

# نجات آب داناب

پایه نهم  
استان کرمان





سرمایه ملی، ثروتی است که به یک ملت رسیده است. این ثروت‌ها گاهی از جنس منابع طبیعی هستند؛ منابعی مانند معادن و دریاچه‌ها، کوه‌ها و دشت‌ها و یا حاصل اقدام مشترک طبیعت و بشر؛ از نوع سدها، بندها و دریاچه‌های مصنوعی، کشتزارها، راه‌ها و ...

سرمایه‌های ملی متعلق به یک نفر یا یک محله و قبیله و قوم و شهر نیستند. متعلق به یک ملت‌اند.

از این بابت حق بهره‌برداری از آن‌ها و در مقابل وظیفه‌ی حفظ و نگهداری آن‌ها متعلق و بر دوش همه است. آن‌ها امانتی از آیندگان یک سرزمین بر پهنه‌ی ادوار تاریخ هستند.

در میان بی‌شمار ثروت‌های طبیعی ایران، منابع آبی و در میان آن‌ها آب‌های زیرزمینی نقشی حیاتی و پایه‌ای دارند. از گذشته‌های دور، تمدن و آبادانی در این سرزمین با آب گره خورده و کاریز یا قنات، سند پر افتخاری در رابطه با بهره‌برداری و مدیریت پایدار آب‌های زیرزمینی بشمار می‌رود.

دانش آموزان عزیز متأسفانه در چند دهه‌ی اخیر، از ثروت آب‌های زیرزمینی به عنوان منبعی استراتژیک بدرستی حفاظت نشده و این امر منجر به افول آن‌ها شده است. ضعف آگاهی، دانش و سرمایه اجتماعی در این رابطه، زمینه‌ساز برداشت بی‌رویه و سودجویانه از این منابع در نبود مطالبه‌گری و حساسیت اجتماعی شده است. طرح داناب، به دنبال پوشش همین خلاء اساسی تعریف گردیده و به دنبال یاری جستن از شما، آینده‌سازان و میراث داران این ثروت ملی است.

بیایید تا در پیمودن گام اساسی در مسیر سواد آبی با هم، هم‌سفر باشیم.

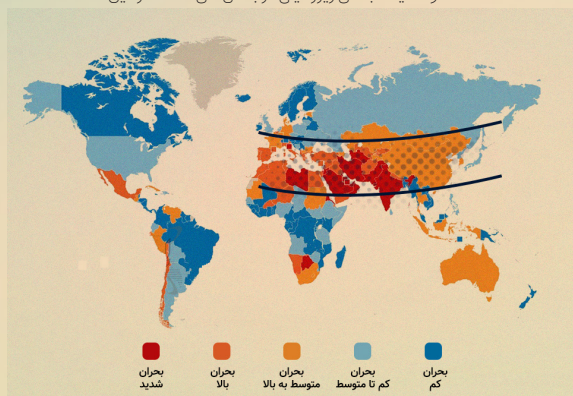
**علی رشیدی**

**مدیرعامل شرکت آب منطقه ای کرمان**

# آب‌های زیرزمینی: قربانی رشد فناوری و صنعت

توزیع اندک منابع آب شیرین در سطح زمین یکنواخت نیست و بطور خاص در کمربند بیابانی زمین، میزان بارش‌ها و آب‌های حاصل از چرخه طبیعی سالانه آب (سیکل هیدرولوژی) در مقایسه با سایر نقاط بسیار کمتر است. کمبود منابع در میان عطش سیری‌ناپذیر توسعه و بهره‌برداری از زمین باعث شده است تا در دهه‌های اخیر زیر سایه هیاهوهای انقلاب صنعتی و رشد و عمومیت یافتن فناوری‌هایی نظیر حفر چاه و موتور تلمبه‌ها، بهره‌برداری‌های بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی گسترش یابد و حاصل آن شود که بویژه در مناطق کم آب و بیابانی؛ منابع آب زیرزمینی رو به ورشکستگی و بحران رفتند (نقشه‌ی زیر).

نقشه وضعیت آب‌های زیرزمینی در بخش‌های مختلف زمین



نقشه بالا را با کمربند بیابانی زمین تطبیق دهید و در این باره با دوستان خود بیشتر به بحث بنشینید. می‌دانیم که الگوی منابع طبیعی و آبخوان‌های زیرزمینی از مرزهای سیاسی تبعیت نمی‌کنند. با اینحال در نقشه‌ی بالا رنگ‌بندی‌ها در قالب مرزبندی سیاسی و کشورها صورت گرفته است. به نظر شما، این موضوع چقدر به تاثیر قوانین و سیاست‌های درون سرزمینی کشورها اشاره دارد؟

قوانین بهره‌برداری از آب‌ها در ایران، در چارچوب قانون توزیع عادلانه‌ی آب تدوین و تنظیم شده است. در ماده ۱ این قانون آمده است:

بر اساس اصل ۴۵ قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران، آب‌های دریاها و آب‌های جاری در رودها و انهار طبیعی و دره‌ها و هر مسیر طبیعی دیگر اعم از سطحی و زیرزمینی و سیلاب‌ها و فاضلاب‌ها و زه‌آب‌ها و دریاچه‌ها و مرداب‌ها و برکه‌های طبیعی و چشمه‌سارها و آب‌های معدنی و منابع آب‌های زیرزمینی از مشترکات بوده و در اختیار حکومت اسلامی است و طبق مصالح عامه از آنها بهره‌برداری می‌شود. مسئولیت حفظ و اجازه و نظارت به بهره‌برداری از آنها به دولت محول می‌شود.

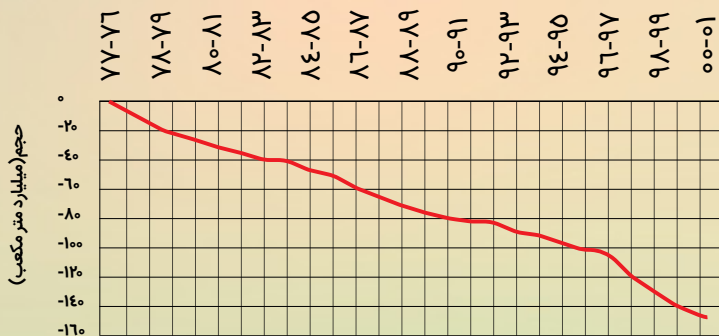


# آب‌های زیرزمینی، ثروت نادیدنی

در میان ثروت‌های بی‌شمار ملی، وضعیت آب‌های زیرزمینی بگرنج‌تر از سایر بخش‌هاست چرا که بر خلاف دریاچه‌ها و تالاب‌ها که با چشم مستقیم قابل رصد و مشاهده هستند، ارزیابی وضعیت آب‌های زیرزمینی به سادگی ممکن نیست و عموم مردم اشراف مستقیمی بر آن ندارند. همین باعث شده تا دانش عمومی نسبت به چیستی و ماهیت آب‌های زیرزمینی بعضاً نادرست و کم بوده و نگرانی و پیگیری‌ای که در مردم نسبت به وضعیت رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و تالاب‌ها (نظیر ارومیه، بختگان و پریشان و ...) وجود دارد در رابطه با آب‌های زیرزمینی کمتر وجود داشته باشد.

اما برآستی وضعیت آب‌های زیرزمینی در کشور ما چگونه است؟ نمودار زیر گواه روشنی در این رابطه و نشان دهنده‌ی اضافه برداشتی به اندازه ۱۴۰ میلیارد مترمکعب از سفره‌های آب زیرزمینی در ایران است!

تغییرات حجم مخزن آبخوان‌های آبرفتی در کل کشور

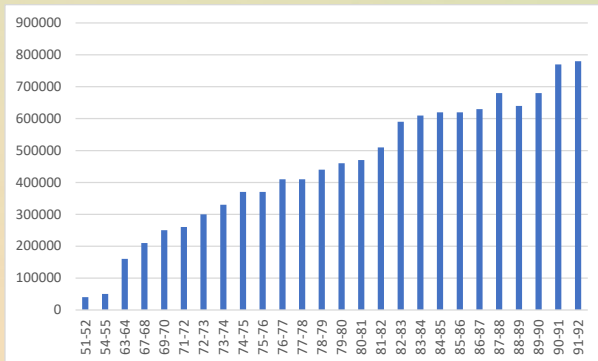


## ۱۴۰ میلیارد مترمکعب چه قدر بزرگ است؟؟

برای این که تصویری واقعی از حجم مصیبتی که بر سر آب‌های زیرزمینی آورده‌ایم، داشته باشید؛ مخزنی را تصور کنید که طول آن فاصله شهر کرمان تا تهران (تقریباً ۱۰۰۰ کیلومتر یا یک میلیون متر) باشد. عرض این مخزن فرضی را هزار متر یا یک کیلومتر در نظر بگیرید. در چنین مخزنی، تا ارتفاع ۱۴۰ متر آب بریزید!!!

در کنار مظاهر طبیعی آب‌های زیرزمینی نظیر چشمه‌ها و روش‌های پایدار بهره‌برداری نظیر قنات‌ها، در چند دهه گذشته عمده برداشت از آب‌های زیرزمینی؛ توسط چاه‌های عمیق و نیمه عمیق صورت گرفته است. بر این اساس، در طول سالیان گذشته به سرعت بر تعداد چاه‌های آب افزوده شده (نمودار زیر) و رقابتی تنگاتنگ بر سر نابودی آبخوان‌ها شکل گرفته است.

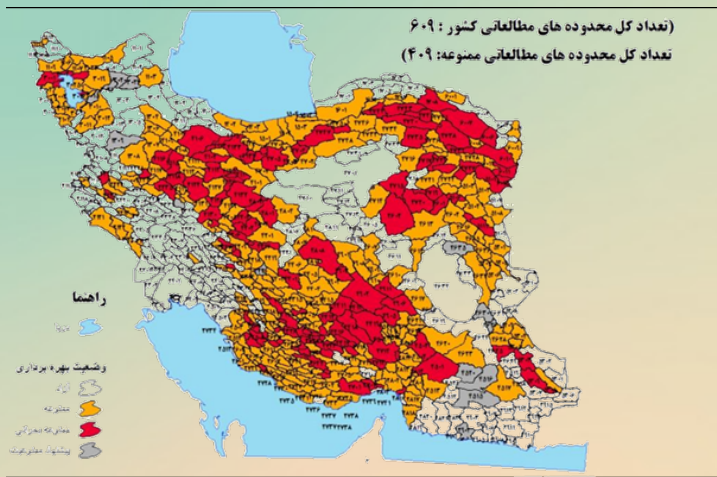
روند افزایش چاه‌های طی سال ۵۱ تا ۹۱



حاصل این نامهربانی با طبیعت، افت سطح آب و کاهش کیفیت در غالب آبخوان‌های کشور است (صفحه بعد) بطوریکه بخش عمده‌ی دشت‌های کشور به صورت ممنوعه و ممنوعه بحرانی در آمده‌اند.

### دشت ممنوعه:

دشت ممنوعه، به منطقه یا محدوده مطالعاتی اطلاق می‌شود که میزان بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی آن، بیش از حد مجاز (ظرفیت آبخوان برای برداشت) بوده و به منظور جلوگیری از تشدید افت سطح آب زیرزمینی، افزایش اصلاح آب و یا ضرورت اجرای طرح‌های دولتی، برای مدت معینی با حدود مشخص و با انتشار آگهی رسمی در جراید، ممنوعه گردیده و حفر چاه‌های جدید در آن ممنوع می‌شود.



وضعیت بهره‌برداری محدوده‌های مطالعاتی (دشت‌ها) کشور

در نقشه بالا، موقعیت حدودی استان کرمان را پیدا کنید. وضعیت آب‌های زیرزمینی در محدوده‌ی محل سکونت شما چگونه است؟

**دشت ممنوعه بحرانی:**

مناطق‌ای که به دلیل حساسیت‌های ویژه و یا عمق چالش‌های آبخوان، تعادل برداشت و تغذیه آن‌ها به طور جدی بر هم خورده است؛ ممنوعه بحرانی، اعلام می‌شوند.



# هیدروگراف: نوار قلب آبخوان

بطور کلی هیدروگراف یا آب‌نگاشت یا آب‌نگار، منحنی تغییرات آب بر حسب زمان است؛ هنگامیکه صحبت از آب‌های زیرزمینی در میان باشد هیدروگراف، تغییرات سطح آب در زمان را نشان می‌دهد. تهیه هیدروگراف آب زیرزمینی نقشی مهم و موثر در برآورد حجم مخزن، بیلان آب زیرزمینی و در نهایت مدیریت بهینه منابع آب یک دشت دارد.

یکی از روش‌های محاسبه هیدروگراف واحد آب‌های زیرزمینی، روش **تیبسن** است، در صورت علاقه، درباره این روش در اینترنت جستجو کنید و نتیجه را با دوستانتان به اشتراک بگذارید.

برای رسم هیدروگراف یک دشت به داده‌های حاصل از اندازه‌گیری سطح آب زیرزمینی در طول زمان نیازست.

در صفحه‌ی بعد هیدروگراف آبخوان‌های کرمان و بم به عنوان نمونه ترسیم شده است.

محور افقی این نمودارها زمان (بر حسب سال) و محور عمودی عمق سطح آب زیرزمینی (بر حسب متر) را نشان می‌دهد. بر اساس نمودار ترسیمی، ضمن امکان محاسبه میزان افت سطح آب در طی بازه‌های زمانی مختلف در محور افقی از طریق میزان شیب نمودار، سرعت افت آب و تغییرات آن قابل مشاهده است.

**به نظر شما با ادامه دادن فرضی محور افقی، نمودار به چه صورتی پیش روی خواهد داشت؟**

**آیا نقطه انتهایی برای این نمودار وجود دارد؟**

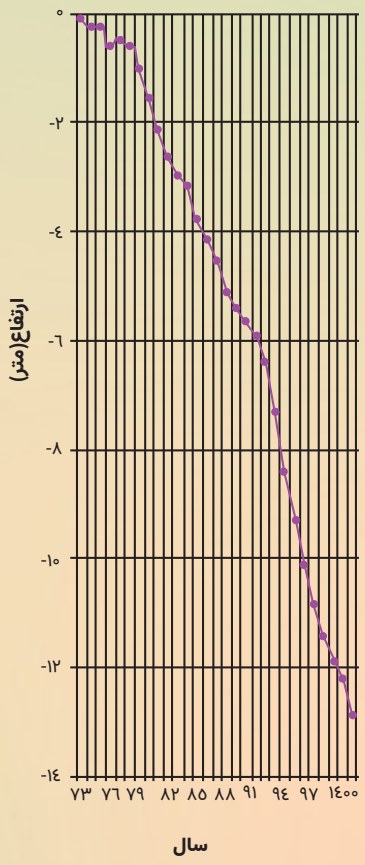
هنگامیکه دیگر آبخوان، آبی برای برداشت نداشته باشد و سفره‌ی آب زیرزمینی بطور کامل خالی شود هیدروگراف به شکل خطی افقی در خواهد آمد.

در صورت وقوع چنین شرایطی در مانیتور علائم حیاتی بیمار (نمودار ضربان قلب) در بخش مراقبت‌های ویژه (CCU)، چه اتفاقی برای بیمار افتاده است؟!

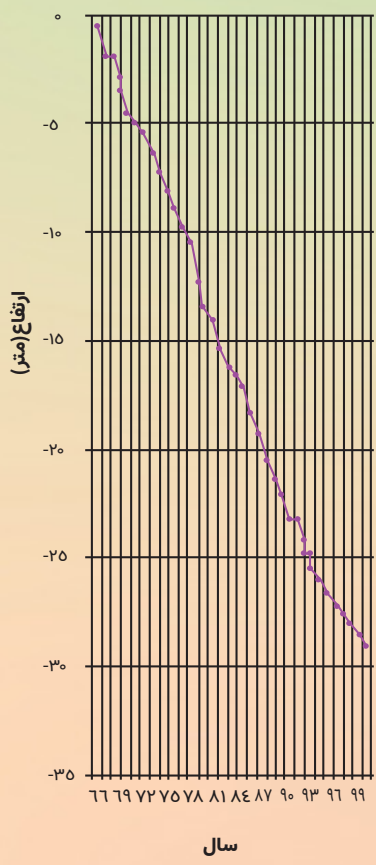
تا پایان عمر آبخوان محل زندگی شما چقدر باقی مانده است؟ با کمک رابط طرح داناب در مدرسه خود، پاسخ این سؤال را از مدیر آب شهرستان محل سکونت خود جویا شوید!



هیدروگراف آبخوان بم



هیدروگراف آبخوان کرمان



## فعالیت: رسم هیدرو گراف

—————		میانگین تغییر	میانگین تجمعی	میانگین تغییر	میانگین تجمعی
سال آبی		سطح ایستایی	تغییر سطح ایستایی	حجم آبخوان	تغییر حجم آبخوان
—————		آبخوان (متر)	آبخوان (متر)	میلیون متر مکعب	میلیون متر مکعب
۱۳۸۰	۸۱	-۰.۷۴	-۱۱.۴۰	-۱۵۷.۵۷	-۲۴۱۳.۹۴
۱۳۸۱	۸۲	-۰.۶۰	-۱۲.۰۰	-۱۲۷.۶۱	-۲۵۴۱.۵۵
۱۳۸۲	۸۳	-۰.۹۷	-۱۲.۹۶	-۲۰۴.۳۹	-۲۷۴۵.۹۴
۱۳۸۳	۸۴	-۰.۴۹	-۱۳.۴۶	-۱۰۴.۲۰	-۲۸۵۰.۱۴
۱۳۸۴	۸۵	-۰.۸۰	-۱۴.۲۶	-۱۷۰.۲۲	-۳۰۲۰.۳۶
۱۳۸۵	۸۶	-۱.۰۶	-۱۵.۳۲	-۲۲۴.۸۵	-۳۲۴۵.۲۱
۱۳۸۶	۸۷	-۰.۷۹	-۱۶.۱۱	-۱۶۷.۹۰	-۳۴۱۳.۱۲
۱۳۸۷	۸۸	-۰.۵۵	-۱۶.۶۷	-۱۱۷.۰۷	-۳۵۳۰.۱۸
۱۳۸۸	۸۹	-۰.۵۹	-۱۷.۲۵	-۱۲۴.۲۴	-۳۶۵۴.۴۲
۱۳۸۹	۹۰	-۰.۳۵	-۱۷.۶۱	-۷۴.۷۴	-۳۷۲۹.۱۶
۱۳۹۰	۹۱	-۰.۶۴	-۱۸.۲۵	-۱۳۶.۶۱	-۳۸۶۵.۷۷
۱۳۹۱	۹۲	-۰.۵۸	-۱۸.۸۳	-۱۲۲.۴۲	-۳۹۸۸.۱۹
۱۳۹۲	۹۳	-۰.۷۰	-۱۹.۵۳	-۱۴۸.۲۶	-۴۱۳۶.۴۵
۱۳۹۳	۹۴	-۰.۴۰	-۱۹.۹۳	-۸۴.۷۲	-۴۲۲۱.۱۷
۱۳۹۴	۹۵	-۰.۷۰	-۲۰.۶۳	-۱۴۸.۲۶	-۴۳۶۹.۴۳
۱۳۹۵	۹۶	-۰.۸۳	-۲۱.۴۶	-۱۷۵.۷۹	-۴۵۵۵.۲۳
۱۳۹۶	۹۷	-۰.۵۷	-۲۲.۰۳	-۱۲۰.۷۳	-۴۶۷۵.۹۵
۱۳۹۷	۹۸	-۰.۶۰	-۲۲.۶۳	-۱۲۷.۰۸	-۴۷۹۳.۰۳
۱۳۹۸	۹۹	-۰.۶۴	-۲۳.۲۷	-۱۳۵.۵۵	-۴۹۲۸.۵۹
۱۳۹۹	۱۴۰۰	-۱.۰۶	-۲۴.۳۳	-۲۲۴.۵۱	-۵۱۵۳.۰۹
۱۴۰۰	۱۴۰۱	-۰.۷۴	-۲۵.۰۷	-۱۵۶.۷۳	-۵۳۰۹.۸۳

جدول بالا داده‌های مورد نیاز برای رسم هیدروگراف دشت رفسنجان را برای ۲۰ سال گذشته در اختیار شما قرار می‌دهد. ضمن تحلیل داده‌ها، برای تمام دوره و یا بخشی از آن نمودار هیدروگراف آبخوان را رسم کرده و آن را با هیدروگراف کرمان مقایسه کنید.

برای ترسیم راحت تر نمودار می‌توانید داده‌ها را در نرم افزار اکسل (Microsoft Excel) وارد کرده و با ورود به سربرگ Insert در بخش Chart به ترسیم نمودار بپردازید. در اینصورت می‌توانید با استفاده از سایر ستون‌های جدول نیز به نمودارهای متنوع و گویایی دست پیدا کنید!

فرونشست زمین یکی از نشانه‌های مرگ آبخوان هاست که متأسفانه در مناطق زیادی از استان کرمان با آن مواجه هستیم. این معضل نه فقط در اراضی کشاورزی و دشت‌ها بلکه در مناطق مسکونی نیز زنگ خطر جدی را به صدا درآورده است بطوریکه اطراف شهر کرمان به خصوص مناطق غربی و جنوب غربی نیز با مسئله فرونشست مواجه بوده و در برخی از شهرستان‌ها از جمله رفسنجان طی سال‌های گذشته فرونشست تا ۳۰ سانتی‌متر گزارش شده است!

چقدر در رابطه با مخاطرات فرونشست زمین شنیده‌اید؟ در این رابطه در اینترنت بیشتر جستجو کنید!



# شاخص هدایت الکتریکی، ابزار رصد کیفیت آب

هر چه میزان املاح موجود در آب از قبیل نمک بیشتر باشد میزان هدایت الکتریکی و رسانایی آب بیشتر می‌شود. علاوه بر این، میزان املاح موجود در آب بر خواص فیزیکی آب نیز نظیر نقطه انجماد و جوش تاثیر می‌گذارد. بر همین اساس، شاخص اصلی سنجش کیفیت آب و میزان شوری و املاح آن، پارامتر هدایت الکتریکی (Electrical Conductivity) است.

## فعالیت عملی اندازه‌گیری هدایت الکتریکی آب

وسایل موردنیاز:



روش انجام کار:

**سعی کنید غلظت‌های مختلف نمک را به فنجان‌های هر گروه اضافه کنید تا بتوانند نتایج را به عنوان یک کلاس مقایسه کنند.**

۱ نمک را در یکی از لیوان‌های آب یونیزه حل کنید.

۲ دو سیم را به گالوانومتر وصل کنید.

۳ دو سیم را به باتری وصل کنید.

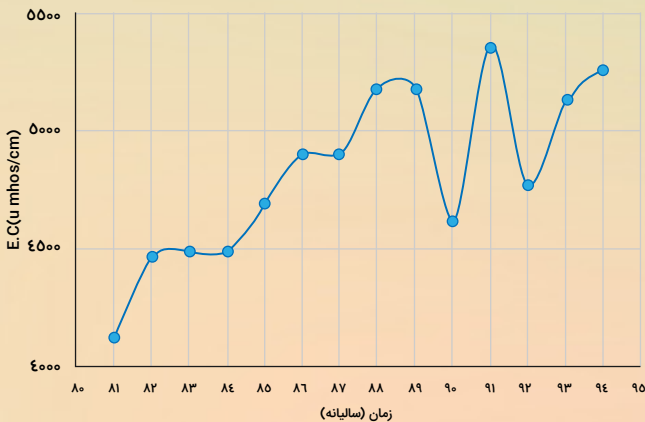
۴ از لیوان‌های آب برای بستن مدارها استفاده کنید و مقدار رسانایی در حال حرکت در آب‌ها را بر اساس آمپر اندازه‌گیری شده توسط گالوانومتر اندازه‌گیری کنید.

۵ مشاهدات خود را ثبت کنید و با نتایج سایر گروه‌ها به اشتراک بگذارید. در صورت داشتن میزان نمک اضافه شده در لیوان‌های هر گروه چه نمودارهایی می‌توان ترسیم کرد؟

مشابه هیدروگراف، کموگراف یا شیمی نگار نموداری است که معرف کیفی آب زیرزمینی است، در یک کموگراف میانگین هدایت الکتریکی یا شوری (میکروزیمینس بر سانتی متر) در برابر زمان رسم می شود.

متأسفانه همزمان با افت سطح آب زیرزمینی، به علت افزایش عمق برداشت‌ها؛ کیفیت آب زیرزمینی نیز کاهش می‌یابد. همچنین در صورت همجواری آبخوان با سفره‌ی آب زیرزمینی شور، برداشت‌ها منجر به پیشروی آب شور به سمت آب‌های شیرین می شود.

نمونه‌ی افت کیفیت آب زیرزمینی در دشت سیرجان را در نمودار زیر مشاهده می کنید:



نمودار کموگراف آب های زیرزمینی دشت سیرجان

در این باره به گفتگو با دوستان خود بپردازید.

### سرنخ‌هایی برای تغییر مصرف بی‌رویه آب «در بخش شرب و شهری»

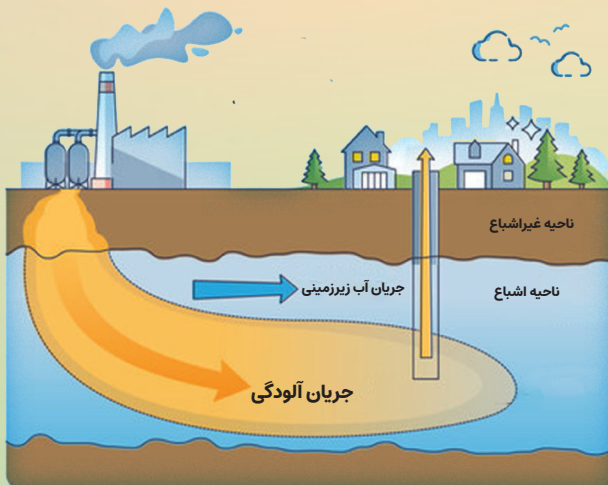
استفاده از وسایل کاهنده در منازل، رفع نشتی آب و هر جایی که آب هدر می‌رود، استفاده از سایه‌بان‌ها برای کولرهای آبی، تغییر نوع گیاهان فضای سبز شهری و ... ؛ همگی راهکارهایی برای «نجات آب» است.

# آلودگی و آب‌های زیرزمینی

آب‌های زیرزمینی عموماً به عنوان منبع آبی پاک و سالم به‌ویژه برای آب شرب بحساب می‌آیند. با اینحال، ورود آلاینده‌ها می‌تواند منجر به آلودگی این منابع ارزشمند و از دست رفتن فرصت بهره‌مندی از آن‌ها برای مصارفی نظیر آب شرب گردد.

آلودگی آب‌های زیرزمینی هنگامی اتفاق می‌افتد که آلاینده‌ها به داخل زمین راه یافته و راه خود را به سمت آب‌های زیرزمینی پیش می‌برند. این نوع از آلودگی می‌تواند به‌طور طبیعی به دلیل حضور جزئی و ناخواسته یک عنصر آلاینده رخ دهد که در این صورت به آن به جای آلودگی، آلاینش گفته می‌شود. آلاینده غالباً یک ستون آلوده‌کننده در داخل سفره آب ایجاد می‌کند. حرکت آب و انتشار آن درون سفره آب، آلاینده‌ها را در یک منطقه وسیع تر گسترش می‌دهد.

آلودگی می‌تواند از طریق محل‌های دفن زباله، چاه‌های سنتی دفع فاضلاب خانگی و یا پساب تصفیه خانه‌های فاضلاب، ایستگاه‌های پمپ بنزین یا از کاربرد بیش از حد کود در کشاورزی ایجاد شود. آلودگی (یا آلاینش) همچنین می‌تواند از آلاینده‌های طبیعی مانند آرسنیک یا فلوراید ایجاد شود. استفاده از آب‌های زیرزمینی آلوده باعث ایجاد خطراتی برای سلامت عمومی از طریق مسمومیت یا شیوع بیماری می‌شود.



# احیا و تعادل بخشی آب‌های زیرزمینی، آرمانی ملی

در بخش‌های قبل با ارزش آب‌های زیرزمینی و معضلات دست به گریبان این منبع حیات بخش آشنا شدیم و با شناخت شاخص‌های کمی و کیفی آب‌های زیرزمینی نسبت به افق پیش‌روی این منابع (در صورت عدم اصلاح روند فعلی) آگاهی پیدا کردیم. فهمیدیم که در صورت عدم عزم و اقدام جمعی، ضمن از دست رفتن و مرگ آبخوان‌ها، در آینده‌ای نزدیک بلای فرونشست، سرزمینمان را در بر گرفته و تمام هستی و موجودیمان را از ما خواهد گرفت.

در همین راستا در سال ۱۳۹۳ طرح ملی با عنوان " احیا و تعادل بخشی منابع آب زیرزمینی کشور" در شورای عالی آب تصویب گردید که در آن وزارت نیرو با همکاری سایر ارگان‌های ذی ربط (به خصوص جهاد کشاورزی) موظف به احیاء و تعادل بخشی منابع آب زیرزمینی کشور و حفاظت هر چه بیشتر از آبخوان‌های کشور گردیده است.

این طرح مشتمل بر ۱۵ پروژه است که برخی از مهمترین آن‌ها عبارتند از:



خوشبختانه شرکت آب منطقه‌ای کرمان در اجرای طرح مذکور در میان استان‌های پیشگام بوده و نهایت اهتمام را در اجرای طرح با همکاری و مشارکت سایر ارگان‌های ذی ربط به کار بسته است. با اینحال موفقیت نهایی این طرح؛ در گرو حضور و مشارکت آگاهانه همه ی اقشار جامعه بویژه شما دانش‌آموزان عزیزست.

از طریق آدرس پست الکترونیکی [Danab@krrw.ir](mailto:Danab@krrw.ir) با ما در ارتباط باشید؛ چشم انتظار پیشنهادات و نظراتتان هستیم...