خروج گاز به هنگام باز شدن درپوش بطری نوشابه.

همان‌طور که می‌دانید، انحلال‌پذیری 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 می‌آید، زیرا گاز کربن دی‌اکسید که تحت فشار زیاد در نوشابه حل شده است، با بازشدن درپوش بطری و برداشته شدن فشار، به سرعت از محلول خارج می‌شود. می‌توان گفت که در دمای ثابت، میزان انحلال‌پذیری 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.

فکر کنید

حدس می‌زنید که حجم گاز کربن دی‌اکسید حل‌شده در یک بطری نوشابه چند برابر حجم نوشابه باشد؟ آیا می‌توانید با طراحی و اجرای یک آزمایش درستی یا نادرستی حدس خود را ثابت کنید؟ شرح دهید.

اکسیژن موجود و اکسیژن موردنیاز

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

بخشی از اکسیژن مورد نیاز ماهی‌ها و دیگر آبزیان، به طور مستقیم از تماس هوا با سطح آرام آب تأمین می‌شود. بخش اضافی دیگر نیز از طریق برخورد جریان آب با هوا فراهم می‌شود. جویبارها و رودخانه‌ها در مسیر خود با انواع سنگ‌ها برخورد کرده، بالا و پایین می‌روند و در هر حالت با هوا در می‌آمیزد. هم‌چنین، آب به‌شکل موج‌های خروشان به ساحل برخورد می‌کند و مخلوط کف مانندی از آب و هوا پدید می‌آورد. افزون بر این، گیاهان سبز و پلانکتون‌ها از طریق **فوتوسنتز** مقدار زیادی گاز اکسیژن به آب‌های طبیعی می‌افزایند.

پلانکتون‌ها موجودات بسیار کوچکی هستند که در دریاها و اقیانوس‌ها زندگی می‌کنند.

موجوداتی که در آب زندگی می‌کنند، برای دسترسی به اکسیژن حل شده در آب با یک‌دیگر به رقابت می‌پردازند. باکتری‌های مصرف کننده‌ی اکسیژن معروف به **باکتری‌های هوازی**، از فضولات و موادجامد حاصل از جانوران بزرگ‌تر تغذیه می‌کنند. این گونه مواد **زیست‌ْتخریب‌پذیر** هستند و توسط باکتری‌های هوازی به مواد ساده‌تر تجزیه می‌شوند. حال اگر به آب مقادیر زیادی فاضلاب‌های خانگی و صنعتی وارد شود، باکتری‌ها در آن به

زیستْ‌تخریب‌پذیر به موادی گفته می‌شود که در محیط زیست به کمک باکتری‌ها به مواد ساده‌تری تجزیه می‌شوند.

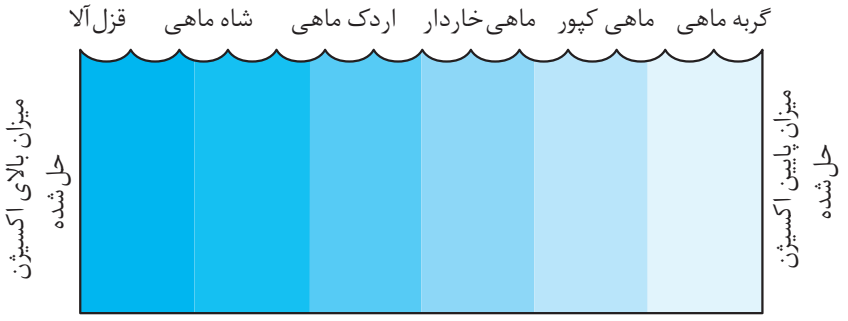
سرعت رشد می کنند و تکثیر می‌یابند. رشد انبوه این باکتری‌ها نیاز فزاینده به اکسیژن محلول در آب را سبب می‌شود. نتیجه آن که موجودات آبزی معمولی، از قبیل ماهی‌ها که نیاز بیش‌تری به اکسیژن محلول در آب دارند، با رقابت ناخواسته‌ای درگیر می‌شوند. بنابراین، افزایش سرسام‌آور جمعیت باکتری‌ها حیات آبزیان معمولی را مورد تهدید جدی قرار می‌دهد.

حداقل غلظت اکسیژن محلول در آب که آبزیان برای ادامه‌ی زندگی به آن نیاز دارند، با نماد DO نشان داده می‌شود. هر نوعی از آبزیان به آبی با DOی معین نیاز دارند. برای مثال، برخی ماهی‌ها نمی‌توانند در آبی زندگی کنند که میزان اکسیژن حل‌شده‌ی آن از ۰/۰۰۴g در ۱۰۰۰g محلول کم‌تر باشد. چون DO را معمولاً برحسب ppm بیان می کنند، بنابراین DO برای این نوع ماهی برابر است با:

$$DO = \frac{0/004g}{1000g} = \frac{4}{1000000} \Rightarrow DO = 4ppm$$

اگرچه این غلظت از اکسیژن محلول، خیلی کم به نظر می‌رسد، اما همین مقدار برای ادامه‌ی زندگی ماهی‌های معمولی لازم و کافی است.

چنان چه غلظت اکسیژن حل شده در آب به دلیلی کاهش یابد، گونه‌هایی از ماهی‌ها که نیازمند اکسیژن بیش‌تری هستند، به مناطق دیگر مهاجرت می کنند و در غیر این صورت تلف می‌شوند. ماهی‌های مورد علاقه‌ی ماهی گیرانی که برای سرگرمی ماهی می گیرند ـ مانند قزل‌آلا و اردک ماهی ـ از جمله ماهی‌هایی هستند که به اکسیژن بیش‌تری نیاز دارند. شکل ۱۹ مقدار DO را برای چند گونه ماهی در مقایسه با یک‌دیگر نشان می‌دهد.



شکل ۱۹ مقدار نسبی اکسیژن حل‌شده در آب که برای زندگی برخی از انواع ماهی‌ها مناسب است.

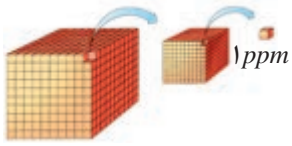
آلودگی گرمایی آب های طبیعی

می‌دانید که دمای آب بر مقدار اکسیژن حل شده و قابل دسترسی آبزیان، تأثیر زیادی دارد. هم‌چنین می‌دانید که ماهی‌ها جانورانی خونسرد هستند. به عبارت دیگر دمای بدن این موجودات با تغییر دمای محیط بالا و پایین می‌رود. بنابراین، با افزایش دمای آبِ رودخانه،

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

DO
کوتاه شده‌ی
***D**issolved **O**xygen*
به معنای اکسیژن حل‌شده است.

ppm
کوتاه‌شده‌ی
***p**arts **p**er **m**illion*
به معنای قسمت در میلیون است.



دمای بدن ماهی‌ها نیز زیاد می‌شود و به‌این‌ترتیب، 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).

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 پروتیین‌های بدن از این جمله‌اند.

در ماه‌های گرم تابستان، رقابت میان موجودات زنده‌ی آبزی 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 مرگ‌ومیر 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.

تحقیق تجربی نشان داده است که ۱۰°C افزایش دما، سرعت بسیاری از واکنش‌های شیمیایی را تا تقریباً دوبرابر افزایش می‌دهد و ۱۰°C کاهش دما، این سرعت را به‌نصف می‌رساند.

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

نوع ماهی	بیش‌ترین دمای مناسب (°C)
قزل‌آلا	۱۵
اردک ماهی	۲۴
ماهی کپور	۳۲
گربه 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 داوری در این مورد، نیازمندِ 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.

هم‌چون دانشمندان

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 کـار، 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 تغییـرات میزان اکسیژن حل شده در آب را طی ۱۸ ماه گذشته انـدازه‌گیری و ثبت کرده است. این کـارشناس همه روزه ساعت ۹ صبح از عمق نیم‌متری سطح آبِ رودخانه، در نقطه‌ی معینـی زیر پل، جنـب بیمارستانِ شهر، نمـونه گرفته است و افزون بر اندازه‌گیری میـزان اکسیژن حل‌شده، دمای آب رودخانه را نیز ثبت کرده است.

اکنون به کمک داده های 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 باره ی هر یک ازپرسش های مطرح شده، به کلاس ارایه کنید.

۱ـ آ) مقدار اکسیژن حل شده در ماه‌های آذر و خرداد را مقایسه کنید. این تفاوت را چگونه توجیه می کنید؟

ب) تشابه مـقدار اکسـیژن حل‌شده را در ماه‌های اسفنـد و آبـان چـگونه تـوجیه می کنید؟

۲ـ میانگین دما و غلظت اکسـیژن محلـول را در مرداد سال ۱۳۷۹ با مرداد سـال ۱۳۷۸ مقایسه کنید. چه دلایلی برای توجیه این تفاوت ها حدس می‌زنید؟

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

ماه	میانگین دمای آب رودخانه ($^{\circ}C$)	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

جدول۸ مقدار اکسیژن حل شده در آب رودخانه‌ی رودسار در تابستان ۱۳۷۹

ماه	میانگین دمای آب ($^{\circ}C$)	مقدار اکسیژن حل شده (ppm)
تیر	۱۴	۱۰٫۲
مرداد	۱۶	۹٫۶
شهریور	۱۸	۹٫۶

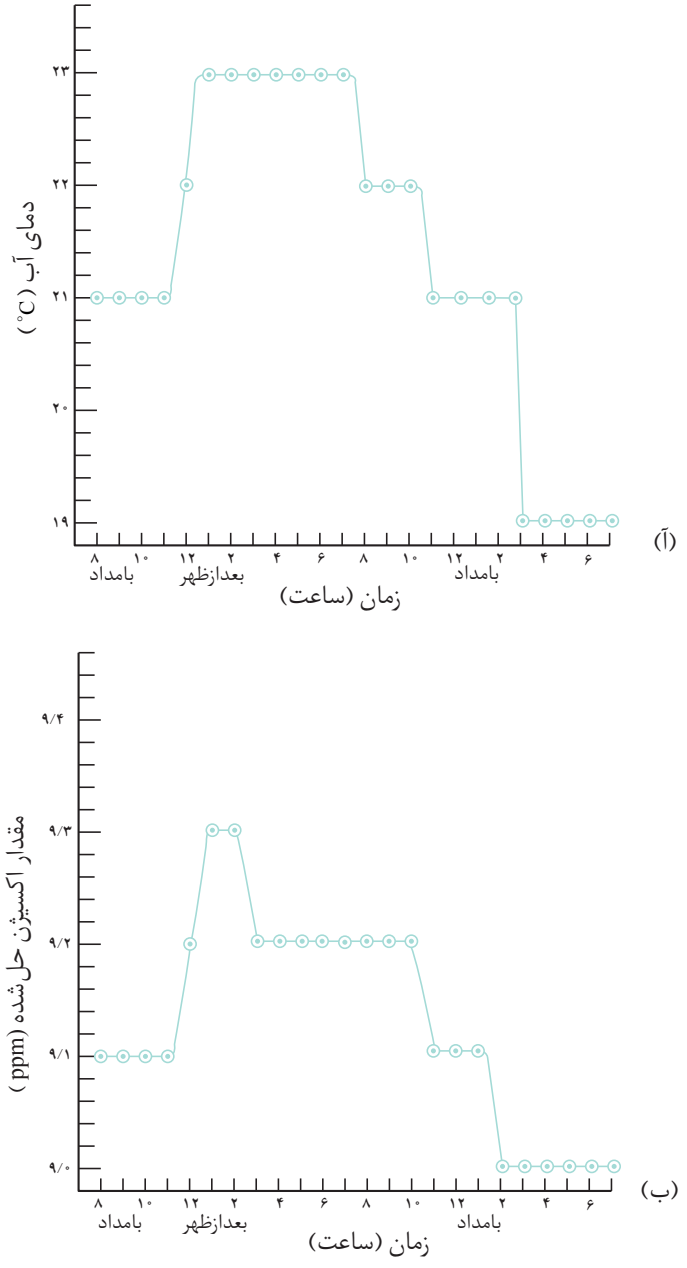
گام دوم : در پی حادثه‌ی رودسار، در تیر ماه ۱۳۷۹، اداره‌ی بهداشت از سازمان حفاظت محیط زیست تقاضای کمک کرد تا آب رودخانه‌ی رودسار را ساعت به ساعت مورد آزمایش قرار دهد. این سازمان یک کارشناس شیمی خود را مأمور کرد که نمونه‌برداری و اندازه‌گیری میزان اکسیژن حل شده را انجام دهد. هدف، تشخیص تغییرات کوتاه مدت 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)ی شکل ۲۰.

جدول۹ دما و مقدار اکسیژن حل‌شده در آب رودخانه‌ی رودسار در روز شنبه ۱ مرداد سال ۱۳۷۹

زمان	مقدار اکسیژن حل شده (ppm)	دمای آب ($^{\circ}C$)
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

۱ـ 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 می کنید؟

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



شکل۲۰ نمودار آ) تغییر دما و ب) تغییر مقدار اکسیژن حل شده در آب رودخانه‌ی رودسار در یک روز

با انجام آزمایش و اندازه‌گیری می‌توان پی برد که در دمای معین چه مقدار گاز اکسیژن (O_2) برای تهیه‌ی 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 روزِ نزدیک به روز حادثه نشان می‌دهد. ستون سوم نیز مقدار اکسیژن حل شده‌ی لازم برای سیر کردن آب را در دماهای مشخص شده، نشان می‌دهد.

جدول ۱۰ دما و مقدار اکسیژن حل‌شده در آب رودخانه‌ی 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 ($^\circ C$)	مقدار اکسیژن حل شده‌ی لازم برای تهیه‌ی یک محلول سیر شده (ppm)	مقدار اکسیژن حل شده‌ی 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 داده‌های این جدول، آیا می‌توان نتیجه گرفت که عامل کشتار ماهی‌ها در رودسار احتمالاً کمبود اکسیژن در آب رودخانه بوده است؟ چرا؟

تا کنون نتوانسته‌ایم راز مرگ و میر ماهی‌ها 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؟!

آلاینده‌های اسیدی و تغییر pH آب

اکنون به قلمرو دیگری از دسته‌بندی خواص شیمیایی می‌پردازیم. قلمرویی که نقش مهمی در تعیین کیفیت آب و زندگی آبزیان دارد و به احتمال اسیدی، بازی یا خنثی بودن آب‌های طبیعی مربوط می‌شود.

اسیدها ترش‌مزه‌اند و بازها مزه‌ی تلخی دارند. ویتامین «ث» یک اسید و مایع درون پوست پرتقال یک باز یا ماده‌ی قلیایی است.

در سال پیش اطلاعات اندکی درباره‌ی اسیدها و بازها به‌دست آوردید. می‌دانید که این مواد از روی ویژگی‌های خاص خود به آسانی شناسایی می‌شوند. برای مثال، شناساگر معروفی به نام لیتموس (تورنُسل) که اغلب به صورت نوار کاغذی باریکی به فروش می‌رسد، در محلول‌های بازی به رنگ آبی و در محلول‌های اسیدی به رنگ سرخ درمی‌آید. عصاره‌ی کلم سرخ یا گلبرگ‌های گل بنفشه و گل سرخ نیز شناساگرهای دیگری برای مواد اسیدی و بازی هستند.

شناسایی با گل‌ها!

چند گلبرگ گل سرخ را روی کاغذ بکشید تا یک زمینه‌ی رنگی فراهم شود. یک قطره آب لیمو و اندکی جوش‌شیرینِ 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.

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

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 به‌وجود 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 نیتروژن‌دار، 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.

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 به‌دست 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.

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.

مولکول آب (HOH) هم اتم هیدروژن و هم گروه هیدروکسید دارد. به این علت هم باز و هم اسید است. از این رو آب جزو مواد خنثی دسته‌بندی می‌شود.

همان‌طور که از جدول ۱۱ برمی‌آید، اغلب اسیدها در فرمول شیمیایی خود یک یا چند اتم هیدروژن (H) دارند، مانند HCl و H_2SO_4 . 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 می‌گیرند. آب خالص، آب نمک و آب قند موادی خنثی هستند.

به یاد دارید که خواص اسیدی و بازی محلول‌ها را به‌وسیله‌ی نوعی مقیاس به نام pH می‌سنجند. این مقیاس که در دمای اتاق گستره‌ای از صفر تا ۱۴ را در بر می‌گیرد می‌تواند میزان اسیدی و بازی بودن ترکیب‌های 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 خنثی‌بودن آب حکایت می‌کند. pH برخی مواد آشنا در شکل ۲۱ ارایه شده است.

به‌طورکلی pH محلول‌های اسیدی از صفر تا ۷ ، و pH محلول‌های بازی از ۷ تا ۱۴ است. سازمان‌های جهانی حفاظت محیط زیست، حدود pH آب آشامیدنی سالم را در گستره‌ی ۶/۵ تا ۸/۵ در نظر گرفته‌اند.

آب باران اندکی اسیدی است، زیرا این آب مقادیر کمی از گاز کربن دی‌اکسید هوا را درخود حل می‌کند و کربنیک اسید رقیق پدید می‌آورد.

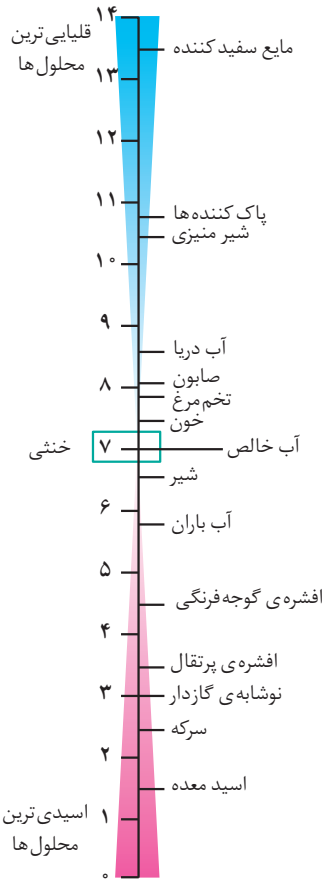
$$H_2O + CO_2 \rightarrow H_2CO_3$$

بنابراین pH آب باران معمولاً اندکی کم‌تر از ۷ است. بدیهی است، با جریان یافتن آب باران در بستر جویبارها و رودخانه‌ها، موادی در آن حل می‌شوند 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 محیط‌زیست، ممکن است pH آب طبیعی به شدت تحت تأثیر قرار گیرد و با ورود پساب اسیدی و فاضلاب برخی کارخانه‌ها به آب‌های طبیعی pH آب کاهش یابد.

بسیاری از ماهی‌ها توان ادامه‌ی زندگی را در گستره‌ی pH از ۵ تا ۹ دارند. گرچه گستره‌ی محدودتر pH (مانند ۶/۵ تا ۸/۲) برای ادامه‌ی زندگی بسیاری از ماهی‌های مورد علاقه‌ی ماهی‌گیران، مناسب‌تر است.

با کسب این دانستنی‌ها و با اطلاع از pH آب رودخانه‌ی رودسار در روز حادثه، به آسانی می‌توان درباره‌ی پاسخ این پرسش داوری کرد که آیا آلاینده‌های اسیدی، موجب مرگ‌ومیر ماهی‌ها شده‌اند یا خیر؟



شکل ۲۱ pH برخی از مواد آشنا

فکر کنید

یافته‌های حاصل از انجام آزمایش‌های متعدد، pH آب رودسار را در زمان وقوع حادثه بین ۶/۷ تا ۶/۹ نشان می‌دهد. آیا می‌توان ورود احتمالی آلاینده‌های اسیدی را به رودخانه‌ی رودسار عامل اصلی بروز حادثه دانست؟

به این ترتیب مسأله‌ی تغییرات احتمالی pH را از پیش‌بینی‌های خود حذف می‌کنیم و باید در پی عامل احتمالی دیگری باشیم.

عامل مهم بعدی برای توجیه حادثه‌ی رودسار، حضور احتمالی برخی کاتیون‌های آلاینده معروف به **کاتیون‌های سنگین** است. این آلاینده‌ها یون‌های جیوه (Hg^{2+})، سرب (Pb^{2+}) و کادمیم (Cd^{2+}) را شامل می‌شوند.

آلودگی آب توسط کاتیون‌های سنگین

یون‌های فلزهایی مانند آهن (Fe)، پتاسیم (K)، کلسیم (Ca) و منیزیم (Mg) برای فعالیت‌های زیستی و بهداشتی بدن، اهمیت فراوانی دارند. در حدود ۱۰٪ از نیاز ما به این عنصرها از طریق مواد معدنیِ محلول در آب، برآورده می‌شود. عنصرهای فلزی دیگری که به **فلزهای سنگین** معروفند نیز می‌توانند به صورت یونِ محلول در آب، وجود داشته باشند. کاتیون‌های جیوه (Hg^{2+})، سرب (Pb^{2+}) و کادمیم (Cd^{2+}) از این جمله‌اند. این کاتیون‌ها به پروتیین‌های بدن می‌پیوندند و مانع از انجام اعمال زیستی آن‌ها می‌شوند. نتیجه آن که، به سیستم عصبی، کبد، کلیه و دیگر اندام‌ها آسیب‌های جدی وارد می‌کنند. از آن جا که این سه عنصر کاربردهای زیادی در زندگی و صنعت دارند، ممکن است مقادیر ناچیزی از آن‌ها از طریق پساب‌های 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 فعالیت‌های صنعتی و گسترش فناوری در زندگی انسان ناشی می‌شود. سرب و ترکیب‌های آن در بنزین، باتری خودروها، فلز لحیم‌کاری، رنگ‌های روغنی سرب‌دار و آفت‌کش‌ها کاربرد دارد. هم‌چنین ما در همه‌جا شاهد به کاربردن اکسیدسرخ رنگ سرب به‌عنوان ضد زنگ هستیم تا به این وسیله از زنگ زدن اسکلت‌های فلزی جلوگیری شود.

جیوه (Hg) که تنها فلز مایع در دمای اتاق است، کاربردهای مهمی در زندگی و صنعت دارد. لامپ‌های مهتابی و دماسنج‌های آزمایشگاهی دارای جیوه‌اند. چنان‌چه یک دماسنج طبی در منزل بشکند، باید به هر شیوه‌ی ممکن قطره‌های ریز جیوه‌ی پخش شده را فوری جمع کرد و دور ریخت تا از پراکنده‌شدن بخارهای سمی و خطرناک آن در فضای اتاق جلوگیری شود. ترکیب‌های جیوه در ساختن مرکوروکروم (داروی سرخ رنگی که در گذشته برای ضدعفونی کردن زخم‌ها به‌کار می‌رفت)، قارچ‌کش‌ها و آفت‌کش‌ها به کار می‌روند. چنان‌چه جیوه و ترکیب‌های آن که در برخی پساب‌های صنعتی وجود دارند به آب‌های طبیعی راه یابد، در بستر رودخانه و دریاچه ته‌نشین می‌شوند و سپس، به‌وسیله‌ی برخی **باکتری‌های بی‌هوازی** (که نیازی به اکسیژن آزاد و محلول در آب ندارند) به نوعی ترکیب‌های سمی جیوه‌ی محلول در آب تبدیل می‌شوند. تغذیه‌ی ماهی‌ها در این آب‌های آلوده موجب پیدایش مسمومیت شدید در ماهی و سپس انسان می‌شود.

خواص فلز کادمیم (Cd) مانند فلز روی (Zn) است و ترکیب های این دو عنصر اغلب آمیخته با هم در یک معدن دیده می‌شوند. آهن سفید که برای ساختن شیروانی‌ها و کانال‌های کولر به‌کار می‌رود، ورق نازک آهن است که با لایه‌ی نازکی از فلز روی پوشانده شده است. این لایه، محافظ آهن است و از زنگ زدن آهن جلوگیری می‌کند. فلز روی مصرف شده در این‌جا، در حدود ۱٪ کادمیم دارد. کادمیم در ساختن برخی باتری‌ها نیز کاربرد دارد. این عنصر بسیار سمی است. یون‌های کادمیم (Cd^{2+}) در صورت ادامه‌ی آلودگی محیط زندگی، به‌مرور زمان در کلیه و کبد مستقر می‌شوند و به آن‌ها آسیب می‌رسانند. گاهی یون‌های کادمیم (Cd^{2+}) جایگزین یون‌های کلسیم (Ca^{2+}) در استخوان شده، ناهنجاری‌های استخوانی دردناکی را به‌وجود می‌آورند. این گونه ناراحتی‌ها در میان کارگران معادن روی دیده شده است. اگرچه آب‌های آشامیدنی، دارای مقادیر ناچیزی یون کادمیم هستند، اما مقدار آن در این آب‌ها کم‌تر از میزان خطرناک است. دود سیگار نیز مقادیر ناچیزی کادمیم دارد.

پس از کشتار ماهی‌ها در رودسار، کارشناس‌های اداره‌ی بهداشت، سازمان حفاظت محیط زیست، شیمیدان‌ها و کارشناس‌های سازمان آب در همکاری خود برای کشف راز این حادثه، داده‌های فراوانی را درباره‌ی مقدار برخی یون‌های موجود در رودخانه‌ی رودسار طی مدت ۴ ماه نخست سال ۱۳۷۹ جمع‌آوری و ارایه کردند. آن‌ها داده‌های یاد شده را در جدولی مانند جدول ۱۲ کنار داده‌های مربوط به حد مجاز غلظت یون‌های یاد شده که توسط سازمان حفاظت محیط زیست اعلام شده است، قرار دادند.

جدول ۱۲ مقدار برخی یون‌های سنگین موجود در آب رودخانه‌ی رودسار در ۴ ماه نخست سال ۱۳۷۹

نوع یون	مقدار در ۴ ماهه‌ی گذشته (ppm)	مقدار فعلی اندازه‌گیری 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

۱ـ غلظت کدام یون یا یون‌ها نسبت به ۴ ماه یاد شده کاهش یافته است؟

۲ـ غلظت کدام یون یا یون‌ها نسبت به ۴ ماه یاد شده افزایش یافته است؟

۳ـ **ضریبِ خطر** یون های سنگین را برای ادامه‌ی زندگی آبزیان در رودخانه، با رابطه‌ی زیر به‌دست آورید:

$$\text{ضریبِ خطر} = \frac{\text{مقدار یون‌های موجود}}{\text{مقدار مجاز اعلام شده توسط سازمان حفاظت محیط زیست}}$$

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.

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

۵ـ ضریب خطر این یون‌ها برای زندگی انسان چه‌قدر است؟

۶ـ 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 مرگ‌ومیر ماهی‌های رودسار را به افزایش احتمالی هر گونه یون خطرناک نسبت داد. بنابراین، حکایت هم چنان 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 گذشته های دور، بدون نگرانی یا شاید ناآگاهی از آلودگی، آب آشامیدنی مورد نیاز خود را از نزدیک‌ترین جویبار، رودخانه، برکه، چاه و حتی آبگیرهای دست ساخته و روباز تهیه می کرد. او فضولات انسانی را در چاه‌هایی انبار و پس از مدتی همراه فضولات جانوری به‌عنوان کود به مصرف می رساند. 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 می کردند. چنین امری، هم اکنون نیز در بسیاری از کشورهای جهان سوم یا کم توسعه 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 می کنند. 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 حصبه، وبا، اسهال و برخی نارسایی‌های کبدی از طریق آب های آلوده گسترش می‌یابد و ما را ناگزیر می کند 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 سرسام آور 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 دست کم برای مصارف صنعتی، کشاورزی و دستگاه‌های خنک کننده است.

تصفیه‌ی طبیعی آب

فرآیندهای اصلی تصفیه‌ی طبیعی آب را می‌توان به‌صورت زیر شرح داد:

* جدا شدن تقریباً کاملِ مواد اولیه‌ی حل شده در آب به هنگام تشکیل برف و باران.
* تجزیه ی برخی از مواد محلول و شناور در آب به مواد ساده تر به کمک باکتری ها.
* جدا شدن همه ی 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 یک‌سو، فرآیندهای یاد شده بسیار آهسته‌اند و پاسخ‌گوی نیازهای فوری و بسیار متنوعِ 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.

چنان چه 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 به‌راحتی 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) ⟵ کربنیک اسید + کلسیم کربنات (نامحلول)

عامل سختی موقت آب *محلول CO_2 در آب* *سنگ آهک*

نکته ی 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) ⟵ کلسیم هیدروژن کربنات (محلول)

انجام این واکنش طی قرن‌ها در غارهای بسته، باعث پیدایش ستون‌های زیبایی معروف به **استالاکتیت** و **استالاگمیت** شده است، شکل ۲۲.

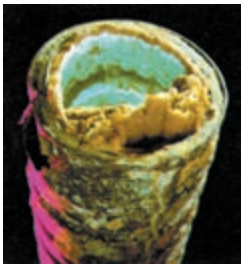
شکل ۲۲ ستون‌های آهکی ایجاد شده درون غارها (استالاکتیت و استالاگمیت)

این مشاهده‌ها نشان می‌دهند که می‌توان با گرم کردن آبی که سختی موقت دارد یون‌های کلسیم محلول در آن را به‌صورت رسوب کلسیم کربنات درآورد و در نتیجه، آب سخت را به آب نرم تبدیل کرد. در این آب صابون به خوبی کف می کند. 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.

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

$$\underset{\text{ته‌نشین می‌شود}}{\text{کلسیم کربنات}} + \text{سدیم کربنات} \longrightarrow \underset{\text{عامل سختی دایم}}{Ca^{2+}} + 2Na^{+}$$

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



شکل۲۳ لایه‌ی آهکی ایجاد شده درون لوله‌های یک آب گرم‌کن.

بیش تر 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 به‌جای خود، وارد آب می‌کنند.

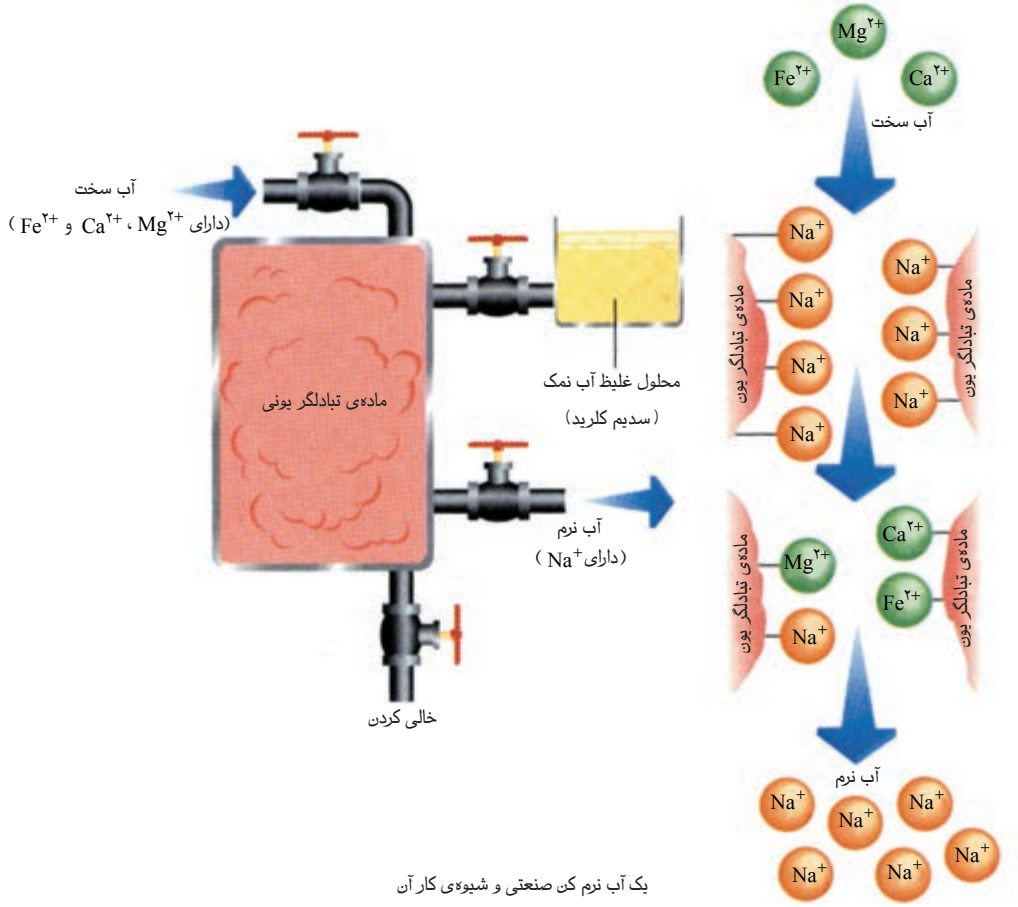
نتیجه این که مطابق شکل صفحه‌ی بعد، آب سختِ دارای یون‌های کلسیم و منیزیم، از یک سو وارد دستگاه می‌شود و از سوی دیگر، آب نرم دارای یون‌های سدیم خارج می‌شود و به مصرف عمومی می‌رسد.

جالب این که، این فرآیند برگشت‌پذیر است. به این معنا که پس از چندی، دستگاه از یون‌های کلسیم و منیزیم انباشته می‌شود و در نتیجه از فعالیت باز می‌ایستد. در این هنگام باید آن را به‌وسیله‌ی آب نمک غلیظ شست‌وشو داد تا با اجرای وارونه‌ی 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 می‌شود.

$$Ca^{2+} \text{ ماده‌ی انباشته از } + Na^{+} \longrightarrow Na^{+} \text{ ماده‌ی دارای } + Ca^{2+}$$

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

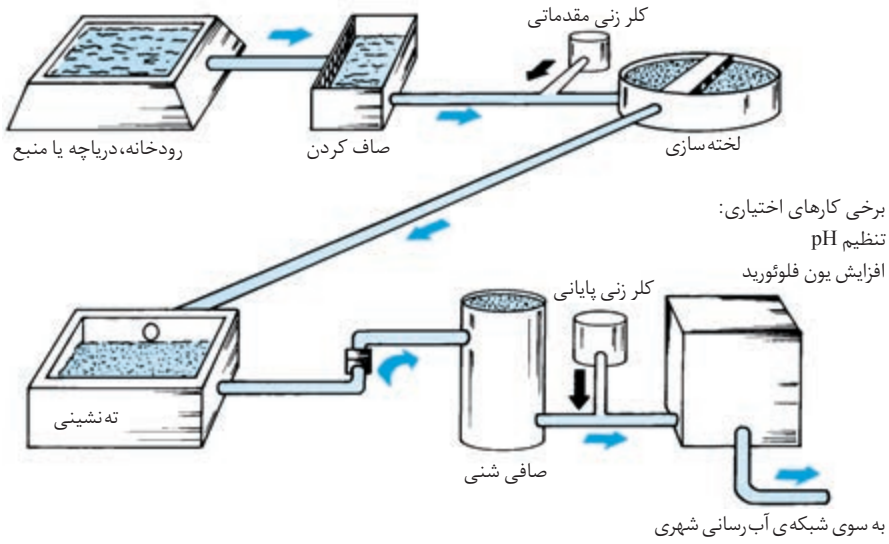
برای این کار کافی است که شیرهای ورود و خروج مرحله‌ی نخستین را ببندیم و شیرهای ورود و خروج مرحله‌ی دوم را باز کنیم. معمولاً شست‌وشوی ماده‌ی درون دستگاه را شب‌ها در ۲ تا ۲ ساعت یا در زمانی که نیاز به آب نیست، انجام می‌دهند.



یک آب نرم کن صنعتی و شیوه‌ی کار آن

تصفیه‌ی آب شهری

در حال حاضر رودخانه‌های ما متأسفانه هم منبعی برای تأمین آب شهری و هم مکانی برای تخلیه‌ی فاضلاب‌ها و پساب‌های خانگی و صنعتی به‌شمار می‌روند. به این دلیل، باید آب را دوبار، یک‌بار پیش از مصرف (برای نوشیدن) و یک بار پس از آن (برای دور ریختن!) تمیز کرد. شکل ۲۴ مراحل گوناگون تصفیه‌ی آب شهری را نشان می‌دهد.



شکل ۲۴ نمودار یک مجتمع تصفیه ی آب شهری

۱ـ *صاف کردن* ابتدا آب از توری های فلزی و شبکه های آشغال گیر گذرانده می شود تا مواد خارجی و درشت آن، مانند چوب، سنگ، قوطی های فلزی، مواد پلاستیکی و ... در پشت آشغال گیر بماند.

۲ـ *کلرزنی مقدماتی* کلر یک گندزدای قوی است و برای از بین بردن میکروب های بیماری زا به کار می رود.

۳ـ *لخته سازی و ته نشین کردن* برای ته نشین کردن گل و لای موجود در آب از یک ماده ی لخته کننده استفاده می کنند. این ماده دارای کاتیون های Al^{3+} یا Fe^{3+} است. آب های طبیعی دارای گل و لای و ذره هایی هستند که به راحتی ته نشین نمی شوند. ذره های میکروسکوپی گل، هنگام جریان یافتن آب در جویبارها و رودخانه ها به علت اصطکاک دایمی، مقداری الکتریسیته ساکن به خود می گیرند. چون این ذره ها بار الکتریکی هم نام دارند، همواره یک دیگر را دفع می کنند و به این علت هرگز ته نشین نمی شوند. در این حالت یک **کلوییید** به وجود می آید. کلوییید نوعی مخلوط است. در سال های آینده با این نوع مخلوط ها بیش تر آشنا خواهید شد. کاتیون های Al^{3+} و Fe^{3+} که خود بار الکتریکی زیادی دارند، بار الکتریکی ذره های کلوییید را خنثی می کنند. نتیجه آن که، این ذره ها به یک دیگر می پیوندند و با این کار کلوییید لخته شده، ذره های آن ته نشین می شوند.

۴ـ *ته نشین شدن در حوضچه های آرامش* در این جا، برای ته نشین شدن باقی مانده ی ذره های شناور و کلوییدی و کامل شدن فرایند لخته سازی ،فرصت بیش تری فراهم می شود. درعین حال تابش نور خورشید به از بین بردن باکتری ها کمک می کند.

۵ ـ *گذراندن از صافی شنی* صافی شنی شامل بستری از ماسه ریز و درشت است. در این مرحله، مواد دیگری که پیش از این ته نشین نشده اند، به وسیله ی صافی گرفته می شوند و آب صاف و شفافی برجای می ماند. این مرحله مشابه همان مرحله ای است که در تصفیه ی

نمای بخشی از تصفیه خانه ی شهر تهران

طبیعی آب گفته شد.

۶ـ *گندزدایی پایانی* شیمیدان‌ها مقدار کلر افزودنی را در این مرحله، طوری کنترل می‌کنند که اندکی کلر در آب تصفیه شده باقی بماند تا آب را از اثر باکتری‌هایی که احتمالاً در آن باقی مانده‌اند یا ممکن است به آن وارد شوند، در امان نگاه دارد. چنان چه مقدار کلر در این عمل کم‌تر از ۰/۱ ppm باشد، باکتری‌ها ممکن است نابود نشوند و اگر بیش‌تر و نزدیک به ۱ ppm باشد، بو و طعم ناخوشایندی در آب ظاهر می‌شود.

در برخی از کشورها، گاه مقدار بسیار اندکی (در حدود ۱ ppm) یون فلوئورید (F^-) به آب می‌افزایند. این یون از پوسیدگی دندان و پوکی استخوان‌ها جلوگیری می‌کنند.

بیش‌تر وقت‌ها آب تصفیه شده را برای ذخیره کردن به یک منبع بزرگ و مرتفع پمپ می‌کنند تا از آن‌جا، به‌تدریج و با فشار کافی وارد شبکه‌ی لوله‌کشی شهر شود. در این روش ذخیره کردن آب، محدودیت‌هایی وجود دارد. برای مثال، ممکن است برخی موجودات ذره‌بینی آبزی معروف به جلبک‌ها، در منبع آب رشد کنند و طعم نامطلوبی به آب بدهند. در این مورد، گاه مقدار کم و کنترل شده‌ای از بلورهای کات کبود را که یک ترکیب شیمیایی مس‌دار است به آب منبع می‌افزایند، تا از رشد جلبک‌ها جلوگیری شود. درگذشته، ایرانیان نیز از کات کبود برای جلوگیری از رشد جلبک‌ها در انبارهای آب خود استفاده می‌کردند.

بلورهای آبی رنگ مس سولفات

شما چه آبی می‌نوشید؟

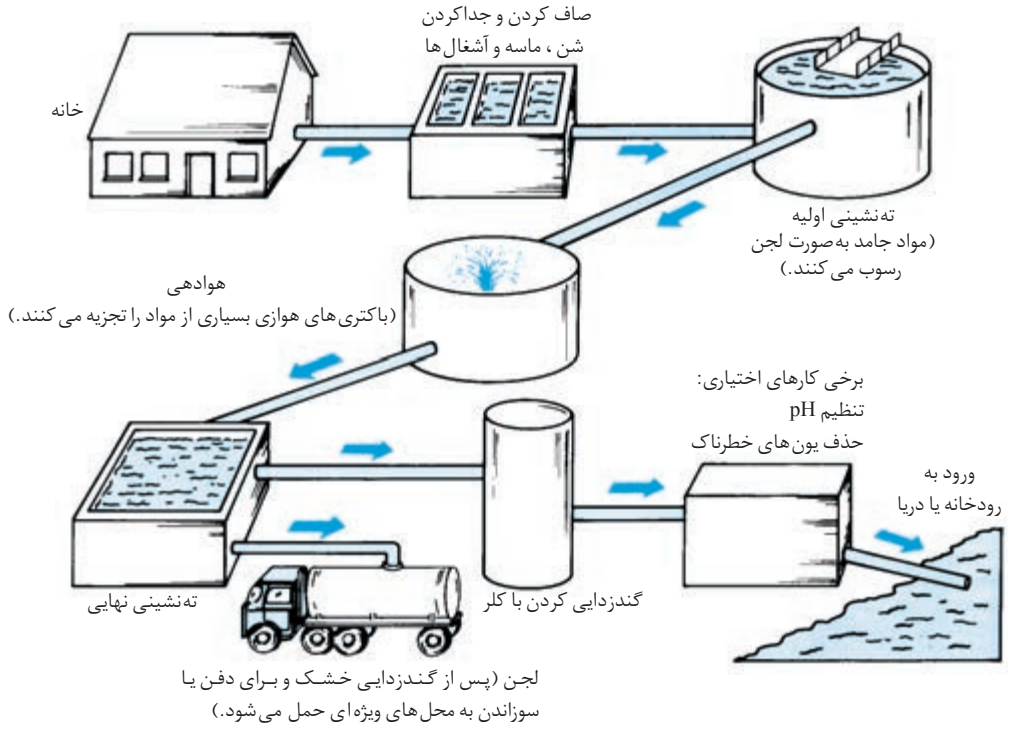
تحقیق کنید که آب آشامیدنی شهر یا روستای محل زندگی شما از کجا تأمین و چگونه تصفیه می‌شود؟ در ضمن ویژگی‌هایی چون طعم، رنگ، pH و سختی آن چگونه است؟

تصفیه‌ی فاضلاب‌های شهری

آبی که در خانه‌ها پس از مصرف در آشپزخانه، حمام و توالت وارد فاضلاب می‌شود، آلوده است. خطر آب آلوده برای اغلب مردم کشورهای در حال توسعه بسیار جدی است. برآوردها نشان می‌دهد که ۸۰٪ بیماری‌های جهان ناشی از آب‌های آلوده است و از این‌رو سالانه نزدیک به دو میلیون کودک در جهان جان خود را از دست می‌دهند. در شهرهای بزرگ که از سیستم فاضلاب شهری برای مصارف کشاورزی و صنعتی استفاده می‌شود، لازم است که فاضلاب را پیش از رها کردن در رودخانه، تصفیه کرد. می‌دانید که پیش‌گیری بهتر از درمان است و تمیز کردن فاضلاب آسان‌تر از تمیز کردن آب رودخانه‌ای است که فاضلاب تصفیه نشده در آن ریخته می‌شود.

گام‌های اصلی تصفیه‌ی فاضلاب شهری را در شکل ۲۵ مشاهده می‌کنید.

شایان گفتن است که در فضولات و پساب‌های صنعتیِ حاصل از کارگاه‌ها و کارخانه‌ها،



شکل۲۵ 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 به‌وجود 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 خانه‌ی شما به کجا می‌ریزد!

در یک فعالیت گروهی تحقیق کنید که فاضلاب خانه‌ی 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 سرانجامِ ماجرا

در مورد معمای رودسار، گرچه تاکنون دانستنی‌ها و مهارت‌های فراوانی به‌دست آورده‌ایم، اما هنوز به یک پاسخ قانع کننده 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 حدس‌ها و فرضیه‌های مربوط به آلودگی آب بررسی شد، اما هنوز به ریشه‌ی اصلی این ماجرا دست نیافته‌ایم. در واقع، آزمایش‌ها و پژوهش‌های بعدی نشان داد که آب رودسار در مجموع برای انسان سالم است، زیرا هیچ ماده‌ی سمی و میکروب بیماری‌زایی در آن وجود ندارد. در ضمن اکسیژن کافی برای ادامه‌ی زندگی آبزیان نیز در آن حل شده است. اما ناامید نخواهیم شد و در انتظار جمع‌آوری شواهد و یافته‌های تازه‌ای هستیم. امید است با دسترسی به خبرهای تازه‌تر، به یک جمع‌بندی برای تمامی داده‌ها 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، فرضیه‌ی بروز بیماری حباب‌های گاز را در آبشش ماهی ها تأیید کرد.

پزشک اداره‌ی بهداشت، درمان و آموزش پزشکی 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، آب آشامیدنی شهر از این نظر بهداشتی و سالم است.

فرماندار از پاسخ دادن به این پرسش که «علت افزایش مقدار هوای حل شده در آب چیست؟» امتناع کرد و افزود که موضوع تحت بررسی است و تحقیقات هم چنان ادامه دارد. اما، یک کارشناس سازمان آب، علت احتمالی را در شیوه‌ی رها کردن آب از دریچه‌های بالای سدّ دانست. وی معتقد بود که حجم آب سرازیر شده از دریچه‌های سدّ 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 بامداد امروز خود، اعلام کرد که کشتار انبوه ماهی ها در رودخانه‌ی رودسار، ناشی از **بیماری حباب‌های گاز** بوده است. وی افزود: از آن جا که تشکیل حباب‌های گاز یک بیماری واگیردار نیست، بنابراین خطری شهروندان رودسار را تهدید نمی کند.

یکی از کارشناس های سازمان حفاظت محیط‌زیست 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 به‌صورت حباب‌هایی ظاهر شود. با پیدایش این مانع گازی در مسیر جریان خون درون رگ ها، اکسیژن کم‌تری در دستگاه گردش خون ماهی جریان می‌یابد. 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 ماهی‌ها را درست تشخیص داده است؟ چه راهی برای اثبات درستی یا نادرستی این فرضیه پیشنهاد می کنید؟

بیش تر بخوانید

۱ــ *آبی که می‌نوشیم*، *اسماعیل عباسی*، چاپ دوم ،۱۳۷۶، کانون پرورش فکری کودکان و نوجوانان.

۲ــ *آب*، محمدشاطرلو، چاپ اول، ۱۳۷٤، *انتشارات امیرکبیر*.

۳ــ *آب*، *احمد خواجه‌نصیرطوسی*، چاپ سوم، ۱۳۷۶، *انتشارات فاطمی*.

٤ ــ *چرخه آب*، ناصر نصرتی، مرتضی گلشنی‌مهر، لیلا باریکانی، چاپ اول، ۱۳۸۱، انتشارات محراب قلم.