

همان طور که می دانید، انحلال پذیری گازها در آب تنها تابع تغییر دما نیست، بلکه فشار گاز نیز بر آن مؤثر است. به هنگام باز کردن در بطری نوشابه، حجم زیادی گاز همراه با مقداری نوشابه از بطری بیرون می آید، زیرا گاز کربن دی اکسید که تحت فشار زیاد در نوشابه حل شده است، با باز شدن درپوش بطری و برداشته شدن فشار، به سرعت از محلول خارج می شود. می توان گفت که در دمای ثابت، میزان انحلال پذیری گازها در آب، با فشار نسبت مستقیم دارد. به این معنا که هرگاه فشار گاز دو برابر شود، مقدار گاز حل شده نیز دو برابر خواهد شد.



خروج گاز به هنگام باز شدن درپوش بطری نوشابه.

فکر کنید

حدس می زنید که حجم گاز کربن دی اکسید حل شده در یک بطری نوشابه چند برابر حجم نوشابه باشد؟ آیا می توانید با طراحی و اجرای یک آزمایش درستی یا نادرستی حدس خود را ثابت کنید؟ شرح دهید.

اکسیژن موجود و اکسیژن مورد نیاز

تمامی جانداران و از جمله آبزیان برای زنده ماندن پیوسته به گاز اکسیژن (O_2) نیاز دارند. با این مقدمه، می توان این پرسش را مطرح کرد: آیا کمبود گاز اکسیژن حل شده در آب، سبب مرگ و میر ماهی ها در رودخانه ی رودسار شده است؟ برای تحقیق درباره ی این احتمال، باید چند عامل را مورد توجه قرار دهیم. چه مقدار گاز اکسیژن (یا حتی برخی مواد دیگر) در آب حل می شود؟ نقش تغییر دما در مقدار اکسیژن حل شده چیست؟ نیاز واقعی هر یک از آبزیان به اکسیژن چه قدر است؟

بخشی از اکسیژن مورد نیاز ماهی ها و دیگر آبزیان، به طور مستقیم از تماس هوا با سطح آرام آب تأمین می شود. بخش اضافی دیگر نیز از طریق برخورد جریان آب با هوا فراهم می شود. جویبارها و رودخانه ها در مسیر خود با انواع سنگ ها برخورد کرده، بالا و پایین می روند و در هر حالت با هوا در می آمیزد. هم چنین، آب به شکل موج های خروشان به ساحل برخورد می کند و مخلوط کف مانندی از آب و هوا پدید می آورد. افزون بر این، گیاهان سبز و پلانکتون ها از طریق فوتوسنتز مقدار زیادی گاز اکسیژن به آب های طبیعی می افزایند.

پلانکتون ها موجودات

بسیار کوچکی هستند که در

دریاها و اقیانوس ها زندگی

می کنند.

موجوداتی که در آب زندگی می کنند، برای دسترسی به اکسیژن حل شده در آب با یک دیگر به رقابت می پردازند. باکتری های مصرف کننده ی اکسیژن معروف به باکتری های هوازی، از فضولات و مواد جامد حاصل از جانوران بزرگ تر تغذیه می کنند. این گونه مواد زیست تخریب پذیر هستند و توسط باکتری های هوازی به مواد ساده تر تجزیه می شوند. حال اگر به آب مقادیر زیادی فاضلاب های خانگی و صنعتی وارد شود، باکتری ها در آن به

زیست تخریب پذیر به

موادی گفته می شود که در

محیط زیست به کمک

باکتری ها به مواد ساده تری

تجزیه می شوند.

غلظت یک ماده در یک محلول، به مقداری از آن ماده گفته می شود که در مقدار معینی از محلول وجود دارد.

DO

کوتاه شده ی

Dissolved Oxygen

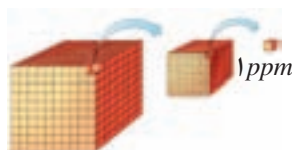
به معنای اکسیژن حل شده است.

ppm

کوتاه شده ی

parts per million

به معنای قسمت در میلیون است.

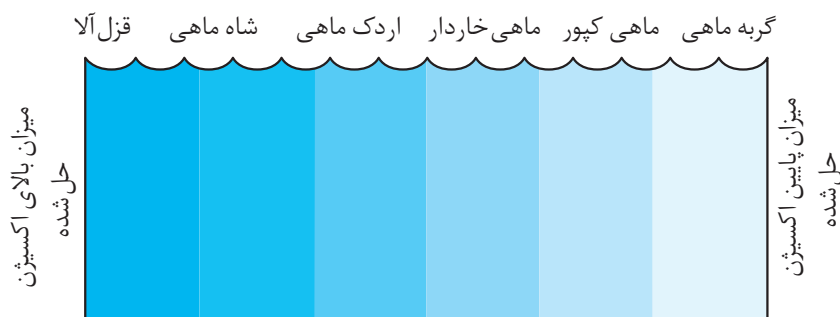


سرعت رشد می کنند و تکثیر می یابند. رشد انبوه این باکتری ها نیاز فزاینده به اکسیژن محلول در آب را سبب می شود. نتیجه آن که موجودات آبزی معمولی، از قبیل ماهی ها که نیاز بیش تری به اکسیژن محلول در آب دارند، با رقابت ناخواسته ای درگیر می شوند. بنابراین، افزایش سرسام آور جمعیت باکتری ها حیات آبزیان معمولی را مورد تهدید جدی قرار می دهد. حداقل غلظت اکسیژن محلول در آب که آبزیان برای ادامه ی زندگی به آن نیاز دارند، بانماد DO نشان داده می شود. هر نوعی از آبزیان به آبی با DO ی معین نیاز دارند. برای مثال، برخی ماهی ها نمی توانند در آبی زندگی کنند که میزان اکسیژن حل شده ی آن از $4 \text{ g} / 100 \text{ g}$ در 100 g محلول کم تر باشد. چون DO را معمولاً برحسب ppm بیان می کنند، بنابراین DO برای این نوع ماهی برابر است با:

$$DO = \frac{4 \text{ g} / 100 \text{ g}}{1000000} = \frac{4}{1000000} \Rightarrow DO = 4 \text{ ppm}$$

اگرچه این غلظت از اکسیژن محلول، خیلی کم به نظر می رسد، اما همین مقدار برای ادامه ی زندگی ماهی های معمولی لازم و کافی است.

چنان چه غلظت اکسیژن حل شده در آب به دلیلی کاهش یابد، گونه هایی از ماهی ها که نیازمند اکسیژن بیش تری هستند، به مناطق دیگر مهاجرت می کنند و در غیر این صورت تلف می شوند. ماهی های مورد علاقه ی ماهی گیرانی که برای سرگرمی ماهی می گیرند - مانند قزل آلا و اردک ماهی - از جمله ماهی هایی هستند که به اکسیژن بیش تری نیاز دارند. شکل ۱۹ مقدار DO را برای چند گونه ماهی در مقایسه با یک دیگر نشان می دهد.



شکل ۱۹ مقدار نسبی اکسیژن حل شده در آب که برای زندگی برخی از انواع ماهی ها مناسب است.

آلودگی گرمایی آب های طبیعی

می دانید که دمای آب بر مقدار اکسیژن حل شده و قابل دسترسی آبزیان، تأثیر زیادی دارد. هم چنین می دانید که ماهی ها جانورانی خونسرد هستند. به عبارت دیگر دمای بدن این موجودات با تغییر دمای محیط بالا و پایین می رود. بنابراین، با افزایش دمای آب رودخانه،



واکنش‌های سوخت و ساز مجموعه واکنش‌هایی هستند که در بدن موجودات زنده انجام می‌شوند. سوختن مواد قندی برای تأمین انرژی و ساختن موادی مانند چربی‌ها و پروتئین‌های بدن از این جمله‌اند.

تحقیق تجربی نشان داده است که 1°C افزایش دما، سرعت بسیاری از واکنش‌های شیمیایی را تا تقریباً دو برابر افزایش می‌دهد و 1°C کاهش دما، این سرعت را به نصف می‌رساند.

دمای بدن ماهی‌ها نیز زیاد می‌شود و به این ترتیب، سرعت واکنش‌های سوخت و ساز در اندام‌های آن‌ها افزایش می‌یابد. نتیجه آن که ماهی‌ها فعال‌تر شده، سریع‌تر شنا می‌کنند و غذای بیش‌تری می‌خورند. بدیهی است، این تغییر موجب افزایش مصرف اکسیژن محلول در آب می‌شود. از سوی دیگر، با بالا رفتن دمای آب، فعالیت باکتری‌های هوازی موجود در آن افزایش می‌یابد و به این ترتیب اکسیژن بیش‌تری را مصرف می‌کنند (میزان DO ی لازم برای آن‌ها بالا می‌رود).

در ماه‌های گرم تابستان، رقابت میان موجودات زنده‌ی آبی از قبیل ماهی‌ها و باکتری‌ها برای دسترسی به اکسیژن محلول افزایش می‌یابد و به مرز حساسی می‌رسد. از سوی دیگر می‌دانیم که در فصل تابستان، آب گرم‌تر است و مقدار کم‌تری اکسیژن در خود حل می‌کند. به همین دلیل، گاهی در روزهای گرم تابستان با صحنه‌های دلخراش مرگ و میر صدها ماهی روبه‌رو می‌شویم که دچار کمبود اکسیژن و خفگی شده‌اند. جدول ۶ بالاترین دمایی را نشان می‌دهد که برای برخی ماهی‌ها قابل تحمل است.

جدول ۶ بالاترین دمای مناسب برای زندگی برخی از انواع ماهی‌ها در آب

نوع ماهی	بیش‌ترین دمای مناسب ($^{\circ}\text{C}$)
قزل‌آلا	۱۵
اردک ماهی	۲۴
ماهی کپور	۳۲
گره ماهی	۳۴

گاهی فعالیت‌های صنعتی و دستکاری‌های انسان در طبیعت موجب می‌شود که دمای رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و دریاها بالا برود. بسیاری از مجتمع‌های صنعتی برای راه‌اندازی سیستم‌های خنک‌کننده‌ی خود به مقادیر زیادی آب نیازمندند. برای مثال یک نیروگاه، آب خنک را از رودخانه‌ها و دریاها می‌گیرد و آن را وارد دستگاه تبادلگر گرمایی خود می‌کند. این آب پس از آن که دستگاه را خنک کرد، خود گرم می‌شود و دوباره به رودخانه و دریا برمی‌گردد. پدیده‌ی آلودگی گرمایی حاصل از دستکاری انسان در آب‌های طبیعی، موجب اختلال در توازن فعالیت‌های بسیاری از آبزیان می‌شود. یکی از نگرانی‌های بزرگ مسئولان حفاظت محیط‌زیست همین مسأله‌ی آلودگی گرمایی آب‌ها و شناخت راه و روش‌های جلوگیری از آن است. حال که ما در پی حل معمای رودسار هستیم، با آگاهی از نقش مخرب آلودگی گرمایی آب‌های طبیعی، حتماً در این اندیشه خواهیم بود که شاید کلید حل این معما در بالا رفتن دمای آب رودخانه و کاهش میزان اکسیژن محلول در آن نهفته باشد. برای دآوری در این مورد، نیازمند دسترسی به داده‌ها و اطلاعات مستند، درباره‌ی تغییرات دمای آب رودخانه‌ی رودسار در روزهای پیش و پس از حادثه هستیم.

به هر چیزی که وجود مقدار زیاد آن باعث آزار شود و سلامتی انسان و دیگر جانداران را تهدید کند، آلودگی می‌گویند.

با نظر معلم خود به گروه‌های ۴ یا ۵ نفری تقسیم شوید. تمامی گروه‌ها، نوشته‌ی زیر را بخوانند و از داده‌های آن برای انجام فعالیت استفاده کنند. پس از پایان کار، نظرهای هر گروه در کلاس مطرح شود و مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرد. هدف از این کار کسب مهارت در کشف نظام و تفسیر داده‌ها به منظور حل مسایل و معماهاست.

گام نخست: یک کارشناس اداره‌ی بهداشت شهر رودسار تغییرات میزان اکسیژن حل شده در آب را طی ۱۸ ماه گذشته اندازه‌گیری و ثبت کرده است. این کارشناس همه روزه ساعت ۹ صبح از عمق نیم متری سطح آب رودخانه، در نقطه‌ی معینی زیر پل، جنب بیمارستان شهر، نمونه گرفته است و افزون بر اندازه‌گیری میزان اکسیژن حل شده، دمای آب رودخانه را نیز ثبت کرده است.

اکنون به کمک داده‌های ارایه شده در جدول‌های ۷ و ۸، دما و مقدار اکسیژن حل شده در آب رودخانه را در سال ۱۳۷۸ و سه ماهه‌ی دوم سال ۱۳۷۹ با هم مقایسه کنید و سپس دیدگاه گروه خود را در باره‌ی هر یک از پرسش‌های مطرح شده، به کلاس ارایه کنید. ۱- مقدار اکسیژن حل شده در ماه‌های آذر و خرداد را مقایسه کنید. این تفاوت را چگونه توجیه می‌کنید؟

ب) تشابه مقدار اکسیژن حل شده را در ماه‌های اسفند و آبان چگونه توجیه می‌کنید؟

۲- میانگین دما و غلظت اکسیژن محلول را در مرداد سال ۱۳۷۹ با مرداد سال ۱۳۷۸ مقایسه کنید. چه دلایلی برای توجیه این تفاوت‌ها حدس می‌زنید؟

جدول ۷ مقدار اکسیژن حل شده در آب رودخانه‌ی رودسار در سال ۱۳۷۸

ماه	میانگین دمای آب رودخانه (°C)	مقدار اکسیژن حل شده (ppm)
فروردین	۸	۱۰/۶
اردیبهشت	۹	۱۰/۴
خرداد	۱۱	۹/۸
تیر	۱۹	۹/۲
مرداد	۲۰	۹/۲
شهریور	۱۹	۹/۲
مهر	۱۱	۱۰/۶
آبان	۷	۱۱/۰
آذر	۷	۱۱/۰
دی	۲	۱۲/۷
بهمن	۳	۱۲/۵
اسفند	۷	۱۱/۰



جدول ۸ مقدار اکسیژن حل شده در آب رودخانه‌ی رودسار در تابستان ۱۳۷۹

ماه	میانگین دمای آب (°C)	مقدار اکسیژن حل شده (ppm)
تیر	۱۴	۱۰/۲
مرداد	۱۶	۹/۶
شهریور	۱۸	۹/۶

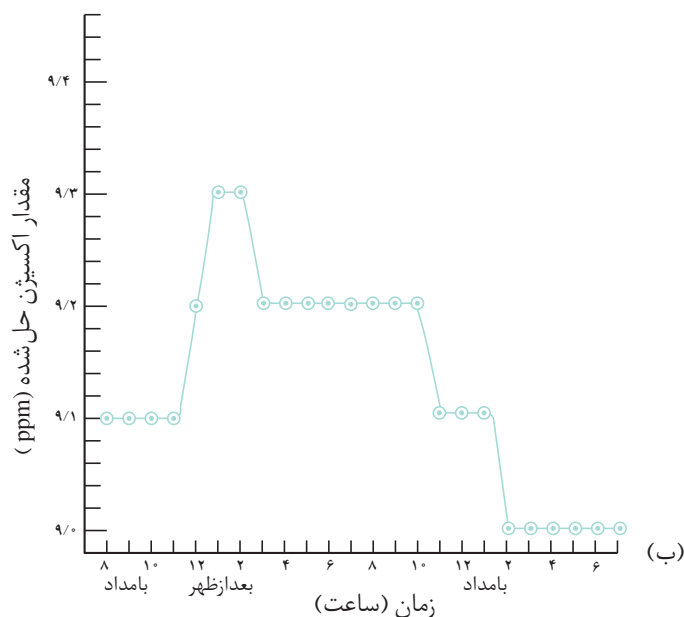
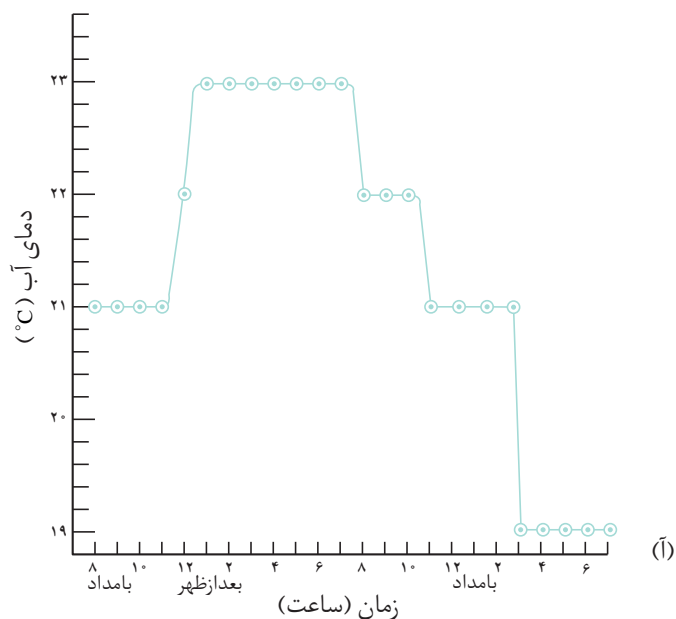
گام دوم: در پی حادثه‌ی رودسار، در تیر ماه ۱۳۷۹، اداره‌ی بهداشت از سازمان حفاظت محیط زیست تقاضای کمک کرد تا آب رودخانه‌ی رودسار را ساعت به ساعت مورد آزمایش قرار دهد. این سازمان یک کارشناس شیمی خود را مأمور کرد که نمونه‌برداری و اندازه‌گیری میزان اکسیژن حل شده را انجام دهد. هدف، تشخیص تغییرات کوتاه مدت دما و مقدار اکسیژن حل شده در یک شبانه‌روز بود. این کارشناس برای جلوگیری از تغییر شرایط، اکسیژن حل شده را در همان نقطه‌ی اولیه زیر پل جنب بیمارستان اندازه‌گیری کرد و یافته‌های خود را در گزارش ارایه داد، جدول ۹ و نمودارهای (آ) و (ب) شکل ۲۰.

جدول ۹ دما و مقدار اکسیژن حل شده در آب رودخانه‌ی رودسار در روز شنبه ۱ مرداد سال ۱۳۷۹

زمان	مقدار اکسیژن حل شده (ppm)	دمای آب (°C)
۸ بامداد	۹/۱	۲۱
۹	۹/۱	۲۱
۱۰	۹/۱	۲۱
۱۱	۹/۱	۲۱
۱۲	۹/۲	۲۲
۱ بعدازظهر	۹/۳	۲۳
۲	۹/۳	۲۳
۳	۹/۲	۲۳
۴	۹/۲	۲۳
۵	۹/۲	۲۳
۶	۹/۲	۲۳
۷	۹/۲	۲۳
۸	۹/۲	۲۳
۹	۹/۲	۲۲
۱۰	۹/۲	۲۲
۱۱	۹/۱	۲۱
۱۲	۹/۱	۲۱
۱ بامداد	۹/۱	۲۱
۲	۹/۰	۲۱
۳	۹/۰	۱۹
۴	۹/۰	۱۹
۵	۹/۰	۱۹
۶	۹/۰	۱۹
۷	۹/۰	۱۹

۱- (آ) این دو نمودار را با هم مقایسه کنید. آیا نوعی نظام در هر یک از آن‌ها دیده می‌شود؟ (ب) نظام مشاهده شده را تفسیر کنید. (پ) مقادیر اکسیژن حل شده را در روز روشن و شب هنگام مقایسه کنید. این تفاوت را چگونه توجیه می‌کنید؟

۲- میانگین دمای آب، هم‌چنین میانگین مقدار اکسیژن حل شده را برای این روز محاسبه کنید.



شکل ۲۰ نمودار (آ) تغییر دما و (ب) تغییر مقدار اکسیژن حل شده در آب رودخانه‌ی رودسار در یک روز



با انجام آزمایش و اندازه گیری می توان پی برد که در دمای معین چه مقدار گاز اکسیژن (O₂) برای تهیه ی یک محلول سیرشده در آب، لازم است.

ستون چهارم جدول ۱۰ مقدار واقعی اکسیژن حل شده موجود در آب رودسار را در سه ساعت از یک روز نزدیک به روز حادثه نشان می دهد. ستون سوم نیز مقدار اکسیژن حل شده ی لازم برای سیر کردن آب را در دماهای مشخص شده، نشان می دهد.

جدول ۱۰ دما و مقدار اکسیژن حل شده در آب رودخانه ی رودسار در سه ساعت از روز شنبه ۱ مرداد سال ۱۳۷۹ در مقایسه با مقدار اکسیژن لازم برای تهیه یک محلول سیر شده در همان دما.

ساعت	دمای آب (°C)	مقدار اکسیژن حل شده ی لازم برای تهیه ی یک محلول سیر شده (ppm)	مقدار اکسیژن حل شده ی موجود در آب رودسار (ppm)
۸ بامداد	۲۱	۹/۰	۹/۱
۱ بعدازظهر	۲۳	۸/۸	۹/۳
۸ بعدازظهر	۲۳	۸/۸	۹/۲

با توجه به داده های این جدول، آیا می توان نتیجه گرفت که عامل کشتار ماهی ها در رودسار احتمالاً کمبود اکسیژن در آب رودخانه بوده است؟ چرا؟

تا کنون نتوانسته ایم راز مرگ و میر ماهی ها را در رودسار آشکار کنیم. اکنون باید حدس دیگری بزنیم، شاید میزان خاصیت اسیدی آب رودخانه به علت آلوده شدن آن با برخی گازهای اسیدی موجود در هوا، تغییر کرده باشد؟!

آلاینده های اسیدی و تغییر pH آب

اکنون به قلمرو دیگری از دسته بندی خواص شیمیایی می پردازیم. قلمرویی که نقش مهمی در تعیین کیفیت آب و زندگی آبیان دارد و به احتمال اسیدی، بازی یا خنثی بودن آب های طبیعی مربوط می شود.

در سال پیش اطلاعات اندکی درباره ی اسیدها و بازها به دست آوردید. می دانید که این مواد از روی ویژگی های خاص خود به آسانی شناسایی می شوند. برای مثال، شناساگر معروفی به نام لیتموس (تورنسل) که اغلب به صورت نوار کاغذی باریکی به فروش می رسد، در محلول های بازی به رنگ آبی و در محلول های اسیدی به رنگ سرخ درمی آید. عصاره ی کلم سرخ یا گلبرگ های گل بنفشه و گل سرخ نیز شناساگرهای دیگری برای مواد اسیدی و بازی هستند.

اسیدها ترش مزه اند و بازها مزه ی تلخی دارند. ویتامین «ث» یک اسید و مایع درون پوست پرتقال یک باز یا ماده ی قلیایی است.



رنگ موجود در گلبرگ‌های این گل سرخ زیبا یک شناساگر اسید و باز است.

چند گلبرگ گل سرخ را روی کاغذ بکشید تا یک زمینه‌ی رنگی فراهم شود. یک قطره آب لیمو و اندکی جوش شیرین مرطوب در دو جای مختلف این زمینه‌ی رنگی بریزید و تغییر رنگ‌های جالب پدید آمده را مشاهده کنید. این کار را با گل‌های دیگری تکرار کنید و نتایج کار خود را در کلاس ارایه دهید. آیا می‌توان از روی تغییر رنگ مشاهده شده به اسید یا باز بودن یک ماده‌ی ناشناخته پی برد؟ توضیح دهید.

جدول ۱۱، اطلاعاتی درباره‌ی برخی اسیدها و بازهای معروف در اختیار شما قرار می‌دهد.

جدول ۱۱ نام، فرمول شیمیایی و برخی از کاربرد های چند اسید و باز آشنا

اسید	فرمول	برخی ویژگی‌ها و کاربردها
کربنیک اسید	H_2CO_3	از حل شدن گاز CO_2 در آب به وجود می‌آید. در نوشابه‌ی گازدار و در آب باران یافت می‌شود.
هیدروکلریک اسید	HCl	معروف به جوهر نمک است. محلول رقیق آن در تمیز کردن دست‌شویی و باز کردن گرفتگی مجرای فاضلاب مصرف دارد.
نیتریک اسید	HNO_3	معروف به جوهرشوره است. در ساختن کودهای نیتروژن دار، رنگ‌ها و مواد منفجره مانند TNT کاربرد دارد.
فسفریک اسید	H_3PO_4	در ساختن کودهای فسفردار و مواد شوینده کاربرد دارد.
سولفوریک اسید	H_2SO_4	معروف به جوهر گوگرد است و محلول رقیق آن در باتری خودروها به کار می‌رود.



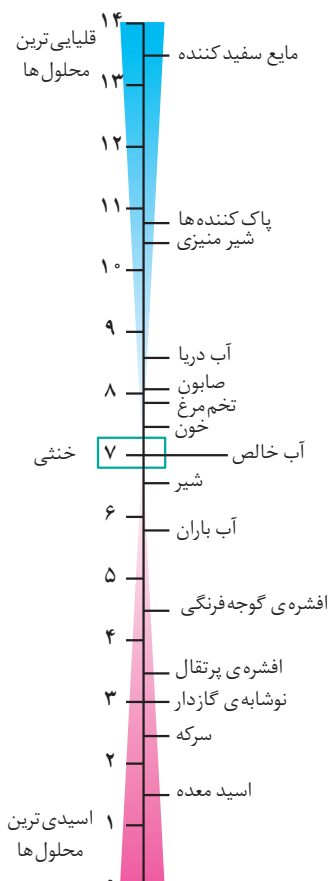
نواری کاغذی آغشته به مخلوطی از چند شناساگر که به عنوان شناساگر عمومی شناخته می‌شود. از روی تغییر رنگ این نوار کاغذی pH یک محلول معین می‌شود.

بازها	فرمول	برخی ویژگی‌ها و کاربردها
سدیم هیدروکسید	NaOH	معروف به سودسوزآور است. ترکیب آن با چربی‌های حیوانی، صابون معمولی را پدید می‌آورد. برای باز کردن مجرای فاضلاب، در تولید ابریشم مصنوعی و خمیر کاغذ به کار می‌رود.
پتاسیم هیدروکسید	KOH	معروف به پتاس سوزآور است. در ساختن صابون مایع و باتری‌های قلیایی (آلکالاین) کاربرد دارد.
کلسیم هیدروکسید	$Ca(OH)_2$	از ریختن آب بر آهک به دست می‌آید (آهک شکفته، شیر آهک یا آب آهک). در ساختن ملات، سیمان و تهیه‌ی خمیر کاغذ کاربرد دارد.
منیزیم هیدروکسید	$Mg(OH)_2$	ماده‌ی اصلی شیر منیزی معروف به ضد اسید که برای خنثی کردن اسید معده به کار می‌رود.



مولکول آب (H₂O)

هم اتم هیدروژن و هم گروه هیدروکسید دارد. به این علت هم باز و هم اسید است. از این رو آب جزو مواد خنثی دسته بندی می شود.

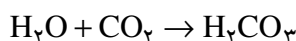


شکل ۲۱ pH برخی از مواد آشنا

همان طور که از جدول ۱۱ برمی آید، اغلب اسیدها در فرمول شیمیایی خود یک یا چند اتم هیدروژن (H) دارند، مانند HCl و H₂SO₄. در حالی که اغلب بازها در فرمول شیمیایی خود دارای یک یا چند گروه هیدروکسید (OH) هستند. برخی مواد که خواص اسیدی یا بازی ندارند، در قلمرو مواد خنثی قرار می گیرند. آب خالص، آب نمک و آب قند موادی خنثی هستند.

به یاد دارید که خواص اسیدی و بازی محلول ها را به وسیله ی نوعی مقیاس به نام pH می سنجند. این مقیاس که در دمای اتاق گستره ای از صفر تا ۱۴ را در بر می گیرد می تواند میزان اسیدی و بازی بودن ترکیب های بسیاری را معین کند. برای مثال، pH محلول غلیظ هیدروکلریک اسید (HCl) در حدود صفر و محلول غلیظ سدیم هیدروکسید (NaOH) در حدود ۱۴ است. در حالی که pH آب خالص در دمای اتاق برابر ۷ است. این خود از خنثی بودن آب حکایت می کند. pH برخی مواد آشنا در شکل ۲۱ ارایه شده است.

به طور کلی pH محلول های اسیدی از صفر تا ۷، و pH محلول های بازی از ۷ تا ۱۴ است. سازمان های جهانی حفاظت محیط زیست، حدود pH آب آشامیدنی سالم را در گستره ی ۶/۵ تا ۸/۵ در نظر گرفته اند. آب باران اندکی اسیدی است، زیرا این آب مقادیر کمی از گاز کربن دی اکسید هوا را در خود حل می کند و کربنیک اسید رقیق پدید می آورد.



بنابراین pH آب باران معمولاً اندکی کم تر از ۷ است. بدیهی است، با جریان یافتن آب باران در بستر جویبارها و رودخانه ها، موادی در آن حل می شوند که ممکن است pH آب را بالا ببرند و اندکی خصلت بازی به آن ببخشند.

در دنیای صنعتی امروز، به علت رعایت نشدن کامل مقررات و ضوابط حفاظت محیط زیست، ممکن است pH آب طبیعی به شدت تحت تأثیر قرار گیرد و با ورود پساب اسیدی و فاضلاب برخی کارخانه ها به آب های طبیعی pH آب کاهش یابد.

بسیاری از ماهی ها توان ادامه ی زندگی را در گستره ی pH از ۵ تا ۹ دارند. گرچه گستره ی محدودتر pH (مانند ۶/۵ تا ۸/۲) برای ادامه ی زندگی بسیاری از ماهی های مورد علاقه ی ماهی گیران، مناسب تر است.

با کسب این دانستنی ها و با اطلاع از pH آب رودخانه ی رودسار در روز حادثه، به آسانی می توان درباره ی پاسخ این پرسش داوری کرد که آیا آلاینده های اسیدی، موجب مرگ و میر ماهی ها شده اند یا خیر؟

فکر کنید

یافته های حاصل از انجام آزمایش های متعدد، pH آب رودسار را در زمان وقوع حادثه بین ۶/۷ تا ۶/۹ نشان می دهد. آیا می توان ورود احتمالی آلاینده های اسیدی را به رودخانه ی رودسار عامل اصلی بروز حادثه دانست؟

به این ترتیب مسأله‌ی تغییرات احتمالی pH را از پیش بینی های خود حذف می کنیم و باید در پی عامل احتمالی دیگری باشیم.

عامل مهم بعدی برای توجیه حادثه‌ی رودسار، حضور احتمالی برخی کاتیون های آلاینده معروف به **کاتیون های سنگین** است. این آلاینده ها یون های جیوه (Hg^{2+})، سرب (Pb^{2+}) و کادمیم (Cd^{2+}) را شامل می شوند.

آلودگی آب توسط کاتیون های سنگین

یون های فلزهایی مانند آهن (Fe)، پتاسیم (K)، کلسیم (Ca) و منیزیم (Mg) برای فعالیت های زیستی و بهداشتی بدن، اهمیت فراوانی دارند. در حدود ۱۰٪ از نیاز ما به این عنصرها از طریق مواد معدنی محلول در آب، برآورده می شود. عنصرهای فلزی دیگری که به **فلزهای سنگین** معروفند نیز می توانند به صورت یون محلول در آب، وجود داشته باشند. کاتیون های جیوه (Hg^{2+})، سرب (Pb^{2+}) و کادمیم (Cd^{2+}) از این جمله اند. این کاتیون ها به پروتیین های بدن می پیوندند و مانع از انجام اعمال زیستی آن ها می شوند. نتیجه آن که، به سیستم عصبی، کبد، کلیه و دیگر اندام ها آسیب های جدی وارد می کنند. از آن جا که این سه عنصر کاربردهای زیادی در زندگی و صنعت دارند، ممکن است مقادیر ناچیزی از آن ها از طریق پساب های صنعتی به منابع آب وارد شوند و به طور مستقیم یا غیرمستقیم به بدن انسان راه یابند.

بیش تر بدانید

بخش عمده‌ی منبع آلودگی با فلز سرب (Pb) و کاتیون آن (Pb^{2+}) از فعالیت های صنعتی و گسترش فناوری در زندگی انسان ناشی می شود. سرب و ترکیب های آن در بنزین، باتری خودروها، فلز لحیم کاری، رنگ های روغنی سرب دار و آفت کش ها کاربرد دارد. هم چنین ما در همه جا شاهد به کار بردن اکسید سرخ رنگ سرب به عنوان ضد زنگ هستیم تا به این وسیله از زنگ زدن اسکلت های فلزی جلوگیری شود. جیوه (Hg) که تنها فلز مایع در دمای اتاق است، کاربردهای مهمی در زندگی و صنعت دارد. لامپ های مهتابی و دماسنج های آزمایشگاهی دارای جیوه اند. چنان چه یک دماسنج طبی در منزل بشکند، باید به هر شیوه‌ی ممکن قطره های ریز جیوه‌ی پخش شده را فوری جمع کرد و دور ریخت تا از پراکنده شدن بخارهای سمی و خطرناک آن در فضای اتاق جلوگیری شود. ترکیب های جیوه در ساختن مرکوروکروم (داروی سرخ رنگی که در گذشته برای ضد عفونی کردن زخم ها به کار می رفت)، قارچ کش ها و آفت کش ها به کار می روند. چنان چه جیوه و ترکیب های آن که در برخی پساب های صنعتی وجود دارند به آب های طبیعی راه یابد، در بستر رودخانه و دریاچه ته نشین می شوند و سپس، به وسیله‌ی برخی **باکتری های بی هوازی** (که نیازی به اکسیژن آزاد و محلول در آب ندارند) به نوعی ترکیب های سمی جیوه‌ی محلول در آب تبدیل می شوند. تغذیه‌ی ماهی ها در این آب های آلوده موجب پیدایش مسمومیت شدید در ماهی و سپس انسان می شود.



خواص فلز کادمیم (Cd) مانند فلز روی (Zn) است و ترکیب های این دو عنصر اغلب آمیخته با هم در یک معدن دیده می شوند. آهن سفید که برای ساختن شیروانی ها و کانال های کولر به کار می رود، ورق نازک آهن است که با لایه ی نازکی از فلز روی پوشانده شده است. این لایه، محافظ آهن است و از زنگ زدن آهن جلوگیری می کند. فلز روی مصرف شده در این جا، در حدود ۱٪ کادمیم دارد. کادمیم در ساختن برخی باتری ها نیز کاربرد دارد. این عنصر بسیار سمی است. یون های کادمیم (Cd^{2+}) در صورت ادامه ی آلودگی محیط زندگی، به مرور زمان در کلیه و کبد مستقر می شوند و به آن ها آسیب می رسانند. گاهی یون های کادمیم (Cd^{2+}) جایگزین یون های کلسیم (Ca^{2+}) در استخوان شده، ناهنجاری های استخوانی دردناکی را به وجود می آورند. این گونه ناراحتی ها در میان کارگران معادن روی دیده شده است. اگرچه آب های آشامیدنی، دارای مقادیر ناچیزی یون کادمیم هستند، اما مقدار آن در این آب ها کم تر از میزان خطرناک است. دود سیگار نیز مقادیر ناچیزی کادمیم دارد.

پس از کشتار ماهی ها در رودسار، کارشناس های اداره ی بهداشت، سازمان حفاظت محیط زیست، شیمیدان ها و کارشناس های سازمان آب در همکاری خود برای کشف راز این حادثه، داده های فراوانی را درباره ی مقدار برخی یون های موجود در رودخانه ی رودسار طی مدت ۴ ماه نخست سال ۱۳۷۹ جمع آوری و ارایه کردند. آن ها داده های یاد شده را در جدولی مانند جدول ۱۲ کنار داده های مربوط به حد مجاز غلظت یون های یاد شده که توسط سازمان حفاظت محیط زیست اعلام شده است، قرار دادند.

جدول ۱۲ مقدار برخی یون های سنگین موجود در آب رودخانه ی رودسار در ۴ ماه نخست سال ۱۳۷۹

نوع یون	مقدار در ۴ ماهه ی گذشته (ppm)	مقدار فعلی اندازه گیری شده در روز یکشنبه ۲ مرداد (ppm)	حد مجاز برای آبزیان (ppm)	حد مجاز برای انسان (ppm)
کادمیم	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۲	۰/۴۴	۰/۰۱
سرب	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۷۴	۰/۰۵
جیوه	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۱	۰/۰۴۱	۰/۰۵

فکر کنید

- ۱- غلظت کدام یون یا یون ها نسبت به ۴ ماه یاد شده کاهش یافته است؟
- ۲- غلظت کدام یون یا یون ها نسبت به ۴ ماه یاد شده افزایش یافته است؟
- ۳- **ضریب خطر** یون های سنگین را برای ادامه ی زندگی آبزیان در رودخانه، با رابطه ی زیر به دست آورید:

$$\text{ضریب خطر} = \frac{\text{مقدار یون های موجود}}{\text{مقدار مجاز اعلام شده توسط سازمان حفاظت محیط زیست}}$$

هر یک از یون‌های موجود در آب رودخانه که غلظت آن‌ها از مقدار مجاز اعلام شده توسط سازمان حفاظت محیط‌زیست تجاوز کند، دارای ضریب خطری بالاتر از ۱ است. یون‌هایی که غلظت آن‌ها پایین‌تر از حد مجاز سازمان حفاظت محیط‌زیست است، ضریب خطر کم‌تر از ۱ دارند.

۴- کدام یون بالاترین ضریب خطر را برای زندگی آبزیان دارد؟

۵- ضریب خطر این یون‌ها برای زندگی انسان چه قدر است؟

۶- آیا شهروندان رودسار باید نگران خطرهای ناشی از افزایش کاتیون‌های سنگین باشند؟



کاوش‌های گسترده‌تر که توسط نمایندگان اداره‌ی بهداشت و سازمان حفاظت محیط‌زیست انجام گرفت، همگان را متقاعد کرد که نباید علت مرگ و میر ماهی‌های رودسار را به افزایش احتمالی هر گونه یون خطرناک نسبت داد. بنابراین، حکایت هم‌چنان باقی است! اگرچه با بسیاری از دانستنی‌ها و مهارت‌های علمی آشنا شدید، اما معمای رودسار هنوز پاسخ علمی و منطقی خود را نیافته است! پس باید به تلاش خود ادامه دهیم.

تأمین آب آشامیدنی

انسان از گذشته‌های دور، بدون نگرانی یا شاید ناآگاهی از آلودگی، آب آشامیدنی مورد نیاز خود را از نزدیک‌ترین جویبار، رودخانه، برکه، چاه و حتی آبگیرهای دست‌ساخته و روباز تهیه می‌کرد. او فضولات انسانی را در چاه‌هایی انبار و پس از مدتی همراه فضولات جانوری به‌عنوان کود به مصرف می‌رساند. پساب‌های دست‌شویی خانه و فضولات معمولی را نیز اغلب در همان جویبارها می‌ریخت. جالب است که انسان‌های دیگری در پایین دست این زیستگاه، از همین آب‌ها برای آشامیدن و فعالیت‌های روزمره‌ی خود استفاده می‌کردند. چنین امری، هم‌اکنون نیز در بسیاری از کشورهای جهان سوم یا کم‌توسعه یافته ادامه دارد.

همان‌طور که دیدید، باکتری‌ها توان تجزیه‌ی فضولات انسانی، گیاهی و جانوری را دارند و با انجام نوعی پالایش آهسته، همه‌چیز را وارد چرخه‌ی طبیعی می‌کنند. اما، با افزایش روزافزون جمعیت و گسترش کارگاه‌ها، کارخانه‌ها، دامداری‌ها و مزارع از یک سو، و رعایت نکردن ملاک‌های حفاظت منابع آبی و زیست محیطی از سوی دیگر، نوعی نابرابری میان میزان گسترش آلودگی‌ها و توان طبیعت در تصفیه یا پالایش آب‌ها پدید آورده است. بدیهی است، در این شرایط بیماری‌هایی هم‌چون حصه، وبا، اسهال و برخی نارسایی‌های کبدی از طریق آب‌های آلوده گسترش می‌یابد و ما را ناگزیر می‌کند از برخی مواد شیمیایی گندزدا هم‌چون کلر استفاده کنیم. سامان دادن به مسایل کیفی و کمی آب در جهانی که هر روز بر جمعیت آن افزوده می‌شود و فناوری در آن با سرعتی سرسام‌آور گسترش می‌یابد، نیازمند کسب نگرش مثبت نسبت به اهمیت حفاظت منابع آبی، شناخت راهکارهای تصفیه‌ی آب‌های طبیعی در مقیاس خرد و کلان، زدودن مواد آلاینده‌ی صنعتی و سرانجام بازگردانی آب دست‌کم برای مصارف صنعتی، کشاورزی و دستگاه‌های خنک‌کننده است.



تصفیه‌ی طبیعی آب

فرآیندهای اصلی تصفیه‌ی طبیعی آب را می‌توان به صورت زیر شرح داد:

- * جدا شدن تقریباً کامل مواد اولیه‌ی حل شده در آب به هنگام تشکیل برف و باران.
- * تجزیه‌ی برخی از مواد محلول و شناور در آب به مواد ساده‌تر به کمک باکتری‌ها.
- * جدا شدن همه‌ی مواد معلق موجود در آب به هنگام عبور آن از میان سنگریزه‌ها و ماسه‌های موجود در دل زمین.

حال، آیا انسان می‌تواند تنها به فرآیندهای تصفیه‌ی طبیعی آب اکتفا کند؟ بی‌تردید پاسخ منفی است. زیرا از یک سو، فرآیندهای یاد شده بسیار آهسته‌اند و پاسخ‌گوی نیازهای فوری و بسیار متنوع جمعیت امروز کره‌ی زمین نیستند و از سوی دیگر، انسان انواع دستکاری‌ها را در طبیعت انجام می‌دهد، آن را آلوده می‌کند، نظم آن را به هم می‌زند و مانع جریان عادی فرآیندهای طبیعی می‌شود.

چنان‌چه pH آب باران از ۷ پایین‌تر بیاید و اسیدی شود، سنگ‌های زیرزمینی اندکی در آن حل می‌شوند و یون‌هایی مانند Ca^{2+} ، Mg^{2+} و Fe^{2+} را به آب‌های طبیعی وارد می‌کنند. در نتیجه به جای تصفیه‌ی طبیعی، فرآیند آلوده شدن طبیعی پیشی می‌گیرد. آبی را که دارای نسبت قابل ملاحظه‌ای از یون‌های یاد شده باشد، آب سخت می‌نامند. سختی آب مانع از کف کردن صابون در آن می‌شود و مشکلات فراوانی برای انسان در زندگی و در صنعت به وجود می‌آورد. فرآیندهای زدودن یون‌های یاد شده از آب سخت را نرم کردن آب می‌گویند. صابون در آب نرم به راحتی کف می‌کند.

آب سخت و روش‌های نرم کردن آن

همان‌طور که گفته شد، عبور آب باران و دیگر آب‌های طبیعی دارای گاز کربن دی‌اکسید روی سنگ‌های آهکی، باعث حل شدن تدریجی آن‌ها می‌شود. این واکنش طبیعی بسیار آهسته صورت می‌گیرد و در آن کلسیم کربنات مطابق معادله‌ی ساده شده‌ی زیر به تدریج حل می‌شود و به کلسیم هیدروژن کربنات محلول در آب تبدیل می‌شود. وجود کلسیم هیدروژن کربنات محلول در آب نوعی سختی به آب می‌دهد که به آن سختی موقت می‌گویند.

کلسیم هیدروژن کربنات (محلول) \longrightarrow کربنیک اسید + کلسیم کربنات (نامحلول)

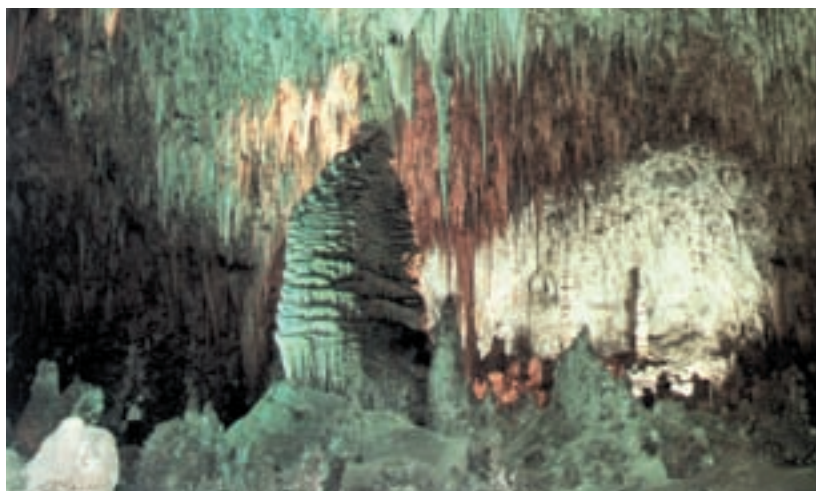
عامل سختی موقت آب محلول CO_2 در آب سنگ آهک

نکته‌ی مهم آن است که این واکنش برگشت‌پذیر است. به عبارت دیگر، در شرایط مناسب و گرمای کافی، عکس آن نیز مطابق معادله‌ی زیر صورت می‌گیرد.

آب + کربن دی‌اکسید + کلسیم کربنات (نامحلول) \longrightarrow کلسیم هیدروژن کربنات (محلول)

انجام این واکنش طی قرن‌ها در غارهای بسته، باعث پیدایش ستون‌های زیبایی معروف

به استالاکتیت و استالاکمیت شده است، شکل ۲۲.



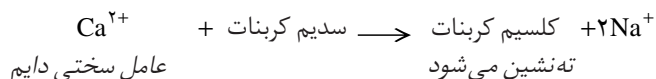
شکل ۲۲ ستون‌های آهکی ایجاد شده درون غارها (استالاگمیت و استالاگمیت)

این مشاهده‌ها نشان می‌دهند که می‌توان با گرم کردن آبی که سختی موقت دارد یون‌های کلسیم محلول در آن را به صورت رسوب کلسیم کربنات درآورد و در نتیجه، آب سخت را به آب نرم تبدیل کرد. در این آب صابون به خوبی کف می‌کند. پیدایش لایه‌های آهکی درون کتری، سماور و لوله‌های درون آب گرم‌کن نشان از وجود مقادیر اندکی کلسیم هیدروژن کربنات محلول (عامل سختی موقت) در آب‌های معمولی و آشامیدنی دارد، شکل ۲۳.



شکل ۲۳ لایه‌ی آهکی ایجاد شده درون لوله‌های یک آب گرم‌کن.

اگر آب‌های طبیعی مقدار قابل توجهی یون‌های Ca^{2+} (یا Fe^{2+} یا Mg^{2+}) داشته باشند، نمی‌توان سختی آن‌ها را با گرم کردن از بین برد. آب با این ویژگی دارای سختی دائم است. در این مورد افزودن مقداری سدیم کربنات به آب موجب می‌شود که یون‌های کلسیم به صورت ماده‌ی نامحلول کلسیم کربنات ته‌نشین شود. به این ترتیب آب سختی دائم خود را نیز از دست می‌دهد و نرم می‌شود.



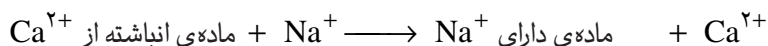
یون‌های سدیم باقی‌مانده در محلول مزاحمتی برای کف کردن صابون ایجاد نمی‌کنند.

بیش‌تر بدانید

در مناطقی که منابع آبی آن‌ها آب سخت است، برای زدودن یون‌های کلسیم و منیزیم، از دستگاهی به نام **دستگاه تبادلگر یونی** استفاده می‌کنند. این دستگاه را می‌توان در کنار شمارشگر آب در خانه نصب کرد. ماده‌ی اصلی موجود در این دستگاه در ساختار خود کاتیون‌های سدیم دارد و با عبور آب سخت از روی این ماده، کاتیون‌های Ca^{2+} و Mg^{2+} جای Na^{+} را می‌گیرند و آن را به جای خود، وارد آب می‌کنند. نتیجه این که مطابق شکل صفحه‌ی بعد، آب سخت دارای یون‌های کلسیم و منیزیم، از یک سو وارد دستگاه می‌شود و از سوی دیگر، آب نرم دارای یون‌های سدیم خارج می‌شود و به مصرف عمومی می‌رسد.



جالب این که، این فرآیند برگشت پذیر است. به این معنا که پس از چندی، دستگاه از یون های کلسیم و منیزیم انباشته می شود و در نتیجه از فعالیت باز می ایستد. در این هنگام باید آن را به وسیله آب نمک غلیظ شست و شو داد تا با اجرای وارونه ی حالت پیشین، ماده یاد شده دوباره به حالت نخستین خود برگردد و برای نرم کردن آب آماده شود. در این زمان پساب دستگاه دور ریخته می شود.

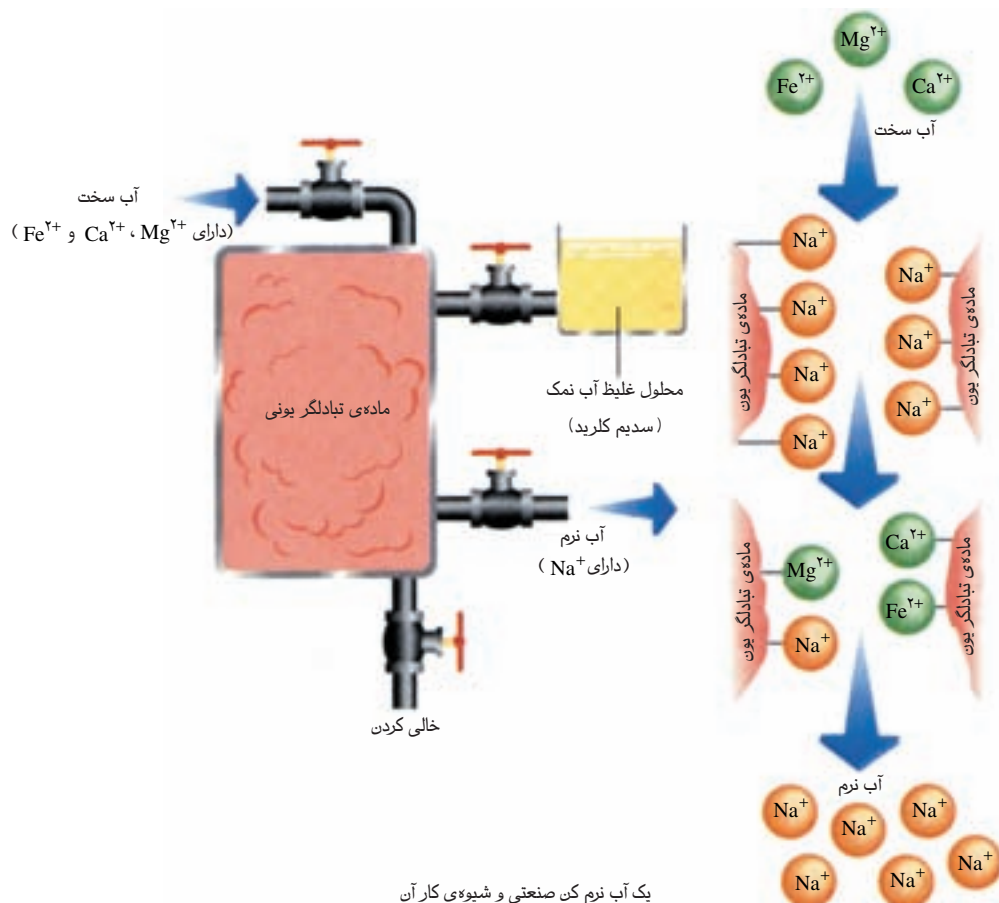


پساب دور ریختنی ماده ی بازیافت شده موجود در آب نمک ماده ی از کار افتاده

برای این کار کافی است که شیرهای ورود و خروج مرحله ی نخستین را ببندیم و شیرهای ورود و

خروج مرحله ی دوم را باز کنیم. معمولاً شست و شوی ماده ی درون دستگاه را شب ها در ۲ تا ۳ ساعت یا در

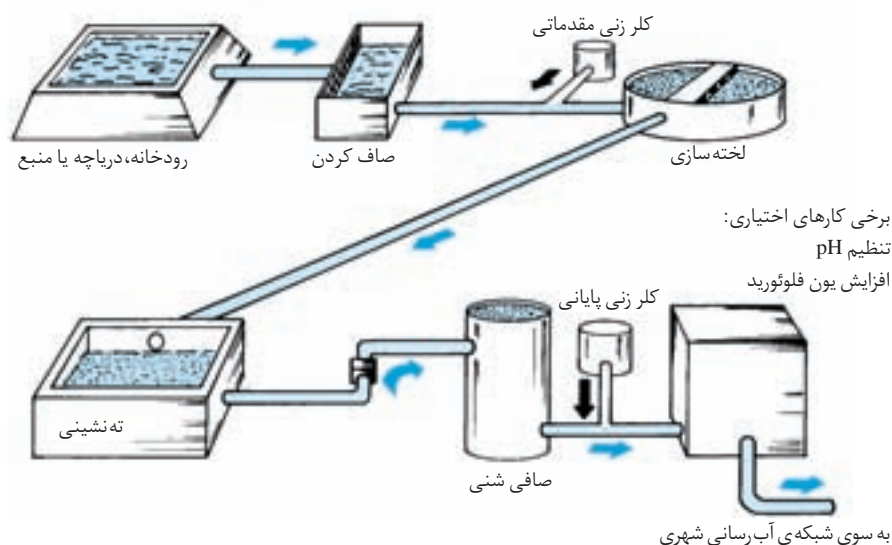
زمانی که نیاز به آب نیست، انجام می دهند.



یک آب نرم کن صنعتی و شیوه ی کار آن

تصفیه ی آب شهری

در حال حاضر رودخانه های ما متأسفانه هم منبعی برای تأمین آب شهری و هم مکانی برای تخلیه ی فاضلاب ها و پساب های خانگی و صنعتی به شمار می روند. به این دلیل، باید آب را دوبار، یک بار پیش از مصرف (برای نوشیدن) و یک بار پس از آن (برای دور ریختن!) تمیز کرد. شکل ۲۴ مراحل گوناگون تصفیه ی آب شهری را نشان می دهد.



شکل ۲۴ نمودار یک مجتمع تصفیه‌ی آب شهری



نمای بخشی از
تصفیه‌خانه‌ی شهر تهران

۱- صاف کردن ابتدا آب از توری‌های فلزی و شبکه‌های آشغال‌گیر گذرانده می‌شود تا مواد خارجی و درشت آن، مانند چوب، سنگ، قوطی‌های فلزی، مواد پلاستیکی و ... در پشت آشغال‌گیر بماند.

۲- کلرزنی مقدماتی کلر یک گندزدای قوی است و برای از بین بردن میکروب‌های بیماری‌زا به کار می‌رود.

۳- لخته‌سازی و ته‌نشین کردن برای ته‌نشین کردن گل و لای موجود در آب از یک ماده‌ی لخته‌کننده استفاده می‌کنند. این ماده دارای کاتیون‌های Al^{3+} یا Fe^{3+} است. آب‌های طبیعی دارای گل و لای و ذره‌هایی هستند که به راحتی ته‌نشین نمی‌شوند. ذره‌های میکروسکوپی گل، هنگام جریان یافتن آب در جویبارها و رودخانه‌ها به علت اصطکاک دایمی، مقداری الکتریسیته ساکن به خود می‌گیرند. چون این ذره‌ها بار الکتریکی هم‌نام دارند، همواره یک‌دیگر را دفع می‌کنند و به این علت هرگز ته‌نشین نمی‌شوند. در این حالت یک **کلوئید** به وجود می‌آید. کلوئید نوعی مخلوط است. در سال‌های آینده با این نوع مخلوط‌ها بیش‌تر آشنا خواهید شد. کاتیون‌های Al^{3+} و Fe^{3+} که خود بار الکتریکی زیادی دارند، بار الکتریکی ذره‌های کلوئید را خنثی می‌کنند. نتیجه آن که، این ذره‌ها به یک‌دیگر می‌پیوندند و با این کار کلوئید لخته شده، ذره‌های آن ته‌نشین می‌شوند.

۴- ته‌نشین شدن در حوضچه‌های آرامش در این جا، برای ته‌نشین شدن باقی‌مانده‌ی ذره‌های شناور و کلوئیدی و کامل شدن فرایند لخته‌سازی، فرصت بیش‌تری فراهم می‌شود. درعین حال تابش نور خورشید به از بین بردن باکتری‌ها کمک می‌کند.

۵- گذراندن از صافی شنی صافی شنی شامل بستری از ماسه ریز و درشت است. در این مرحله، مواد دیگری که پیش از این ته‌نشین نشده‌اند، به وسیله‌ی صافی گرفته می‌شوند و آب صاف و شفاف‌ی‌تری می‌ماند. این مرحله مشابه همان مرحله‌ای است که در تصفیه‌ی



طبیعی آب گفته شد.

۶- گندزدایی پایانی شیمییدان ها مقدار کلر افزودنی را در این مرحله، طوری کنترل می کنند که اندکی کلر در آب تصفیه شده باقی ماند تا آب را از اثر باکتری هایی که احتمالاً در آن باقی مانده اند یا ممکن است به آن وارد شوند، در امان نگاه دارد. چنان چه مقدار کلر در این عمل کم تر از ۱/۰ ppm باشد، باکتری ها ممکن است نابود نشوند و اگر بیش تر و نزدیک به ۱ ppm باشد، بو و طعم ناخوشایندی در آب ظاهر می شود.

در برخی از کشورها، گاه مقدار بسیار اندکی (در حدود ۱ ppm) یون فلوئورید (F^-) به آب می افزایند. این یون از پوسیدگی دندان و پوکی استخوان ها جلوگیری می کنند.

بیش تر وقت ها آب تصفیه شده را برای ذخیره کردن به یک منبع بزرگ و مرتفع پمپ می کنند تا از آن جا، به تدریج و با فشار کافی وارد شبکه ی لوله کشی شهر شود. در این روش ذخیره کردن آب، محدودیت هایی وجود دارد. برای مثال، ممکن است برخی موجودات ذره بینی آبی معروف به جلبک ها، در منبع آب رشد کنند و طعم نامطلوبی به آب بدهند. در این مورد، گاه مقدار کم و کنترل شده ای از بلورهای کات کبود را که یک ترکیب شیمیایی مس دار است به آب منبع می افزایند، تا از رشد جلبک ها جلوگیری شود. در گذشته، ایرانیان نیز از کات کبود برای جلوگیری از رشد جلبک ها در انبارهای آب خود استفاده می کردند.



بلورهای آبی رنگ
مس سولفات

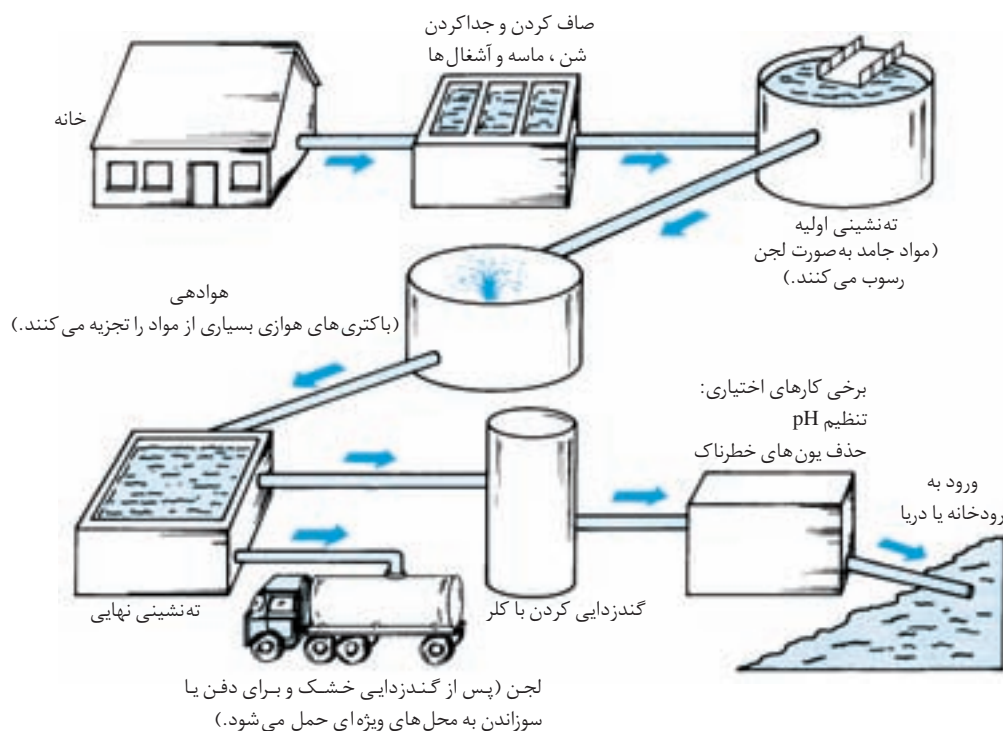
شما چه آبی می نوشید؟

تحقیق کنید که آب آشامیدنی شهر یا روستای محل زندگی شما از کجا تأمین و چگونه تصفیه می شود؟ در ضمن ویژگی هایی چون طعم، رنگ، pH و سختی آن چگونه است؟

تصفیه ی فاضلاب های شهری

آبی که در خانه ها پس از مصرف در آشپزخانه، حمام و توالت وارد فاضلاب می شود، آلوده است. خطر آب آلوده برای اغلب مردم کشورهای در حال توسعه بسیار جدی است. برآوردها نشان می دهد که ۸۰٪ بیماری های جهان ناشی از آب های آلوده است و از این رو سالانه نزدیک به دو میلیون کودک در جهان جان خود را از دست می دهند. در شهرهای بزرگ که از سیستم فاضلاب شهری برای مصارف کشاورزی و صنعتی استفاده می شود، لازم است که فاضلاب را پیش از رها کردن در رودخانه، تصفیه کرد. می دانید که پیش گیری بهتر از درمان است و تمیز کردن فاضلاب آسان تر از تمیز کردن آب رودخانه ای است که فاضلاب تصفیه نشده در آن ریخته می شود.

گام های اصلی تصفیه ی فاضلاب شهری را در شکل ۲۵ مشاهده می کنید. شایان گفتن است که در فضولات و پساب های صنعتی حاصل از کارگاه ها و کارخانه ها،



شکل ۲۵ نمودار یک مجتمع تصفیه‌ی فاضلاب

مواد شیمیایی و سمی فراوانی وجود دارد که ممکن است به سیستم فاضلاب شهری یا رودخانه‌ها سرازیر شوند و حوادث ناگواری به وجود آورند. کارخانه‌ها بسته به نوع موادی که مصرف یا تولید می‌کنند، باید طبق روش‌ها و ضوابط ویژه‌ای که توسط سازمان حفاظت محیط‌زیست اعلام می‌شود، به تصفیه‌ی فاضلاب خود اقدام کنند.

فاضلاب خانگی شما به کجا می‌ریزد!

در یک فعالیت گروهی تحقیق کنید که فاضلاب خانگی شما و همسایگانتان به کجا می‌ریزد. هم‌چنین این شیوه‌ی دور ریختن فاضلاب بر محیط‌زیست چه اثری دارد و مسئولان سازمان آب و فاضلاب شهر شما چه برنامه‌هایی را برای تصفیه‌ی فاضلاب‌های خانگی در دستور کار خود دارند.

و سرانجام ما چرا

در مورد معماری رودسار، گرچه تاکنون دانستنی‌ها و مهارت‌های فراوانی به دست آورده‌ایم، اما هنوز به یک پاسخ قانع‌کننده نرسیده‌ایم. آن‌چه مسلم است، یک عامل ناشناخته موجب مرگ و میر ماهی‌ها شده است. عاملی که شهروندان رود ساری را در استفاده از آب رودخانه و سیستم لوله‌کشی شهری دچار تردید کرده است.



گرچه تمام حدس ها و فرضیه های مربوط به آلودگی آب بررسی شد، اما هنوز به ریشه ی اصلی این ماجرا دست نیافته ایم. در واقع، آزمایش ها و پژوهش های بعدی نشان داد که آب رودسار در مجموع برای انسان سالم است، زیرا هیچ ماده ی سمی و میکروب بیماری زایی در آن وجود ندارد. در ضمن اکسیژن کافی برای ادامه ی زندگی آبزیان نیز در آن حل شده است. اما نا امید نخواهیم شد و در انتظار جمع آوری شواهد و یافته های تازه ای هستیم. امید است با دسترسی به خبرهای تازه تر، به یک جمع بندی برای تمامی داده ها برسیم و به علت اصلی حادثه پی ببریم.



رودسار امروز: سال دوم، شماره ۳۹۸، دوشنبه ۳ مرداد ۱۳۷۹ فرماندار رودسار: حباب ماهی ها را کشته است!

مرگ از آب گرفته شده بودند، فرضیه ی بروز بیماری حباب های گاز را در آبش ماهی ها تأیید کرد. پزشک شهر نیز در این کنفرانس به شهروندان اطمینان داد که مقدار اضافی هوای حل شده در آب رودخانه، هیچ گونه خطری برای انسان ندارد. بنابراین، افزایش مقدار هوای حل شده در آب پرسش که «علت کرد و افزود که موضوع تحت بررسی است و تحقیقات هم چنان ادامه دارد. اما، یک کارشناس سازمان آب، در پیچه های بالای سد دانست. وی معتقد بود که حجم آب سرازیر شده از در پیچه های سد که معمولاً با تولید کف زیادی نیز همراه است، آن چنان زیاد بوده است که فشار ناشی از سقوط آن، هوای بیش تری را در آب حل کرده است.

فرماندار رودسار در کنفرانس خبری با ممداد امروز خود، اعلام کرد که کشتار انبوه ماهی ها در رودخانه ی رودسار، ناشی از بیماری حباب های گاز بوده است. وی افزود: از آن جا که تشکیل حباب های گاز یک بیماری واگیردار نیست، بنابراین خطری شهروندان رودسار را تهدید نمی کند. یکی از کارشناس های سازمان حفاظت محیط زیست در این کنفرانس توضیح داد که تشریح بدن ماهی هایی که به تازگی مرده بوده اند، نشان داده است که علت بروز این بیماری بالا رفتن مقدار هوای محلول در آب رودخانه بوده است. زیاد بودن هوای محلول آب سبب می شود که هنگام عبور آب از بافت ظریف آبشش های ماهی، هوای اضافی به صورت حباب هایی ظاهر شود. با پیدایش این مانع گازی در مسیر جریان خون ماهی جریان می یابد. در صورت عدم رفع این مانع، ماهی در دو تا سه روز تلف می شود. این کارشناس افزود که تشریح بدن ماهی هایی که در ۲ تا ۳ ساعت پس از

فکر کنید

آیا این کارشناس سازمان آب علت کشتار ماهی ها را درست تشخیص داده است؟ چه راهی برای اثبات درستی یا نادرستی این فرضیه پیشنهاد می کنید؟



بیش تر بخوانید

۱- آبی که می نوشیم، اسماعیل عباسی، چاپ دوم، ۱۳۷۶، کانون پرورش فکری کودکان و نوجوانان.

۲- آب، محمدشاطرلو، چاپ اول، ۱۳۷۴، انتشارات امیرکبیر.

۳- آب، احمد خواجه نصیر طوسی، چاپ سوم، ۱۳۷۶، انتشارات فاطمی.

۴- چرخه آب، ناصر نصرتی، مرتضی گلشنی مهر، لیلا باریکانی، چاپ اول، ۱۳۸۱، انتشارات محراب

قلم.

