین مفاهیم مرتبط با آب زیرزمین کدامند؟

آب‌های زیرزمینی، از چندین متر تا چند صد متر، زیر سطح زمین قرار دارند و به همین دلیل که دور از چشم ما هستند، میزان آگاهی ما از آن‌ها، محدود است. برای درک بهتر این منابع، ضروری است تا با مفاهیمی که ابعاد مختلف این منابع را ترسیم می‌کند؛ آشنا باشیم. برخی از مهم‌ترین این مفاهیم، در ادامه، بیان گردیده و با فرض تنوع مخاطبان متن حاضر، مفاهیم ساده نیز مرور گردیده است:

آبخوان: آبخوان، لایه زیرزمینی قابل نفوذ و متخلخل از آبرفت و سنگ‌های نفوذپذیر و نظیر شن، کنگلومرا، سنگ‌آهک شکسته شده و شن نرم است که از آب اشباع شده و به راحتی قابلیت انتقال آب را به چاه یا چشمه دارد. اگرچه سنگ‌هایی نظیر گرانیت و شیست به طور عمومی آبخوان‌های ضعیفی هستند (به دلیل خلل و فرج کم)، در صورت شکستگی، آبخوان‌های خوبی برای انتقال و برداشت محسوب می‌شوند.

تغذیه آب‌های زیرزمینی و برداشت از آن‌ها: بخشی از بارش‌ها به اعماق زمین نفوذ می‌کند و باعث تغذیه آبخوان می‌شود. برداشت آب‌های زیرزمینی نیز از طریق حفر چاه و پمپاژ آن صورت می‌گیرد. همچنین ممکن است آب زیرزمینی با شیب طبیعی به سطح زمین رسیده و از محل چشمه، خارج شود.

برای حفظ تعادل آبخوان، باید میزان تخلیه با حجم تغذیه آن برابر باشد. اگر میزان تخلیه از تغذیه بیشتر باشد باعث کاهش حجم ذخیره آبخوان و افت سطح آب زیرزمینی خواهد شد.

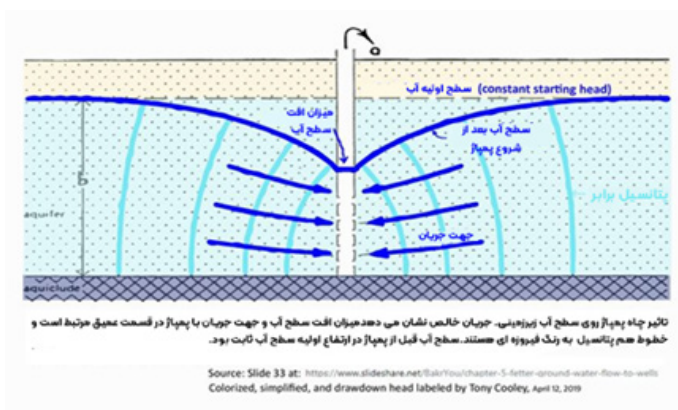


ساختار آبخوان آب زیرزمینی

چشمه: یکی از منابع آب زیرزمینی است و زمانی ایجاد می‌شود که آب در حال حرکت زیر زمین، راهی به سطح پیدا کرده و از دل زمین بیرون بیاید. به عبارت دیگر محلی است که در آن جا، آب به طور طبیعی از دل زمین به بیرون جریان پیدا می‌کند. چشمه‌ها گاهی اوقات به صورت موقتی (مثلاً فقط بعد از بارش شدید باران) ایجاد شده و گاهی به صورت جریان آب دائمی هستند.

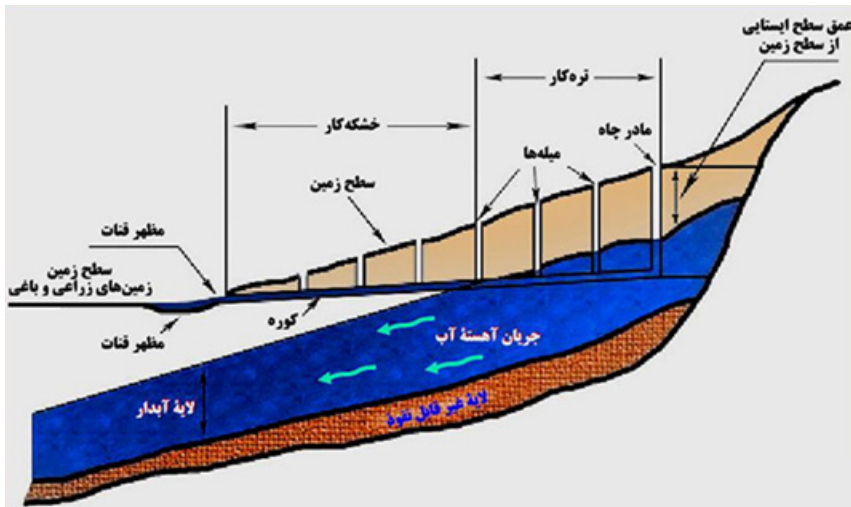
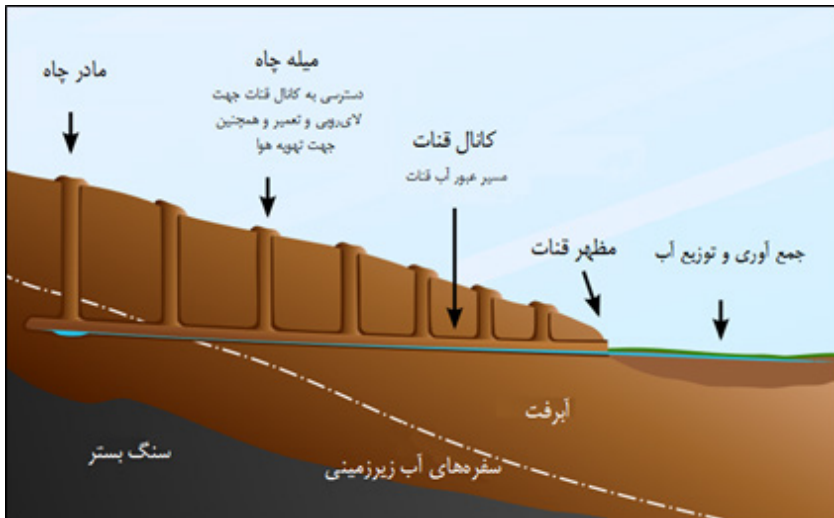
چاه: یک حفره استوانه‌ای شکل است که از سطح زمین حفر گردیده و در ادامه تا عمقی از منطقه اشباع پیش می‌رود. چاه‌ها به روش‌های سنتی و مدرن حفر می‌شوند. در روش‌های سنتی، عمق چاه کم است و در محل‌هایی حفر می‌شود که سفره آب زیرزمینی به سطح زمین نزدیک است؛ ولی چاه‌های مدرن با استفاده از دستگاه‌های مکانیکی و تا اعماق زیاد حفر می‌شود.

نوعی از چاه که در سفره‌های آب زیرزمینی تحت فشار حفر گردیده و در نتیجه، آب آن بدون نیاز به پمپاژ از دهانه چاه خارج می‌شود به چاه آرتزین معروف است.



ساختار چاه و نحوه استخراج آب از آن

قنات: یکی از بزرگ‌ترین ابتکارهای ایرانیان باستان برای برداشت و انتقال آب زیرزمینی، حفر قنات یا کاریز است. قنات، یک مجرای تقریباً افقی همراه با تعدادی چاه است که در زمین حفر می‌شود تا آب زیرزمینی در آن روان شود و به سطح زمین راه پیدا کند. قسمت اصلی قنات، مجرای افقی یا پیشکار است که وظیفه انتقال آب را به طرف مظهر قنات به عهده دارد. مجرای قنات از دو قسمت تشکیل شده که اصطلاحاً به آن‌ها، تره‌کار و خشکه‌کار می‌گویند. قسمت تره‌کار، عامل اصلی جمع‌آوری آب است و آن را به سمت بخش خشکه‌کار هدایت می‌کند. مجرای افقی با تعدادی چاه عمودی به سطح زمین راه پیدا می‌کند که به نام میله چاه معروف است. اولین چاه (دورترین چاه به مظهر قنات) به نام مادر چاه معروف است. این نام‌گذاری به این خاطر است که این چاه، عموماً در تمام طول سال آب دارد.



ساختار قنات

محدوده مطالعاتی آزاد: محدوده‌هایی است که میزان تخلیه با میزان تغذیه آبخوان برابر یا کمتر بوده و در نتیجه آبخوان در حال تعادل است. این محدوده‌ها دارای پتانسیل آب زیرزمینی برای توسعه برداشت‌ها بوده و در قالب سقف تخصیص دشت (میزان برداشتی که تعادل آبخوان را مختل ننماید)، می‌توان با حفر چاه از آن برای مصارف مختلف، بهره‌برداری نمود.

دشت ممنوعه: به منطقه یا محدوده مطالعاتی اطلاق می‌شود که میزان بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی آن، بیش از تغذیه بوده و به منظور جلوگیری از تشدید افت سطح آب زیرزمینی، افزایش املاح آب و یا ضرورت اجرای طرح‌های دولتی، برای مدت معینی با حدود مشخص و با انتشار آگهی رسمی در روزنامه‌ها، ممنوعه اعلام گردیده است و حفر چاه‌های جدید در آن ممنوع می‌شود.

چاه مجاز: چاهی که در چارچوب قانون توزیع عادلانه آب، پس از اخذ مجوز از شرکت آب منطقه‌ای، حفر و مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد. این مجوز، در قالب پروانه، در اختیار بهره‌بردار قرار می‌گیرد.

چاه غیر مجاز: چاهی است که بدون مجوز شرکت آب منطقه‌ای، حفاری شده و فاقد پروانه حفر و بهره‌برداری است.

چاه مجاز دارای اضافه برداشت: چاه مجازی که میزان بهره‌برداری از آن، بیش از میزان مشخص شده در پروانه بهره‌برداری است. این اضافه برداشت از دو طریق افزایش ساعات کارکرد چاه و یا افزایش دبی (آبدهی) چاه، انجام می‌گیرد.

فرونشست: به متراکم شدن لایه‌های زیر زمین که منجر به پایین رفتن سطح زمین و سازه‌های ساخته شده بر روی آن می‌شود، فرونشست، گفته می‌شود که از آن به عنوان زلزله خاموش نیز یاد می‌شود. یکی از دلایل عمده فرونشست، برهم خوردن تعادل آبخوان، از طریق برداشت بیش از ظرفیت، از آب‌های زیرزمینی است. فرونشست منجر به نابودی سفره‌های آب گردیده و به دلیل متراکم شدن آبخوان و از بین رفتن فضای بین ذرات، امکان تغذیه منابع آب زیرزمینی نیز از بین می‌رود. فرونشست‌ها عمدتاً در نواحی با برداشت بیش از حد مجاز از آب‌های زیرزمینی به وقوع می‌پیوندند. چون این پدیده ممکن است با خسارات جانی و مالی همراه باشد؛ به‌عنوان یکی از مخاطرات و سوانح به شمار می‌آید. این پدیده مسائلی همچون درز و شکاف‌های عمیق و طولانی را ایجاد می‌کند که باعث بروز مشکلاتی برای کشاورزان، تخریب خطوط ارتباطی و زیرساخت‌ها و غیره می‌گردد.

فروچاله: چاله‌های عمیقی که با عمق و قطر ۲۰ متر و یا بیشتر و معمولاً ناگهانی در سطح زمین ایجاد می‌شوند. این چاله‌ها یا در اثر فعالیت‌های انسانی نظیر حفر تونل مترو، وجود قنات‌های قدیمی و آب‌شستگی ناشی از ترکیدگی لوله آب و ... به وجود می‌آیند و یا عامل به وجود آورنده آن، افت سطح آب زیرزمینی در مناطقی است که در زیر زمین، لایه‌های آهکی کارستیک وجود دارد و گاه همراه با خسارات جانی و مالی است. در بسیاری از نقاط جهان و همچنین مناطقی از ایران، مثل دشت‌های رفسنجان، مهبیار اصفهان، کبودرآهنگ همدان، یزد، سیرجان و گرگان، مواردی از فروچاله‌ها مشاهده و گزارش شده است.

بخش دوم:

وضعیت منابع آب
در جهان امروز،
چالش‌ها و مساعی

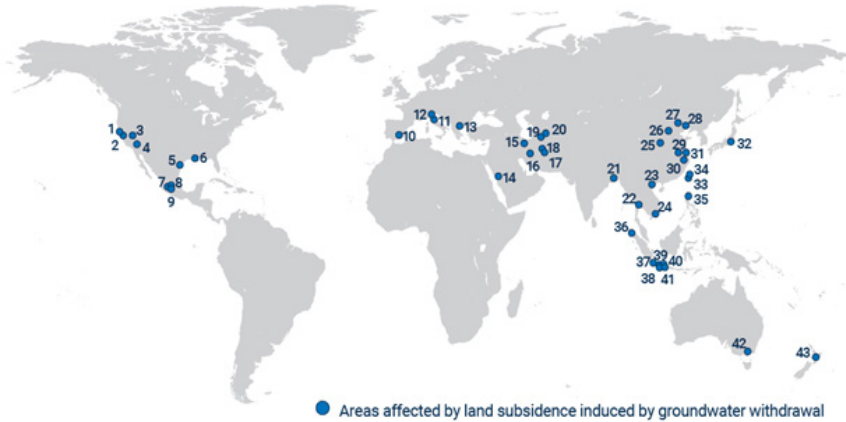
■ آب‌های زیرزمینی در جهان و در کشور ما، در چه شرایطی به‌ر می‌برند؟

منابع آب زیرزمینی برای هر کشور از جمله کشور ما، ایران، که در کمربند خشک و نیمه‌خشک کره زمین واقع شده و از منابع آب سطحی چندانی برخوردار نیست؛ یک منبع استراتژیک بسیار مهم تلقی می‌شود که در شرایط معمولی (بارش نرمال)، بخش بزرگی از مصارف و نیازها را پوشش داده و در شرایط خشکسالی، یک ذخیره کلیدی برای استمرار زندگی و سرزندگی می‌باشند. با این وجود، آب‌های زیرزمینی منبعی نادیدنی است و برای اکثر مردم، دور از چشم و دور از ذهن است. نادیدنی بودن این منبع و عدم آگاهی از ارزش و نقش آن، باعث شده تا فعالیت‌های انسانی در کنار پدیده تغییر اقلیم، فشار را بر منابع آب زیرزمینی در طول دهه‌های اخیر به شدت افزایش دهد و در نتیجه‌ی برداشت‌های بی‌حد از سفره‌ها، افت سطح آب به معنای پایین و پایین‌تر رفتن عمق آب در چاه‌ها نیز کاهش کیفیت آب، به‌طور مرتب در بسیاری از نقاط جهان گزارش شود.

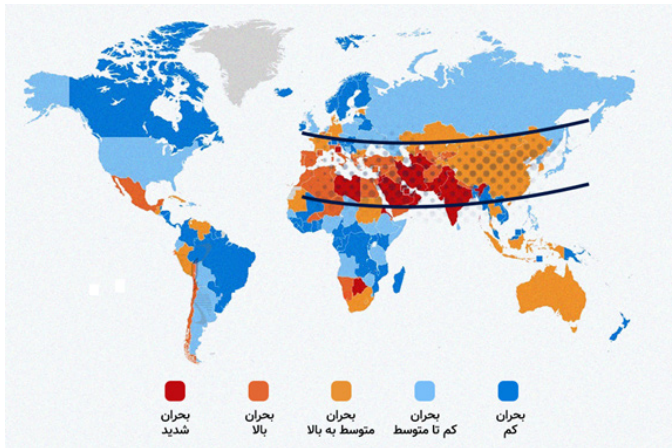
علیرغم حجم بالای جهانی آب‌های زیرزمینی، این ذخیره، یک منبع آسیب‌پذیر است. رشد روزافزون جمعیت، افزایش تقاضا برای توسعه کشاورزی و صنعت در کنار جهش مصرف آب در بخش شرب، استفاده از روش‌های ناکارآمد در آبیاری محصولات کشاورزی، کشت محصولات پرآب‌طلب بدون توجه به اقلیم و ظرفیت منابع آب یک منطقه و... همگی منجر به افزایش فشار بر منابع آب زیرزمینی و برداشت بی‌رویه از این منابع شده است. این مسئله خود، پایین رفتن سطح آبخوان و افزایش خطر وقوع پدیده فرونشست را در مناطق مستعد به لحاظ زمین‌شناسی، به دنبال داشته است. همچنین به دنبال برداشت بی‌رویه و پایین رفتن سطح آب آبخوان‌ها، غلظت املاح در این منابع افزایش یافته و این منابع، شور و کم‌کیفیت می‌شوند.

این مقوله در کشور ما بسیار حائز اهمیت بوده و عدم توجه به ارزش کلیدی این منابع و ظرفیت محدود آن‌ها، باعث گردیده تا در بسیاری از نقاط کشور با پدیده فرونشست و کاهش کیفیت این منابع مواجه باشیم. نقشه زیر نشان‌دهنده نقاط داغ پدیده فرونشست زمین ناشی

در جهان به دلیل برداشت بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی است. در این نقشه، به ۶ شهر تنها از کشور ایران اشاره شده است!!



نقاط داغ جهانی فرونشست زمین ناشی از برداشت آب‌های زیرزمینی - UNICEF, ۲۰۲۰
 (۱۵-تهران، ۱۶-یرد، ۱۷-رفسنجان، ۱۸-زرنند، ۱۹-مشهد، ۲۰-کاشمر)



وضعیت منابع آب زیرزمینی در نقاط مختلف جهان^۱

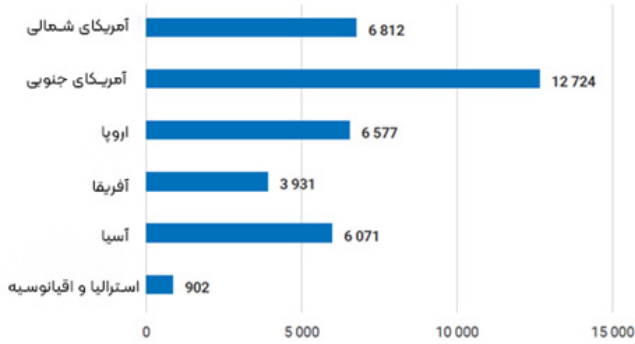
(۱) برگرفته شده از اینفوگراف منتشر شده توسط اعتماد آنلاین Etemadonline

به طور کلی منابع آب در یک منطقه، تحت تاثیر تغییرات آب و هوایی فصلی، تغییرات اقلیمی و بهره‌برداری از آن منابع، قرار دارند. با وجود نوسان‌های موردی، در مجموع، در طول تاریخ زندگی انسان، تاثیر قابل توجهی بر وضعیت کلی و درازمدت بسیاری از منابع آبی مشاهده نشده بوده؛ اما در چند دهه اخیر، ما شاهد تأثیرات شدیدی در مقیاس‌های محلی یا منطقه‌ای بوده‌ایم.

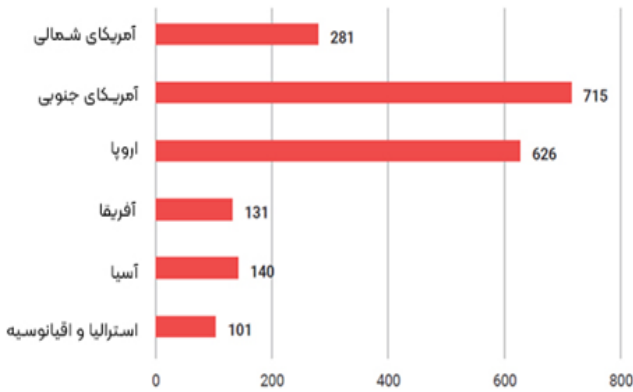
به عنوان مثال: دریاچه چاد، دریای آرال، دریاچه ارومیه، دریاچه نمک بزرگ و دریاچه پوپو در حال کوچک شدن و ناپدید شدن هستند؛ چشمه‌های متعدد در سراسر جهان کاملاً خشک شده‌اند؛ همچنین دبی (آبدهی) بسیاری از رودخانه‌ها از جمله رودخانه‌های مهم کشورمان به شدت کاهش پیدا کرده است. کاهش پیوسته سطح آب آبخوان‌ها نیز از جمله تغییرات شدید منابع آب در مقیاس محلی در بسیاری از نقاط جهان و کشور ما است.

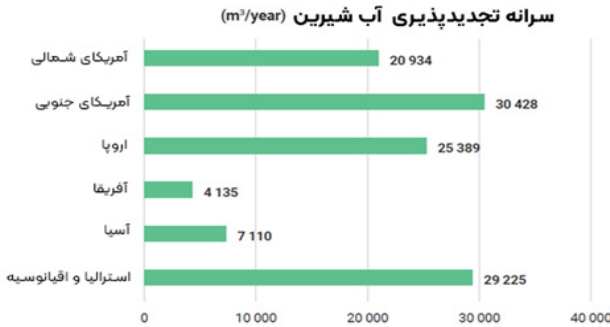
برای بدست آوردن تصویری واضح‌تر از شرایط منابع آبی در مناطق مختلف جهان، نیاز است تا دو مولفه کلیدی را با جزئیات بیشتر تشریح کنیم: نخست میزان آب تجدیدپذیر به معنای مقدار آبی که به‌طور متوسط در هر سال، مجدداً با بارش‌ها، در اختیار ما قرار می‌گیرد. نمودارهای زیر، نشان‌دهنده میزان حجم آب تجدیدپذیر در قاره‌های مختلف هستند.

تجدید پذیری سالانه آب شیرین (km³/year)



میانگین نرخ تجدید پذیری آب شیرین (mm/year)

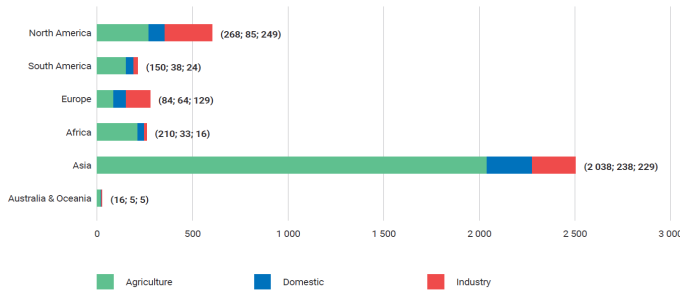




تخمین آب شیرین تجدیدپذیر در قاره‌های مختلف، ۲۰۱۵

همچنان که مشاهده می‌شود؛ میزان آب تجدیدپذیر، در قاره آسیا، علیرغم وسعت بسیار زیاد و جمعیت فراوان ساکن در آن، به نسبت سایر قاره‌ها، به مراتب، محدودتر می‌باشد.

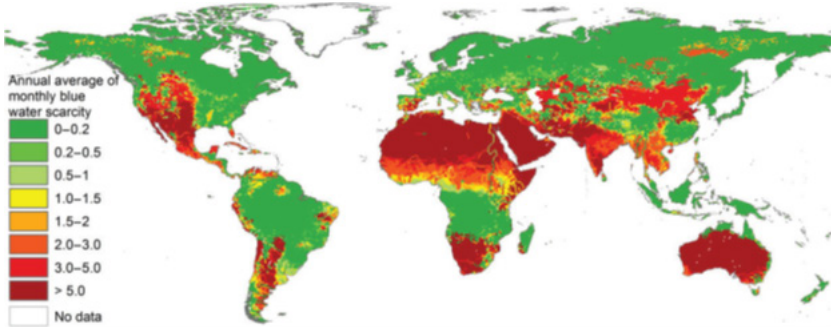
مولفه دومی که تصویر وضعیت منابع آبی را واضح‌تر می‌کند؛ برداشت یا تخلیه این منابع و تغییراتی است که در این امر در دهه‌های اخیر، بروز کرده است. آمارهای جهانی، حکایت از آن دارند که برداشت آب شیرین از نهرها، دریاچه‌ها، سفره‌های زیرزمینی و مخازن ساخته شده توسط انسان (به اصطلاح منابع «آب آبی»)، در طول قرن گذشته، به شدت افزایش یافته و همچنان در بیشتر نقاط جهان در حال بیشتر شدن است. بر اساس برآوردهای اخیر، برداشت جهانی آب شیرین، در سال ۱۹۰۰ حدود ۶۰۰ کیلومتر مکعب در سال بوده؛ رقمی که در ۲۰۱۷ به ۳۸۸۰ کیلومتر مکعب در سال جهش یافته است (سازمان ملل متحد، ۲۰۲۱). این افزایش میزان بهره‌برداری، به دنبال جهش رشد جمعیت، توسعه سریع و نیز افزایش نیاز به آب در بخش کشاورزی به وقوع پیوسته است. همان‌طور که در شکل زیر نشان داده شده است؛ آسیا بیشترین سهم را در برداشت جهانی آب شیرین دارد (۶۴٫۵٪) و پس از آن آمریکای شمالی (۱۵٫۵٪)، اروپا (۷٫۱٪)، آفریقا (۶٫۷٪)، آمریکای جنوبی (۵٫۴٪) و استرالیا و اقیانوسیه (۰٫۷٪) قرار دارند.



برداشت آب شیرین در سال ۲۰۱۷، به تفکیک قاره‌های مختلف و بخش‌های سه‌گانه مصرف آب (کیلومتر مکعب در سال)

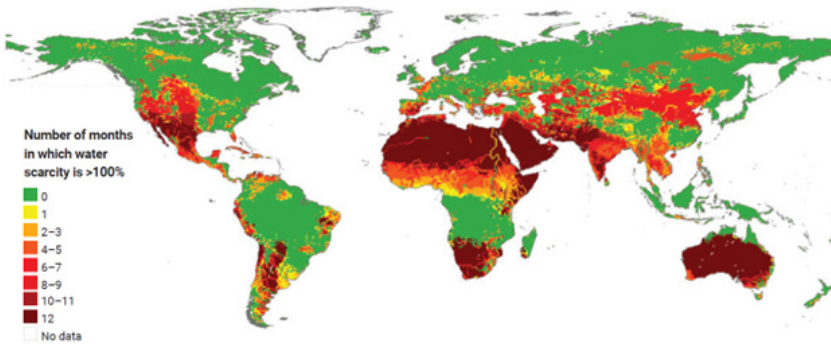
از منظر اتکا به آب‌های زیرزمینی نیز، قاره آسیا، بزرگ‌ترین برداشت‌کننده‌های آب زیرزمینی در جهان به شمار می‌رود و هفت کشور از ده کشور که بیشترین آب زیرزمینی را استخراج می‌کنند؛ در این منطقه قرار دارند: بنگلادش، چین، هند، اندونزی، ایران، پاکستان و ترکیه. این کشورها به تنهایی، حدود ۶۰ درصد از کل برداشت آب زیرزمینی جهان را انجام می‌دهند.

با وجود آن‌که آب‌های زیرزمینی در گذشته، در بیشتر مناطق جهان به‌وفور یافت می‌شده است؛ کاهش آن، به نگرانی‌هایی در مورد پایداری استفاده از آب‌های زیرزمینی در مناطق مختلف در سراسر آسیای مرکزی، چین، آسیای جنوبی و برخی مراکز شهری در جنوب شرقی آسیا منجر شده است. این در شرایطی است که تقاضا برای آب بیشتر، کماکان برقرار است و در حالی که میزان افزایش مصرف آب شیرین در اکثر کشورهای توسعه یافته کاهش یافته است؛ در بیشتر اقتصادهای نوظهور و همچنین در کشورهای با درآمد متوسط و پایین به رشد خود ادامه می‌دهد. در سطح جهانی، انتظار می‌رود مصرف آب در ۳۰ سال آینده تقریباً ۱ درصد در سال رشد کند که ناشی از افزایش تقاضا در بخش‌های صنعت و انرژی و همچنین مصارف شهری و خانگی است و عمدتاً به‌عنوان تابعی از توسعه صنعتی و بهبود وضعیت بهداشت محسوب می‌شود. چنین شرایطی، مسئله کمبود آب و چالش‌های در حال گسترش در منابع آب را رقم زده است. (سازمان ملل متحد، ۲۰۲۱)



میانگین سالانه کمبود آب آبی (۲۰۰۵)

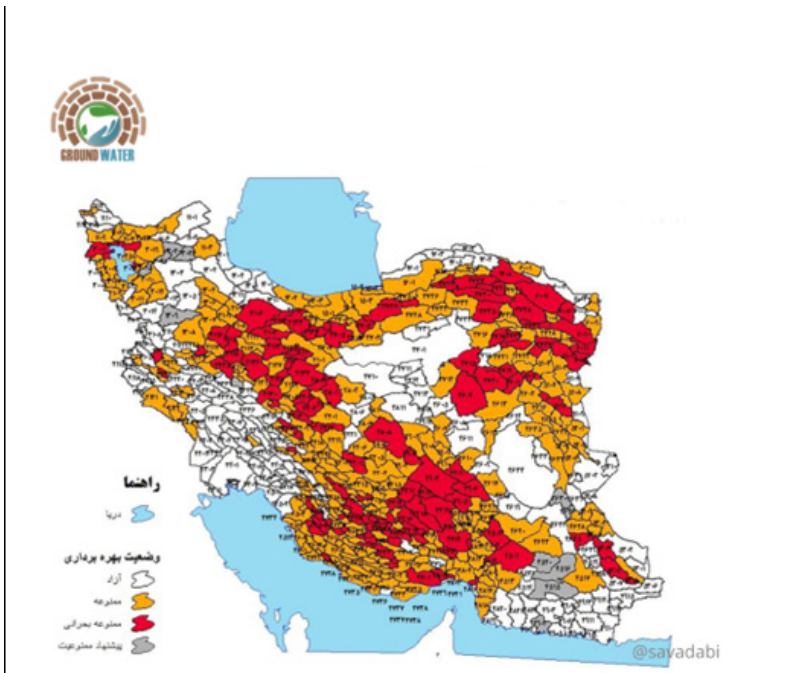
شکل بالا الگوی جهانی متوسط سالانه کمبود «آب آبی» را نشان می‌دهد؛ در حالی که در شکل پایین، تعداد ماه‌هایی در سال مشخص گردیده که در آن‌ها، در یک منطقه، کمبود آب از ۱۰۰ درصد فراتر می‌رود؛ امری که نشان‌دهنده نرخ ناپایدار برداشت است. تخمین زده می‌شود که در حال حاضر، چهار میلیارد نفر در مناطقی زندگی می‌کنند که حداقل یک ماه در سال از کمبود فیزیکی شدید آب رنج می‌برند.



تعداد ماه‌هایی در سال که کمبود آب آبی از ۱۰۰ درصد بیشتر می‌شود، (۲۰۰۵)

در حال حاضر تقریباً یک‌پنجم جمعیت جهان در مناطقی زندگی می‌کنند که به‌صورت فیزیکی کم‌آب هستند و معضلات و چالش‌های آب، به نحو روزافزونی در بسیاری از نقاط جهان در حال گسترش هستند و عملاً به یکی از اساسی‌ترین موانع زندگی بشر و توسعه جوامع، تبدیل شده است. در کشور ما نیز این برهم‌خوردن تعادل

و عدم توجه به ظرفیت منابع آب در نقاط مختلف شکل گرفته و گسترش پیدا کرده است به طوری که هم اکنون ۴۱۰ محدوده مطالعاتی از مجموع ۶۰۹ محدوده کشور، به دلیل برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی، شرایط ممنوعه دارند. در نقشه زیر وضعیت دشتهای ممنوعه در سرتاسر کشور را ملاحظه می‌کنید. تصویری که حاکی از رو به زوال بودن منابع آب زیرزمینی در تقریباً تمام استان‌های کشور است.

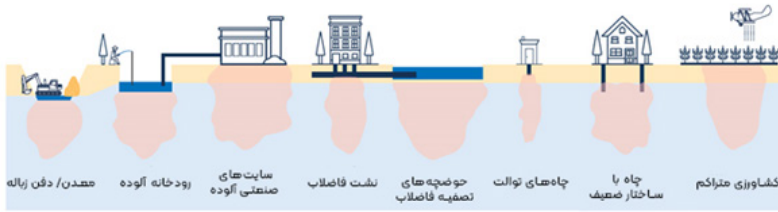


نقشه دشتهای ممنوعه کشور تا پایان اسفند ۱۴۰۰

■ آیا چالش آب‌ها از زیرزمین، تنها برداشت بیش از ظرفیت آن‌هاست؟

در نگاه نخست، مشکل اصلی منابع آب شیرین، نادیده گرفتن محدودیت این منابع و تقاضای روزافزون، بدون توجه به ظرفیت این منابع است؛ اما عدم آگاهی اغلب جوامع به‌ویژه تصمیم‌گیران نسبت به ارزش این منابع و عدم توجه به توسعه پایدار و لزوم تامین آب برای نسل‌های آینده باعث شده، منابع اندک موجود نیز در معرض آلودگی و نابودی قرار بگیرد. گسترش اراضی کشاورزی و استفاده بی‌رویه از کودها و سموم شیمیایی منجر به ورود زه‌آب‌های کشاورزی آلوده به مقادیر زیادی نترات، آفت‌کش‌ها و سایر مواد شیمیایی به منابع آب زیرزمینی شده و در بسیاری از مناطق، کیفیت این منبع ارزشمند را به شدت تحت تاثیر قرار داده است. همچنین ورود فاضلاب‌های صنعتی و شهری به منابع آب زیرزمینی منجر به ورود پاتوژن‌های بیماری‌زا و فلزات سنگین و بسیاری دیگر از آلاینده‌ها به این منابع ارزشمند گردیده است.

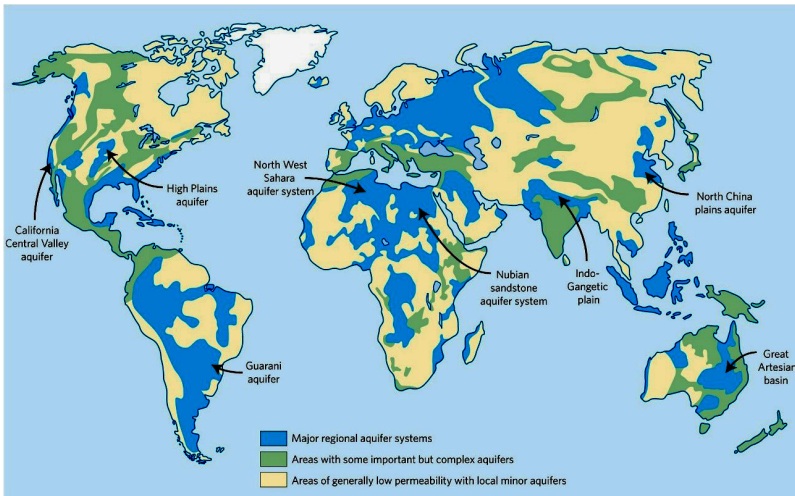
ذکر این نکته ضروریست که آلودگی آب‌های زیرزمینی فرآیندی تقریباً غیرقابل برگشت است. ورود آلودگی به آب‌های زیرزمینی، کیفیت آب‌های زیرزمینی برداشت‌شده برای مصارف شرب را کاهش می‌دهد و همچنین بر اکوسیستم‌های وابسته به این منابع تأثیر می‌گذارد. در میان آلودگی‌های نام‌برده شده تخمین زده می‌شود که آلودگی کشاورزی بر آلودگی سکونتگاه‌ها و صنایع، به‌عنوان عامل اصلی تخریب آب‌های داخلی و ساحلی، پیشی گرفته است. نترات حاصل از کودهای شیمیایی و آلی، شایع‌ترین آلاینده انسانی در آب‌های زیرزمینی در سطح جهان است. حشره‌کش‌ها، علف‌کش‌ها و قارچ‌کش‌ها در صورت استفاده یا دفع نادرست، می‌توانند آب‌های زیرزمینی را با مواد سرطان‌زا و سایر مواد سمی آلوده کنند. شواهد حاکی از آن است که قوانین و مقررات برای جلوگیری یا محدود کردن آلودگی آب‌های زیرزمینی ناشی از کشاورزی، به‌ویژه در مرحله اجرا (پیاده‌سازی)، عموماً ضعیف و ناکارآمد هستند.



برخی از مهم ترین منابع آلاینده آب های زیرزمینی

تغییر اقلیم چه اثری بر منابع آب زیرزمینی دارد؟! ■

یکی دیگر از مسائلی که بر منابع آب زیرزمینی اثر می گذارد، پدیده تغییر اقلیم است. همچنان که در مباحث مربوط به موضوع محوری سال تحصیلی ۱۴۰۰-۰۱، مرور شده است؛ تغییر اقلیم اثر قابل ملاحظه ای بر منابع آب در سرتاسر جهان دارد؛ با این وجود از آنجا که منابع آب زیرزمینی در زیر سطح زمین قرار دارند، نسبت به منابع آب سطحی کمتر تحت تاثیر این پدیده قرار می گیرند و به همین خاطر، آب های زیرزمینی می توانند بخش مهمی از سازگاری با تغییرات آب و هوایی باشند و اغلب، منبع آب قابل اعتمادی برای افرادی است که به آب سالم دسترسی ندارند.



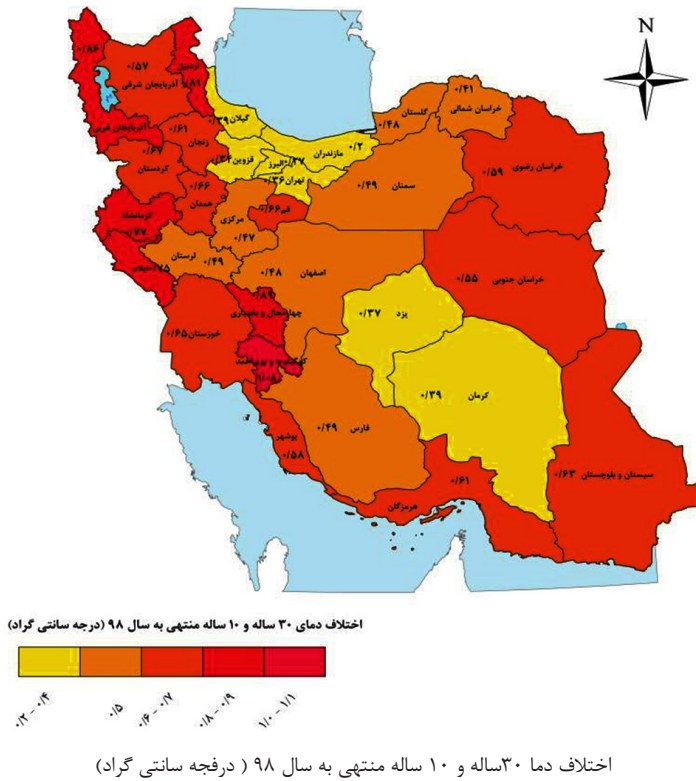
تغییر اقلیم و تاثیر آن بر آب های زیرزمینی

البته باید توجه داشت که این منابع نیز تحت تأثیر پدیده تغییر اقلیم هستند و نباید از نظر دور داشت که تغییر اقلیم به طور مستقیم بر تغذیه طبیعی آب‌های زیرزمینی از طریق تغییر در الگوی بارش و نشت از آب‌های سطحی، از جمله رودخانه‌ها، تالاب‌ها و دریاچه‌ها تأثیر می‌گذارد. با این حال، عدم قطعیت قابل توجهی در پیش‌بینی‌های جهانی از میزان تأثیرات تغییرات آب و هوایی بر تغذیه آب‌های زیرزمینی وجود دارد. همچنین اثرات تغییر اقلیم بر روی آب‌های زیرزمینی در بسیاری از مناطق می‌تواند از طریق اثرات غیرمستقیم آن بر تقاضای آب آبیاری از طریق افزایش تبخیر و تعرق و در نتیجه پمپاژ آب بیشتر باشد.

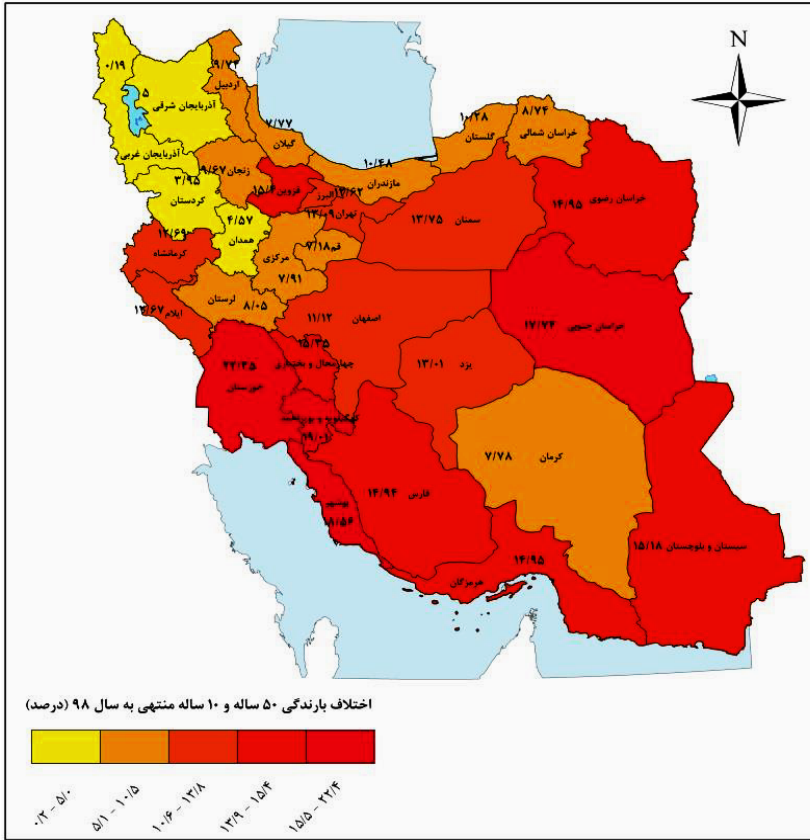
از دیگر تأثیرات تغییرات آب و هوایی، تشدید بارندگی در برخی مناطق است. این مسئله در مناطقی که امکانات بهداشتی کافی ندارند می‌تواند پاتوژن‌های بیماری‌زا و مواد شیمیایی را به‌ویژه در مناطقی که سطح آب زیرزمینی بالاست، به این منابع منتقل نموده و موجب آلوده شدن این منابع ارزشمند شود.

افزایش جهانی سطح دریا نیز از جمله مشکلات حاصل از تغییرات آب و هوایی است که باعث نفوذ آب دریا به سفره‌های ساحلی در سراسر جهان شده است. با این حال، تأثیر این پدیده اغلب نسبت به برداشت آب زیرزمینی بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی و شور شده این منابع، کم است. همچنین اثرات تغییر اقلیم بر روی آب‌های زیرزمینی ممکن است از طریق اثرات غیرمستقیم آن بر تقاضای آب آبیاری از طریق افزایش تبخیر و تعرق بیشتر باشد که به طور کلی موجودیت این منابع را با خطر مواجه خواهد نمود.

بر اساس گزارشات کارگروه ملی سازگاری با کم‌آبی، میانگین دما در سی سال اخیر در کل استان‌های کشور ما نیز افزایش یافته است و این افزایش، بیشتر در استان‌های نوار غربی کشور به وقوع پیوسته است.



به موازات این افزایش دما که خود افزایش نیاز آبی را در بخش های مختلف به دنبال دارد؛ طی سی سال اخیر بارندگی در تمامی استان های کشور کاهش داشته و این کاهش بارندگی بیشتر در استان های نوار شرقی و جنوبی کشور بوده است. این مسئله کاهش تغذیه منابع آب زیرزمینی را در کنار افزایش تقاضا و بهره برداری بی رویه از این منبع را به دنبال داشته است.



اختلاف بارندگی ۵۰ ساله و ۱۰ ساله منتهی به سال ۹۸ (درصد)

در یک جمع‌بندی کلی از وضعیت منابع آب زیرزمینی در کشور، ۴ پارامتر زیر، که تا حد زیادی به راحتی در خاطر نیز سپرده می‌شود؛ کمک‌کننده است:

- عدد اول: ۱۴۰؛ ما در پایان سال ۱۴۰۰، با ۱۴۴ میلیارد مترمکعب کسری مخزن تجمعی مواجهیم؛ به زبان ساده یعنی بیش از ورودی آب به سفره‌های زیرزمینی، از آن‌ها برداشت کرده‌ایم و اکنون با یک بدهی بزرگ و اساسی مواجه هستیم.
- عدد دوم: ۴۰۰؛ این رقم، تعداد گرد شده دشتهایی است که در کشور ممنوعه شده‌اند. ممنوعه یعنی بخش‌هایی که دخلمان، مدت‌هاست از خرجمان، عقب‌تر مانده و در آن‌ها در حال افزایش

بی‌امان بدهی هستیم.

- عدد سوم: ۴۰۰۰؛ این رقمی است که مربوط به شاخص کیفیت و یا شوری آب‌های زیرزمینی است. واحد این عدد، میکروزیمنس بر سانتی‌متر است و میزان آن به ما می‌گوید یک آب، چقدر از نظر شوری و کیفیت، مناسب است. هر قدر این شاخصی، بیشتر باشد، به معنای کیفیت نامناسب‌تر آب است. این شاخص در حال حاضر، در آبخوان‌های کشور، به طور متوسط ۴۰۰۰ است؛ این رقم در دهه ۶۰ خورشیدی، یعنی تنها چهل سال قبل، در حدود ۲۰۰۰ بوده است.
- عدد چهارم: ۴؛ این عددی است که می‌گوید چند درصد بودجه بخش آب کشور در چند دهه اخیر، در بخش آب زیرزمینی هزینه شده است. واضح است که این سهم می‌گوید چقدر آب‌های زیرزمینی، در تصمیم‌گیری برای مدیریت آب، اولویت داشته است.

بخش سوم:

چرایے و ضرورت
آموزش در حوزہ
آب ہائے زیر زمینے؛
دیدنے کردن نادیدنے

تا بدینجا در رابطه با چيستی منابع آب زیرزمینی و مسائل و معضلات این حوزه صحبت شد، در ادامه در رابطه با ضرورت و اهمیت دیدنی کردن منابع آب زیرزمینی بحث خواهیم کرد. این ضرورت هنگامی مشخص می‌شود که از سویی شرایط پرخطر این منابع آسیب‌پذیر را از نظر بگذرانیم (موضوعی که در بخش قبل، به تفصیل مورد گفتگو قرار گرفت) و از سویی دیگر، این فرضیه را بپذیریم که سهم مهمی از آسیب‌های وارد شده به آب‌های زیرزمینی، ناشی از ملموس نبودن این منابع و تصورات نادرست از آنهاست. به طور مثال، خشک شدن دریاچه ارومیه، کم‌آبی زاینده‌رود و یا مشکلات کیفی در کارون، به خاطر در معرض دید بودن، به مراتب بیشتر از نابودی آب‌های زیرزمینی، مورد توجه تصمیم‌گیران، رسانه‌ها و عموم مردم بوده‌اند. تصورات نادرستی همانند ظرفیت نامحدود این منابع، قابلیت احیای کامل این منابع در دوره‌های ترسالی و ...؛ بر بحرانی‌تر شدن مدیریت این منابع، افزوده است. ملموس و دیدنی کردن آب‌های زیرزمینی، کمک خواهد کرد، تا با در نظر گرفتن نقش بی‌بدیل این منابع، روند افزایش فشار بی‌امان به این منابع، با حفر چاه‌های بیشتر و بیشتر، کند و متوقف‌شده و بخشی از آسیب‌های وارد شده به این منابع، جبران شود.

مرور کارکردهای کلیدی آب‌های زیرزمینی، به‌ویژه در جهان آینده، می‌تواند این ضرورت را برجسته‌تر نماید:

■ **آب‌هاے زیرزمینی، منبع حیاتی و تکیه‌گاه کلیدی برخ از مهم‌ترین نقاط**

تمرکز جمعیت

آب‌های زیرزمینی منبع اصلی تامین آب در بسیاری از شهرهای جهان از جمله در کشور ما هستند و به دلیل گسترش شهرنشینی، تغییرات آب و هوایی و مدیریت ناصحیح آب، به طور فزاینده‌ای تحت فشار قرار دارند. همچنین کاهش آب‌های زیرزمینی و فرونشست زمین مشکلات جدی در بسیاری از شهرها از جمله تهران، ورامین، مشهد، همدان، کرج، اصفهان، شیراز، بندرعباس، تبریز و ... ایجاد نموده است.

■ آب‌ها‌ه‌ زیرزمینی منبع قابل اطمینان در شرایط خشکسالی

همانطور که می‌دانید آب‌ها‌ه‌ی زیرزمینی نسبت به آب‌ها‌ه‌ی سطحی بسیار کندتر به تغییرات آب و هوایی واکنش نشان می‌دهند و ذخیره طبیعی این منابع همچون حساب پس‌اندازی در شرایط خشکسالی و اضطرار به کمک انسان می‌آید. آب‌ها‌ه‌ی زیرزمینی اغلب یک منبع قابل اعتماد برای تامین آب در طول خشکسالی‌ها‌ه‌ی طولانی مدت محسوب می‌شود.

تحقیقات انجام شده توسط دانشمندان بریتانیایی نشان داده که جوامع روستایی در مناطق دورافتاده اتیوپی، در هنگام خشکسالی بسیار انعطاف‌پذیرتر هستند؛ چرا که در دوران خشکسالی از طریق برداشت از منابع آب زیرزمینی، آب موردنیاز خود را تامین می‌نمایند. نمونه‌ها‌ه‌ی بی‌شماری در سرتاسر جهان نیز نشان می‌دهند که بهره‌برداری از آب‌ها‌ه‌ی زیرزمینی برای آبیاری کشاورزی یا صنعت، منبع مطمئنی از آب را فراهم می‌کند و وابستگی به بارندگی سالانه را کاهش می‌دهد و به کاهش ریسک سرمایه‌گذاری کمک می‌کند.

■ تغییرات آب و هوایی و ظرفیت ویژه آب‌ها‌ه‌ی زیرزمینی برای کمک به

سازگاری ما با این تغییرات

آب‌ها‌ه‌ی زیرزمینی به‌عنوان بزرگ‌ترین ذخیره آب شیرین توزیع شده در جهان، نقش اصلی را در حفظ اکوسیستم‌ها و سازگاری انسان با تغییرات آب و هوایی ایفا می‌کند. سفره‌ها‌ه‌ی زیرزمینی دارای ظرفیت اصطلاحاً باف‌ری بوده و به‌طور طبیعی نسبت به آب‌ها‌ه‌ی سطحی در برابر ضربه‌ها‌ه‌ی خارجی مقاوم‌تر هستند. از آنجایی که تنوع دسترسی به آب‌ها‌ه‌ی سطحی به دلیل تغییرات اقلیمی در حال افزایش است؛ اهمیت استراتژیک سفره‌ها‌ه‌ی زیرزمینی برای امنیت آب و غذا به وضوح در حال افزایش است. در کنار این ظرفیت ویژه، آسیب‌ها‌ه‌ی نیز به خاطر تغییرات اقلیمی می‌تواند آب‌ها‌ه‌ی زیرزمینی را تهدید کند که در بخش قبل، مورد بحث قرار گرفته است.

■ آب‌خوان‌ها، منبع قابل اطمینان در بلایای طبیعی، درگیره‌ها و حقوق بشر

سفره‌های زیرزمینی می‌توانند جایگزین مناسبی برای منابع آب آشامیدنی آسیب‌دیده، پس از حوادث فاجعه‌باری مانند سونامی، زلزله و ... باشند. برای سازمان‌های امدادی به هنگام اسکان آسیب‌دیدگان، (بعد از بلایای طبیعی و یا درگیری)، در دسترس بودن آب زیرزمینی برای تامین آب، بسیار مهم است. حتی در شرایطی دور از سوانح نیز، آب‌های زیرزمینی اغلب یک راه‌حل خوب، برای مردمی است که دسترسی به آب آشامیدنی سالم ندارند (تخمین زده می‌شود، هنوز هم بیش از ۶۰۰ میلیون نفر در کره زمین به آب آشامیدنی سالم دسترسی ندارد!).

■ آب‌ها و زیرزمین و محیط زیست

حیات بسیاری از اکوسیستم‌ها، وابستگی نزدیکی به آب‌های زیرزمینی دارد: اکوسیستم‌های آبی همچون تالاب‌ها، رودخانه‌ها و دریاچه‌هایی که از منابع آب زیرزمینی تغذیه می‌شوند، اکوسیستم‌های خشکی با پوشش گیاهی فراتوفیت، یا با ریشه‌های کم‌عمق در مناطق آبرفتی یا ریشه‌های عمیق در مناطق خشک و حتی اکوسیستم‌های زیرزمینی (غارها)، همگی به آب زیرزمینی، وابسته است. بر این اساس، حفاظت از آب‌های زیرزمینی بخشی ضروری در حفاظت از اکوسیستم‌ها است.

■ آب‌ها و زیرزمین فرا مرز؛ تهدید برای گسترش منازعات

آب زیرزمینی یک منبع مشترک است و اغلب در سطح فردی مثلاً در یک زمین کشاورزی، بدون توجه به تأثیر کلی بر آب‌خوان مورد استفاده قرار می‌گیرد زیرا نه استفاده و نه تأثیر آن، بلافاصله قابل مشاهده نیست. این امر زمانی پیچیده‌تر می‌شود که سفره‌های زیرزمینی از مرزهای استانی و یا ملی عبور کنند (بیشتر سفره‌های آب بزرگ در جهان فرا مرزی هستند). در نبود فرایند مسئولانه و مشارکت مشترک، در دسترس نبودن و عدم شفافیت اطلاعات و حاکمیت قانون، آب‌های زیرزمینی به‌ویژه با بروز محدودیت‌های جدی‌تر در آینده نزدیک، بستر و زمینه مهمی برای منازعات خواهند بود.

■ آب‌ها‌ه‌ زیرزمینی؛ بهداشت، سلامت و آلودگی

بیماری‌های مرتبط با آب همچنان یکی از نگرانی‌های عمده بهداشتی در جهان است. بهبود کنترل کیفیت آب‌های زیرزمینی، در ارتباط با بهبود بهداشت و بهداشت فردی، استراتژی اصلی برای کاهش بیماری‌های مرتبط با آب به شمار می‌رود. آب‌های زیرزمینی می‌تواند از کشاورزی، فاضلاب، صنعت و معدن، دفن و دفع زباله، ترافیک و حمل‌ونقل و همچنین از فرآیندهای شیمیایی زمین‌شناسی آلوده شود. پایش منظم آب‌های زیرزمینی، ارزیابی آسیب‌پذیری، حفاظت از آلودگی‌های نقطه‌ای و انتشاری و حذف آلاینده‌ها از اقدامات ضروری در حفظ و ارتقای کیفیت آب‌های زیرزمینی و سلامت ما محسوب می‌شود.

■ آب‌خوان‌ها در پیوند با غذا و انرژی

حدود دوسوم از کل آب‌های زیرزمینی برداشت شده در جهان در بخش کشاورزی استفاده می‌شود. تولید جهانی غذا به طور فزاینده‌ای به آب‌های زیرزمینی متکی است، در حالی که تخلیه آب‌های زیرزمینی در نهایت منجر به کاهش تولید غذا می‌شود. حدود یک‌چهارم انرژی مصرف‌شده در سطح جهان صرف تولید و عرضه مواد غذایی از جمله برای پمپاژ آب‌های زیرزمینی در زمین‌های کشاورزی می‌شود.

■ چرخ‌ها‌ه‌ اقتصاد و تولید متکی به آب‌ها‌ه‌ زیرزمینی

منابع آب زیرزمینی به طور گسترده در فرآیندهای تولید توسط شرکت‌های بزرگ بین‌المللی در سراسر جهان استفاده می‌شود. درک ارزش آب‌های زیرزمینی (در کنار مقررات) یک انگیزه برای سرمایه‌گذاران و مدیران دارایی خواهد بود که در نهایت منجر به کاهش ریسک سرمایه‌گذاری می‌شود.

■ هم‌انکاران‌پذیر آب‌ها‌ه‌ زیرزمینی در امنیت‌آین

امنیت آب تسریع‌کننده‌ای ضروری در پیشرفت اجتماعی و اقتصادی است (تحصیل دختران ، ایجاد شغل و رشد اقتصادی، ایجاد امنیت غذایی، انعطاف‌پذیری آب‌وهوا، انرژی پاک، و کاهش تعارضات). امنیت آب به این صورت تعریف می‌شود: دسترسی مطمئن به مقدار و کیفیت قابل قبول آب برای تولید، معیشت، بهداشت و اکوسیستم، همراه با سطح قابل قبولی از ریسک‌های ناشی از خشکسالی، سیل، آلودگی و درگیری. با آنچه در بخش‌های قبل مرور شد، نقش آب زیرزمینی در این رابطه، کاملاً برجسته و کلیدی به شمار می‌رود.

بخش چہارم:

چگونگ آموزش
موضوع محورے امسال
بہ دانش آموزان؟

هدف از دیدنی کردن منابع آب زیرزمینی، آشنایی افراد با ارزش و جایگاه این منابع و تغییر نگاه‌ها و رویکردها برای حرکت به سوی مدیریت پایدار آب‌های زیرزمینی، کنترل برداشت از این منابع و همچنین توجه به اثرات برداشت بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی بر اکوسیستم‌ها، آب‌های سطحی، فرونشست زمین و درنهایت، مشخص شدن وابستگی اساسی زندگی و سرزندگی ما به این منابع است. باید توجه داشت که هدف در طرح سواد آبی، تربیت نسلی آگاه، حساس و مسئولیت‌پذیر نسبت به مسائل آبی و محیط‌زیستی است و از این رو تاکید مجدد می‌شود که دبیران گران‌قدر در ارائه آموزش‌های موضوع محوری «آب‌های زیرزمینی، نادیدنی را دیدنی کنیم»، از تاکید بر محفوظات و آمار و ارقام پرهیز نمایند. آشنایی دانش‌آموزان با مسائل و مشکلات حوزه آب به‌ویژه منابع آب زیرزمینی، آرمانی است که در دستیابی به آن نیازمند همراهی شما هستیم.

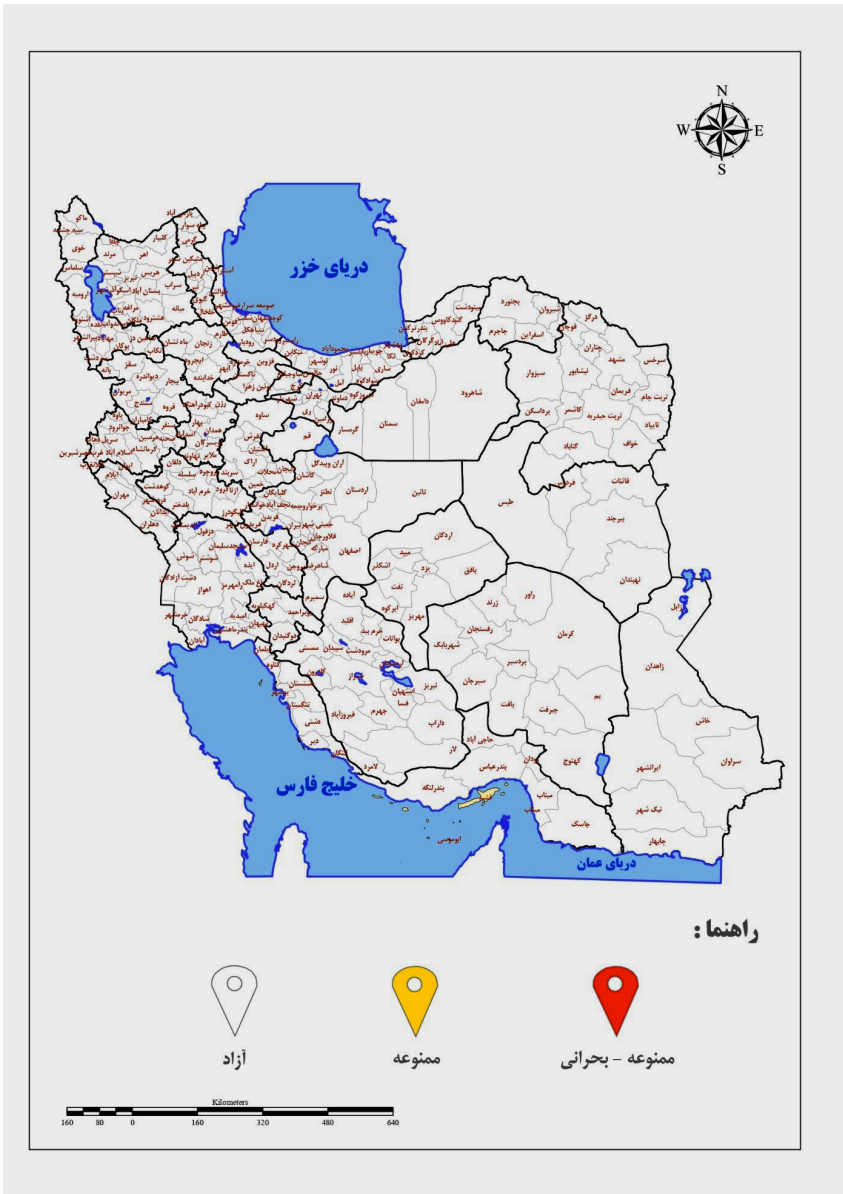
اگر در مدرسه محل تدریس شما امکان انجام فعالیت‌های عملی و یا بازدیدهای علمی وجود ندارد، از طریق پرسش و پاسخ (بحث تعاملی یا گفتگوی سقراطی پیرامون مفاهیم مطرح شده در این کتابچه در بخش‌های قبل) و یا گروه‌بندی دانش‌آموزان و تعریف فعالیت‌های تحقیقاتی و درگیر نمودن ایشان در موضوع، می‌توان آموزش‌ها را به دانش‌آموزان ارائه داد.

فعالیت‌های تکمیلی زیر به‌عنوان نمونه از اقدامات عملی در مسیر ملموس نمودن آب‌های زیرزمینی برای نسل جدید پیشنهاد می‌گردد:

■ فعالیت ۱: آشنایی با دشت‌ها ممنوعه استان محل سکونت خود

برای انجام این فعالیت می‌توانید نقشه دشت‌های ممنوعه استان محل سکونت خود را از نشریه دشت‌های ممنوعه شرکت مدیریت منابع آب ایران پیدا کرده (این نشریه در وبسایت داناب (danab.ir) در قسمت موضوع محوری سال ۰۲-۱۴۰۱ در دسترس است) و از آن یک

نسخه پرینت تهیه نمایید؛ پس از آموزش مفهوم دشت ممنوعه از دانش‌آموزان بخواهید با پونز رنگی و یا کاغذ رنگی (قرمز و نارنجی و سفید)، دشتهای ممنوعه استان خود را مشخص نمایند. در این فعالیت، بر اساس جدول مندرج در نشریه دشتهای ممنوعه، دانش‌آموزان را متوجه این مطلب نمایید که هر دشت از چه سالی ممنوعه اعلام شده و بدترین وضعیت، مربوط به کدام دشت در استان است؛ سپس مشکلات برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی و راهکارهای مربوط به تغییر این رویه را به بحث و گفتگو بگذارید. همچنین می‌توانید با استفاده از نقشه صفحه بعد که در آن مرز استان‌ها و شهرستان‌های کشور ارائه شده است، این فعالیت را در رابطه با شهرستان‌های دارای دشت ممنوعه در استان مورد نظر خود، انجام دهید.



نقشه کشور با تقسیم بندی استانی و محدوده‌های مطالعاتی (دشت‌ها) جهت استفاده در فعالیت‌های عملی طرح سوادآبی

■ فعالیت ۲: قرین ساخت آبخوان

با توجه به ماهیت انتزاعی منابع آب زیرزمینی، آشنا نمودن دانش آموزان با این منابع و مفهوم برداشت بی رویه از آن‌ها، از طریق ساخت یک آبخوان ساده با کمترین امکانات در کلاس درس، می‌تواند بسیار اثرگذار باشد. برای این منظور می‌توانید گام‌های ارائه شده در کار برگ شماره یک این کتابچه را دنبال نمایید (صفحه بعد).

لازم به تاکید است که انجام این فعالیت پیشنهادی بوده و به صلاحدید دبیر مربوطه می‌توان از هر فعالیت دیگر که به آشنایی دانش آموزان با منابع آب زیرزمینی و مسائل و مشکلات این حوزه، کمک می‌نماید؛ بهره گرفت.

در بخش موضوع محوری و بسایت داناب، مجموعه‌ای از موارد چند رسانه‌ای در خصوص بحث آب و تغییر اقلیم، در اختیار دبیران گرامی قرار دارد تا حسب صلاحدید و ظرفیت‌ها، برای پیشبرد آموزش‌ها از آن بهره ببرند.

و این پایان راه نیست....

ساخت یک مدل آبخوان

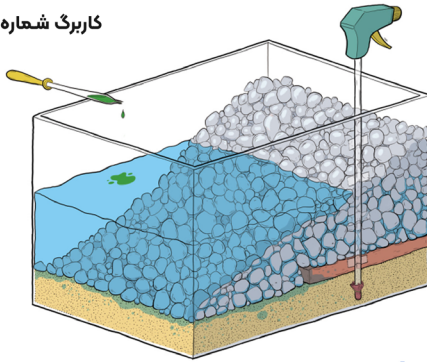
راهنمای ویژه دبیران

هدف: استفاده از آموخته های دانش آموزان برای ساختن نحوه کار یک آبخوان
زمان مورد نیاز: 90 دقیقه

مواد مورد نیاز

جعبه پلاستیک شفاف یا آکواریوم کوچک	باری اسپری
نوار چسب	شن
خاک رس	سنگ یا شن آکواریوم کوچک (رنگ سفید و جفت شده)
رنگ خوراکی	مدل آب
نوار لاستیکی	مدل محل مسدود یا جوجه کاغذی
جواب نایلونی	فجان

کاربرد شماره ۱



برای تهیه و تکمیل آموزشی BUILD A MODEL AQUIFER و به سایت SCHOLASTIC.COM

آبخوانتان را بسازید:

قدم اول

نازل اسپری و لوله را از یک بطری اسپری تعویض خارج کنید. کف لوله را با یک جوراب نایلونی و یک نوار لاستیکی بپوشانید تا یک صفحه ایجاد شود. بالای لوله را به داخل گوشه بلند یک جعبه شفاف بچسبانید. عمق لوله را تا نیم سانتی متر بالاتر از کف جعبه ادامه دهید. (نازل را طوری قرار دهید که بتوانید بعداً آن را اسپری کنید) این لوله نشان دهنده یک چاه صخره شده در سفره زیرزمینی است. (کلاس پیشرفته: بعد از درست کردن یک آبخوان سایز بزرگ، دانش آموزان می توانند آبخوان خودشان را به صورت انفرادی با استفاده از فجان های پلاستیکی شفاف یا سینی ها داشته باشند. مراحل باقیمانده را طبق توضیحات انجام دهید.)

قدم دوم

پایین جعبه را با حدود سه سانتی متر شن پر کنید. از یک فجان استفاده کنید تا آب به نحو آهسته تری روی شن ریخته شود. آن را به طور کامل خیس کنید. (آب نباید بالاتر از لایه شن بیاید.)

قدم سوم

یک تکه خاک رس را صاف کرده و در جعبه قرار دهید طوری که، نصف منطقه شنی پوشانده شود. خاک رس به عنوان یک "لایه محصور کننده" عمل می کند که آب نمی تواند از آن عبور کند. مقدار کمی آب روی خاک رس بریزید تا ببینید که آب نمی تواند از همه انواع خاک و سنگ عبور کند. داخل جعبه، سنگ یا شن درشت بریزید تا شن و رس را کاملاً بپوشاند. سنگ ها را به کنار جعبه حاوی بطری اسپری جابه جا کنید تا تهیای ایجاد شود.

آبخوانتان را بررسی کنید

قدم اول

آب را داخل جعبه بریزید تا سطح آب به اندازه ۲ تا ۵ سانتی متر بالاتر از تپه برسد. توجه کنید که آب سطحی در دره، تشکیل شده است. این آب معادل دریاچه یا برکه است. از دانش آموزان بخواهید مشاهده کنند که چگونه آب شخاف های بین سنگ ها را پر می کند، درست مانند سفره های زیرزمینی در طبیعت، پر می کند. این منبع مهمی برای آب آشامیدنی در بسیاری از مناطق جهان و کشور ماست.

قدم دوم

حالا چند قطره رنگ خوراکی را بالای تپه سنگی بریزید. رنگ خوراکی، نشان دهنده آلاینده هایی مانند مواد شیمیایی، هرزه، باغ یا روغن موتورهای مستعمل است که به طور نامناسب دفع می شوند. مشاهده کنید که چگونه رنگ در سنگ ها و آب های سطحی پخش می شود. (نکته: ممکن است لازم باشد مقدار کمی آب روی رنگ خوراکی بپاشید، مشابه باران، تا رنگ در داخل جعبه پخش شود.)

نازل اسپری را فشار دهید تا آب از داخل آبخوان خارج شود. آب را به دستمال کاغذی یا حوله کاغذی اسپری کنید و رنگ خارج شده را مشاهده کنید. آیا رنگ خوراکی (آلاینده) از طریق آبخوان گسترش یافته است؟ به دانش آموزان یادآوری کنید که این آب نمایانگر چاهی است که آب آشامیدنی از آن جمع آوری می شود.

قدم سوم

بحث کنید که چگونه آلودگی بالای زمین می تواند هم آب های سطحی و هم آب های زیرزمینی را آلوده کند. دانش آموزان را تشویق کنید تا راه های جلوگیری از آلودگی را مورد بحث قرار دهند.

(کلاس های پیشرفته: از دانش آموزان دعوت کنید تا در مورد رایج ترین منابع آلودگی آب اینکه چگونه می توان از چنین آلودگی هایی جلوگیری کرد، بحث کنند.)

کتاب‌نامه (انادپشتیبان تنظیم‌راهنماے آموزش حاضر):

- برنامه ملی سازگاری باکم آبی، ۱۴۰۰، کارگروه ملی سازگاری با کم آبی. وزارت نیرو.
- بهنام رسولی. محمد، سمیعی. محمد جواد، زینلی. مهدی، ۱۳۹۷، راهنمای برنامه‌ریزی برای افزایش سواد آبی و محیط‌زیستی، انتشارات شایسته گستر.
- سازگاری باکم آبی، خرد تاریخی - اقلیمی برای بقا و ارتقا، ۱۴۰۰، روزنامه ایران
- اولین نشریه وضعیت محدوده‌های مطالعاتی ممنوعه حوضه آبریز فلات مرکزی و شرقی ۱۴۰۰، شرکت مدیریت منابع آب ایران
- نشریه دشت‌های ممنوعه، ۱۳۹۹، شرکت مدیریت منابع آب ایران
- The Union of Concerned Scientists of the Massachusetts Institute Technology.2021. <https://www.ucsusa.org/climate/solutions>
- United Nations Children’s Fund (UNICEF),2021, Thirsting for a Future.
- GROUNDWATER Making the invisible visible, 2022, The United Nations World Water Development Report 2022
- GROUNDWATER OVERVIEW Making the invisible visible, 2022, UN Water

