فصل ۱

مولکول‌ها در خدمت تندرستی

وَاللهُ یُحِبُّ المُطَّهِّرِینْ... (سورهٔ توبه، آیهٔ ۱۰۸)

و خداوند پاکیزگان را دوست دارد.

هوا، آب، پوشاک، بدن و زمین از جمله موهبت‌های الهی هستند که پیوسته باید برای پاکیزه نگهداشتن آنها بکوشیم. پاکیزگی رفتاری شایسته، نشاط‌آور و مایه آرامش است که بستری مناسب برای سلامت، رشد و بالندگی انسان و جامعه فراهم می‌کند. انسان‌ها با الهام از طبیعت و شناخت مولکول‌ها و رفتار آنها، راهی برای زدودن آلودگی‌ها پیدا کردند. راهی که با استفاده از مواد شوینده هموارتر می‌شود. این مواد براساس خواص اسیدی و بازی عمل می‌کنند. از این رو آشنایی با رفتار اسیدها و بازها می‌تواند ما را در تهیه و استفاده بهینه از شوینده‌ها یاری کند.

آیا می‌دانید

سالانه میلیون‌ها تن از انواع شوینده‌ها در جهان مصرف می‌شود. صنعت تولید شوینده‌ها و فراورده‌های پاک کننده، یکی از صنایع بزرگ و سودآور است که سالانه سود فراوانی را نصیب صاحبان آن می‌کند.

● امروزه، بسته به هر نوع نیاز و کاربرد، شوینده و پاک کننده مناسب در بازار یافت می‌شود.

پاکیزگی و بهداشت همواره در زندگی جایگاه و اهمیت شایانی داشته است. یکی از دلایل اسکان انسان در کنار رود و رودخانه این بود که با دسترسی به آب، بدن خود را بشوید و ابزار، ظروف و محیط زندگی خود را تمیز نگاه دارد. حفاری‌های باستانی از شهر بابِل نشان می‌دهد که چند هزار سال پیش از میلاد، انسان‌ها به همراه آب از موادی شبیه به صابون امروزی برای نظافت و پاکیزگی استفاده می کردند. نیاکان ما نیز به تجربه پی بردند که اگر ظرف‌های چرب را به خاکستر آغشته کنند و سپس با آب گرم شست‌وشو دهند، آسان‌تر تمیز می‌شوند.

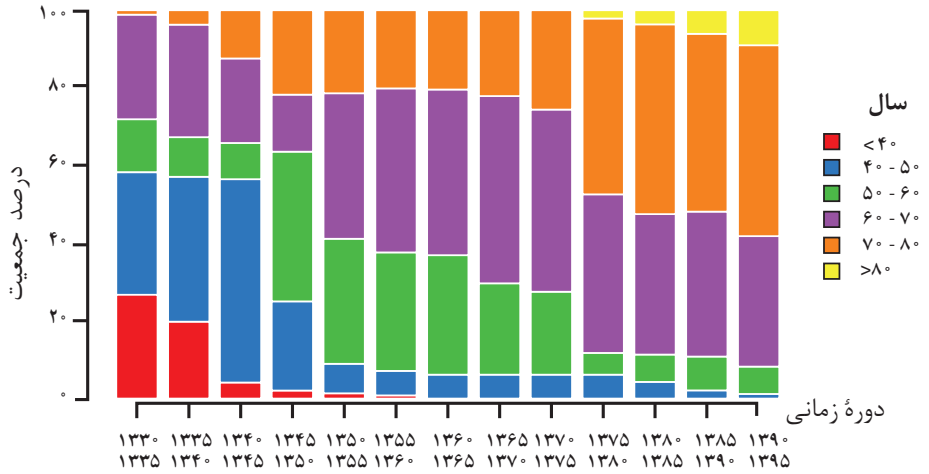
درگذشته به دلیل عدم دسترسی، کمبود یا استفاده نکردن از صابون، سطح بهداشت فردی و همگانی بسیار پایین بود، به‌طوری که بیماری‌های گوناگون به‌سادگی در جهان گسترش می‌یافت. برای نمونه وبا یک بیماری واگیردار است که به دلیل آلوده شدن آب و نبود بهداشت شایع می شود.

این بیماری در طول تاریخ بارها در جهان همه‌گیر شد و جان میلیون‌ها انسان را گرفت و هنوز هم می‌تواند برای هر جامعه تهدید کننده باشد. ساده‌ترین و مؤثرترین راه پیشگیری این بیماری، رعایت بهداشت فردی و همگانی است.

با گذشت زمان، استفاده از صابون و توجه به نظافت و بهداشت در جوامع گسترش یافت و سبب شد تا میکروب‌ها، آلودگی‌ها و عوامل بیماری‌زا در محیط‌های فردی و همگانی کاهش یافته و سطح بهداشت جامعه افزایش یابد. با افزایش سطح تندرستی و بهداشت فردی و همگانی، شاخص امید به زندگی نیز در جهان افزایش یافته است. شاخصی که نشان می‌دهد با توجه به خطراتی که انسان‌ها در طول زندگی با آن مواجه هستند، به طور میانگین چند سال در این جهان زندگی می کنند.

خود را بیازمایید

نمودار زیر توزیع جمعیت جهان را براساس امید به زندگی آنها در دوره‌های زمانی گوناگون نشان می‌دهد.



آ) با توجه به نمودار، جدول زیر را برای گستره سنی ۴۰ تا ۵۰ سالگی کامل کنید.

دورهٔ زمانی	۱۳۳۰ـ۱۳۳۵	۱۳۶۵ـ۱۳۷۰	۱۳۹۰ـ۱۳۹۵
درصد جمعیت			

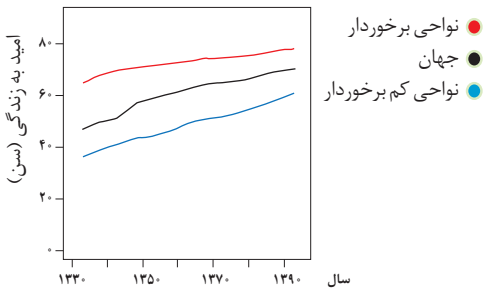
ب) در دورهٔ زمانی ۱۳۴۵ تا ۱۳۵۰، امید به زندگی برای بیشتر مردم جهان حدود چند سال است؟

پ) در دورهٔ زمانی ۱۳۷۰ تا ۱۳۷۵ امید به زندگی برای بیشتر مردم جهان در حدود چند سال است؟

ت) با گذشت زمان، امید به زندگی در سطح جهان افزایش یافته است یا کاهش؟ توضیح دهید.

ث) امروزه امید به زندگی برای بیشتر مردم جهان در حدود چند سال است؟

امید به زندگی شاخصی است که در کشورهای گوناگون و حتی در شهرهای یک کشور نیز با هم تفاوت دارد، زیرا این شاخص به عوامل گوناگونی بستگی دارد. نمودار ۱، نشان می‌دهد که امید به زندگی در مناطق توسعه یافته و برخوردار در مقایسه با مناطق کم برخوردار بیشتر است.



نمودار ۱ـ مقایسهٔ امید به زندگی برای مناطق برخوردار و کم برخوردار با میانگین جهانی

در میان تارنماها

با توجه به اینکه پیشگیری و درمان بیماری‌ها نقش مهمی در افزایش شاخص امید به زندگی دارد، با مراجعه به منابع علمی معتبر:

آ) دربارهٔ همه‌گیری وبا و نیز آمار جان‌باختگان این بیماری در ایران و جهان از آغاز سده بیستم تاکنون، گزارشی تهیه و به کلاس ارائه دهید.

ب) دربارهٔ همه‌گیری کرونا و انواع ضدعفونی کننده‌ها و داروهای تولید شده برای پیشگیری، کنترل و درمان این بیماری در ایران و جهان اطلاعات مناسبی تهیه و نتایج را با استفاده از امکانات فضای مجازی از جمله اینفوگرافیک، ارائه آنلاین و ویدئو کلیپ برای هم‌کلاسی‌های خود گزارش دهید.

آیا می‌دانید

شاخص امید به زندگی به عوامل گوناگونی مانند میزان شادی افراد جامعه، سلامت محیط زیست، سطح آگاهی مردم، میزان ورزش همگانی، نوع تغذیه و نیز شیوه و میزان ارائه خدمات بهداشتی و درمانی وابسته است، براساس آمار سازمان بهداشت جهانی، مردم کشور موناکو بیشترین امید به زندگی را با میانگین سنی بیش از ۸۵ سال و مردم کشور سیرالئون کمترین امید به زندگی را با میانگین سنی زیر ۵۰ سال دارند. میانگین سنی امید به زندگی در ایران ۷۳/۵ سال است.

سازمان بهداشت جهانی در اردیبهشت ماه سال ۱۴۰۲ خورشیدی (۲۰۲۳ میلادی) پایان وضعیت اضطراری بیماری کووید ۱۹ را اعلام کرد. این موفقیت مرهون تلاش‌های دانشمندان، داروسازان، پرستاران و پزشکان است. در این میان شیمی‌دان‌ها با طراحی و تولید انواع ضدعفونی کننده‌ها، شوینده‌ها و داروها نقش بسزایی در پیشگیری، کنترل و درمان این بیماری داشتند.

این دستاورد بزرگ نمونه‌ای از کارکرد «مولکول‌ها در خدمت تندرستی» را یادآوری می‌کند.

سلامت و بهداشت در شاخص امید به زندگی اهمیت بسیاری دارد و در راستای ارتقای آن، پاک‌کننده‌ها و شوینده‌ها نقش پررنگی ایفا می‌کنند. آیا تاکنون اندیشیده‌اید که شوینده‌ها و پاک‌کننده‌ها از نظر شیمیایی چه ساختاری دارند؟ چگونه این مواد سبب پاک شدن یا از بین‌رفتن آلودگی‌ها می‌شوند؟ رفتار این مواد در محیط‌های شیمیایی چگونه است؟ شوینده‌ها و پاک‌کننده‌هایی مانند صابون، شامپو و پودر لباس‌شویی چگونه عمل می‌کنند؟ ورود این مواد به محیط‌زیست چه زیان‌هایی به دنبال دارد؟ تأثیر این مواد روی بدن چیست؟ آگاهی بیشتر از علم شیمی کمک می‌کند تا چگونگی عملکرد این مواد را درک کنید و با شوینده‌هایی آشنا شوید که آسیب کمتری به محیط‌زیست وارد می‌کنند. همچنین با روش استفاده درست و مصرف مناسب آنها در راستای افزایش سطح بهداشت فردی و همگانی آشنا خواهید شد.

آیا می‌دانید

هنگام استفاده از سفیدکننده‌ها برای شست‌وشوی سطوح در حمام و سرویس‌های بهداشتی حتماً در و پنجره را باز بگذارید تا هوا به خوبی جریان داشته باشد؛ زیرا گاز سمی و خطرناک کلر آزاد می‌شود. چگالی این گاز از هوا بیشتر است در نتیجه در محیط می‌ماند. تنفس گاز کلر برای سلامتی بدن بسیار مضر است.

پاکیزگی محیط با مولکول‌ها

افراد هر جامعه برای انجام فعالیت‌های روزانه خود در هر محیطی، کم و بیش در معرض انواع آلاینده‌ها هستند، به‌طوری که بدن، پوشاک و ابزاری که با آنها سروکار دارند، آلوده می‌شود. آلاینده‌ها موادی هستند که بیش از مقدار طبیعی در یک محیط، نمونه ماده یا یک جسم وجود دارند. گل‌ولای آب، گرد وغبار هوا، لکه‌های چربی و مواد غذایی روی لباس‌ها و پوست بدن نمونه‌هایی از انواع آنها هستند. برای داشتن لباس پاکیزه، هوای پاک و محیط بهداشتی باید این آلودگی‌ها را زدود. اکنون فرض کنید هنگام خوردن عسل مقداری از آن روی لباس می‌ریزد و دست‌ها به آن آغشته می‌شود. چگونه می‌توان این عسل را پاک کرد؟ لکه‌های دیگر را چگونه می‌توان زدود؟ برای یافتن پاسخ این پرسش‌ها باید به بررسی ساختار و رفتار ذره‌های سازنده آلاینده‌ها و مواد شوینده و نیز نیروهای بین مولکولی آنها پرداخت.

خود را بیازمایید

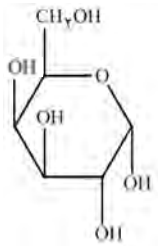
جدول زیر را کامل کنید و در هر مورد دلیل انتخاب خود را توضیح دهید.

نام ماده	فرمول شیمیایی	محلول در آب	محلول در هگزان
اتیلن گلیکول (ضدیخ)	CH_2OHCH_2OH		
نمک خوراکی	$NaCl$		
بنزین	C_8H_{18}		
اوره	$CO(NH_2)_2$	✓	×
روغن زیتون	$C_{57}H_{104}O_6$		
وازلین	$C_{25}H_{52}$		

از شیمی ۱ به یاد دارید که مواد قطبی در حلال‌های قطبی و مواد ناقطبی در حلال‌های ناقطبی حل می‌شوند. در واقع در فرایند انحلال، اگر ذره‌های سازنده حل شونده با مولکول‌های حلال جاذبه‌های مناسب برقرار کنند، حل شونده در حلال حل می‌شود در غیر این صورت ذره‌های حل شونده کنار هم باقی می‌مانند و در حلال پخش نمی‌شوند. برای نمونه دلیل اینکه لکه عسل به‌راحتی با آب شسته و در آن پخش می‌شود این است که عسل حاوی مولکول‌های قطبی است که در ساختار خود شمار قابل‌توجهی گروه هیدروکسیل (OH−) دارند. هنگامی که عسل وارد آب می‌شود، مولکول‌های سازنده آن با مولکول‌های آب پیوند هیدروژنی برقرار می‌کنند و در سرتاسر آن پخش می‌شوند. به این ترتیب، آب پاک‌کننده مناسبی برای لکه‌های شیرینی مانند آب قند، شربت آبلیمو و چای شیرین است. اما اگر دست‌ها به چربی یا گریس آغشته شود یا روی لباس، لکه چربی برجای بماند، چگونه باید آنها را تمیز کرد؟ در زندگی روزانه دیده‌ایم که با استفاده از صابون و شوینده‌ها می‌توان لکه‌های چربی را شست و پوست یا لباس آغشته به آنها را تمیز کرد. چگونه مولکول‌های صابون سبب پاکیزگی و زدودن لکه‌های چربی می‌شوند؟

آیا می‌دانید

عسل به طور عمده حاوی قندهایی مانند گلوکز، فروکتوز، ساکاروز و مالتوز است. مولکول‌های سازنده این قندها شمار قابل توجهی گروه هیدروکسیل دارند. برای نمونه فرمول ساختاری گلوکز به‌صورت زیر است:

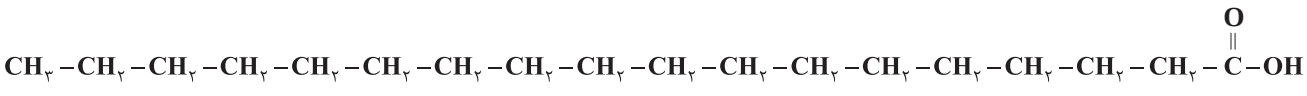


با این توصیف عسل حاوی قندهایی با مولکول‌های بسیار قطبی است و لکه‌های باقی‌مانده از آنها روی لباس در حلال‌های قطبی مانند آب حل شده و شسته می‌شود.

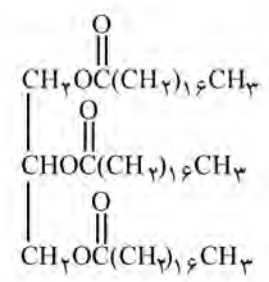
با هم بیندیشیم

۱ـ چربی‌ها را می‌توان مخلوطی از استرهای بلند زنجیر و **اسیدهای چرب**[۱] (با جرم مولی زیاد) دانست، با توجه به شکل‌های زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید.

اسیدهای چرب، کربوکسیلیک اسیدهایی با زنجیر بلند کربنی هستند.



(۱)



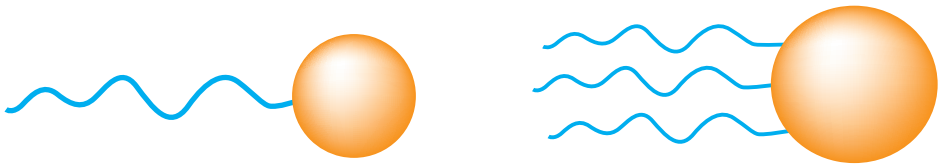
(۲)

آ) کدام‌یک فرمول ساختاری یک اسید چرب و کدام‌یک فرمول ساختاری یک استر با جرم مولی زیاد را نشان می‌دهد؟ چرا؟

ب) بخش‌های قطبی و ناقطبی هر مولکول را مشخص کنید.

۱-Fatty Acids

پ) دانش‌آموزی الگوی زیر را برای نمایش یک مولکول اسیدچرب و یک استرسنگین ارائه کرده است. در هر یک از این مولکول‌ها بخش قطبی و بخش ناقطبی را مشخص کنید.



ت) نیروی بین مولکولی غالب در چربی‌ها از چه نوعی است؟ چرا؟

ث) چرا چربی‌ها در آب حل نمی‌شوند؟ توضیح دهید.

۲ـ صابون را می‌توان نمک سدیم‌اسید چرب دانست. فرمول همگانی این نوع صابون‌ها که جامد هستند، RCOONa بوده که در آن R یک زنجیر هیدروکربنی بلند است. ساختار زیر نوعی صابون را نشان می‌دهد. با توجه به آن به پرسش‌ها پاسخ دهید.

$$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O^-Na^+$$

آ) بخش‌های قطبی و ناقطبی آن را مشخص کنید.

ب) کدام بخش صابون آب‌دوست و کدام بخش آب‌گریز است؟

پ) هر گاه مخلوط مقداری از این صابون و آب را هم بزنید، مولکول‌های صابون در سرتاسر مخلوط پخش می‌شوند. از این تجربه درباره نیروهای جاذبه بین صابون و آب چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟ توضیح دهید.

ت) هرگاه مقداری صابون مایع را در روغن بریزید و مخلوط را به هم بزنید، مخلوطی مانند شکل روبه‌رو به‌دست می‌آید. با توجه به این مشاهده، درباره درستی جمله زیر گفت‌وگو کنید.

«صابون ماده‌ای است که هم در آب و هم در چربی حل می‌شود.»

پیوند با زندگی

مخلوط‌ها نقش بسیار پررنگی در زندگی ما دارند به طوری که اغلب موادی که در زندگی روزانه با آنها سروکار داریم، از مخلوط دو یا چند ماده تشکیل شده‌اند. آب دریا، هوا، نوشیدنی‌ها، انواع رنگ‌ها، سرامیک‌ها، چسب‌ها، شوینده‌ها و داروها همگی مخلوط هستند. مخلوط‌ها

● صابون جامد را از گرم کردن مخلوط روغن‌های گوناگون یا چربی مانند روغن زیتون، نارگیل و پیه با سدیم هیدروکسید تهیه می‌کنند.
صابون‌های مایع، نمک پتاسیم یا آمونیوم اسیدهای چرب هستند.

● مخلوط صابون مایع و روغن

آیا می‌دانید

توماس گراهام (۱۸۶۹ـ ۱۸۰۵ میلادی) شیمی‌دان انگلیسی در سال ۱۸۶۰ میلادی در بررسی موادی مانند نشاسته، چسب و ژلاتین پی برد که خواص آنها با محلول‌ها تفاوت دارد. او برای توصیف این مواد از واژهٔ کلوئید استفاده کرد. کلوئید از واژهٔ یونانی به معنای چسب گرفته شده است.

خواص متفاوتی دارند. برای نمونه محلول مس (II) سولفات در آب، مخلوطی همگن است که نور را عبور می‌دهد. در حالی که شربت معده یک سوسپانسیون است. مخلوطی ناهمگن که ته‌نشین می‌شود و باید پیش از مصرف آن را تکان داد.

مخلوط آب و روغن نیز ناپایدار است زیرا به‌محض اینکه هم زدن را متوقف کنید، آب و روغن از هم جدا شده و دولایه مجزا تشکیل می‌دهند. اما اگر مقداری صابون به این مخلوط اضافه کنید و آن را به هم بزنید یک مخلوط پایدار ایجاد می‌شود که به ظاهر همگن است. شکل ۱، رفتار این مخلوط را نشان می‌دهد که همگن نبوده و حاوی توده‌های مولکولی با اندازه‌های متفاوت است. این نوع مخلوط‌ها، **کلوئید**[1] نامیده می‌شوند. نور در محلول و کلوئید رفتار متفاوتی دارد (شکل ۲). شیر، ژله، سس مایونز و رنگ نمونه‌هایی از کلوئیدها هستند.

شکل ۲ـ مقایسه رفتار نور در یک محلول و کلوئید. ذره‌های موجود در کلوئید درشت‌تر از ذره‌های موجود در محلول‌اند و به همین دلیل نور را پخش می‌کنند.

خود را بیازمایید

۱ـ در جدول زیر برخی ویژگی‌های کلوئید با مخلوط‌های دیگر مقایسه شده است. آن را کامل کنید.

نوع مخلوط / ویژگی	سوسپانسیون	کلوئید	محلول
رفتار در برابر نور	نور را پخش می‌کند	.....	.....
همگن بودن	ناهمگن	.....	همگن
پایداری	.....	پایدار است/ ته‌نشین نمی‌شود	.....
ذره‌های سازنده	ذره‌های ریز ماده	.....	.....

۲ـ درباره جمله زیر گفت‌وگو کنید.

«رفتار کلوئیدها را می‌توان رفتاری بین سوسپانسیون و محلول‌ها در نظر گرفت.»

۱ـ Colloid

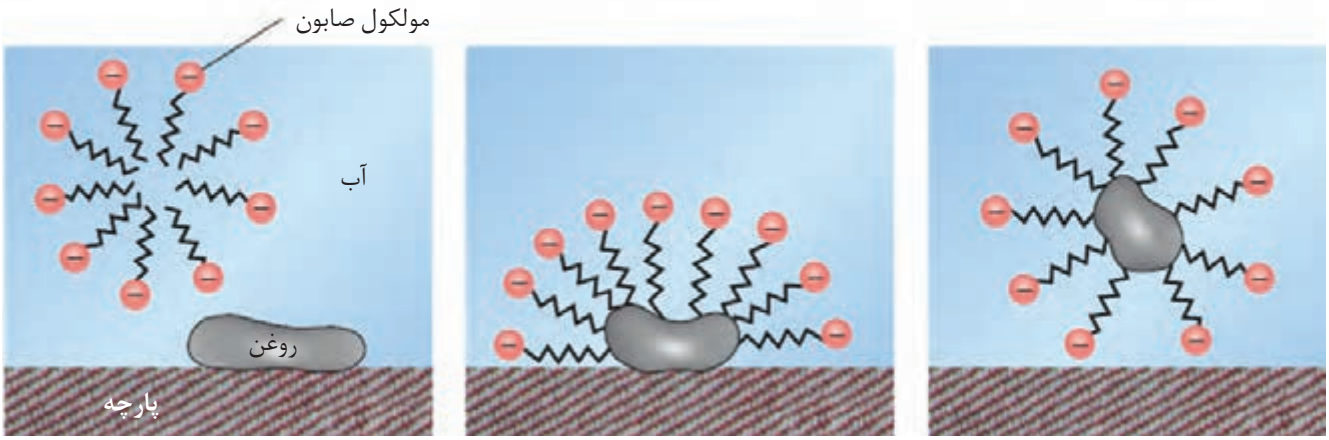
شکل ۱ـ کلوئید پایدار شده آب و روغن با استفاده از صابون (البته برای نمایش بهتر به آب دو قطره رنگ افزوده شده است).

رنگ پوششی، نمونه‌ای از یک کلوئید است.

آیا می‌دانید

نمونه‌ای از کلوئید طلا: در این نمونه اتم‌های طلا به صورت توده‌های کوچک و بزرگ در آب پخش شده‌اند اما ته‌نشین نمی‌شوند. کلوئیدی که نخستین بار توسط مایکل فارادی تهیه شد.

دریافتید که مولکول‌های صابون دو بخش قطبی و ناقطبی دارند. بخش قطبی صابون، آب‌دوست است درحالی که بخش ناقطبی آن چربی دوست بوده و آب گریز است. با این توصیف هنگام شست‌وشوی یک لکه چربی با آب و صابون، مولکول‌های صابون، لکه چربی را زدوده و پاک می‌کند. در واقع مولکول‌های صابون، پاک‌کننده مناسبی برای چربی‌ها به‌شمار می‌رود. اکنون باید دید که صابون چگونه سبب پراکنده شدن چربی در آب می‌شود؟ شکل ۳، مراحل پاک شدن یک لکه چربی از روی پارچه را نشان می‌دهد.



شکل ۳ـ مراحل پاک شدن یک لکه چربی یا روغن با صابون ـ برای پاک‌کردن لکه‌های چربی از چه مواد یا روش‌های دیگری می‌توان استفاده کرد؟

هنگامی که صابون وارد آب می‌شود، به کمک سر آب دوست خود در آن حل می‌شود. از سوی دیگر، ذره‌های صابون با بخش چربی دوست خود با مولکول‌های چربی جاذبه برقرار می‌کنند، گویی مولکول‌های صابون مانند پلی بین مولکول‌های آب و چربی قرار می‌گیرند. به این ترتیب، ذره‌های چربی کم‌کم از سطح پارچه جدا و در آب پخش می‌شوند. با ادامه این فرایند، همه لکه‌های چربی از روی لباس پاک می‌شود. باید توجه داشت که قدرت پاک‌کنندگی صابون به عوامل گوناگونی بستگی دارد. هر اندازه صابون بتواند مقدار بیشتری از آلاینده و چربی را بزداید، قدرت پاک‌کنندگی بیشتری دارد. در واقع صابون همه لکه‌ها را به یک اندازه از بین نمی‌برد زیرا نوع پارچه، دما، نوع آب و نیز نوع و مقدار صابون نیز بر روی قدرت پاک‌کنندگی آن تأثیر دارد.

کاوش کنید ۱

درباره «**پاک‌کنندگی صابون در آب‌های گوناگون**» کاوش کنید.

وسایل و مواد مورد نیاز: منیزیم کلرید، کلسیم کلرید، آب مقطر، بشر، قاشقک.

۱ـ سه بشر ۱۰۰mL بردارید و آنها را از ۱ تا ۳ شماره‌گذاری کنید.

۲ـ درون هر بشر ۵۰mL آب مقطر و یک قاشق چای‌خوری صابون رنده شده بریزید.

۳ـ به محتویات بشر شماره ۲، نصف قاشق چای‌خوری منیزیم کلرید و به محتویات بشر

شماره۳، نصف قاشق چای‌خوری کلسیم کلرید بیفزایید.

۴ـ محتویات هر بشر را به مدت ۳۰ ثانیه و با سرعتی برابر به هم بزنید. ارتفاع کف ایجاد شده را اندازه‌گیری و در جدول زیر یادداشت کنید. سپس به پرسش‌ها پاسخ دهید.

شماره بشر	۱	۲	۳
ارتفاع کف ایجاد شده (cm)			

آ) از این داده‌ها چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

ب) با توجه به معادله‌های شیمیایی زیر، توضیح دهید چرا ارتفاع کف در ظرف شماره ۲ و ۳ کمتر از ظرف شماره ۱ است؟

۱) $2RCOONa(aq) + MgCl_2(aq) \longrightarrow (RCOO)_2Mg(s) + 2NaCl(aq)$

۲) $2RCOONa(aq) + CaCl_2(aq) \longrightarrow (RCOO)_2Ca(s) + 2NaCl(aq)$

پ) آیا قدرت پاک‌کنندگی صابون در آب دریا و آب چشمه یکسان است؟ چرا؟

آب دریا و آب‌های مناطق کویری که شور هستند، مقادیر چشمگیری از یون‌های کلسیم و منیزیم دارند. چنین آب‌هایی به **آب سخت**[1] معروف‌اند. صابون در این آب‌ها به‌خوبی کف نمی‌کند و قدرت پاک‌کنندگی آن کاهش می‌یابد، زیرا صابون با یون‌های موجود در آب سخت رسوب تشکیل می‌دهد. لکه‌های سفیدی که پس از شستن لباس با صابون روی آنها برجای می‌ماند، نشانه‌ای از تشکیل چنین رسوب‌هایی است.

خود را بیازمایید

دانش‌آموزی برای مقایسه قدرت پاک‌کنندگی دو نوع صابون، کاوشی انجام داد. او از دو نوع صابون برای پاک‌کردن لکه چربی یکسان از روی دو نوع پارچه استفاده و نتایج آزمایش خود را در جدول زیر یادداشت کرد. با توجه به جدول به پرسش‌ها پاسخ دهید.

نوع صابون	نوع پارچه	دما (°C)	درصد لکه باقی مانده
صابون بدون آنزیم	نخی	۳۰	۲۵
صابون بدون آنزیم	نخی	۴۰	۱۵
صابون آنزیم‌دار	نخی	۳۰	۱۰
صابون آنزیم‌دار	نخی	۴۰	۰
صابون آنزیم‌دار	پلی‌استر	۴۰	۱۵

آیا می‌دانید

نبود صابون، کمبود آن یا مصرف نادرست آن سبب ایجاد بیماری و افزایش مرگ‌ومیر در جهان می‌شود. براساس آمار سازمان بهداشت جهانی برآورد می‌شود که سالانه ۱/۵ میلیون کودک در سراسر دنیا به دلیل کمبود بهداشت می‌میرند. به همین دلیل ۱۵ اکتبر (۲۳ مهرماه) را **روز جهانی شستن دست‌ها** نامیده‌اند تا مردم فراموش نکنند همیشه در شرایط بحرانی و حوادث غیرمترقبه مانند زلزله، سیل و... باید از صابون و شوینده‌ها برای شستن دست‌ها استفاده کنند.

۱ـ Hard Water

آ) دما چه اثری بر قدرت پاک‌کنندگی صابون دارد؟

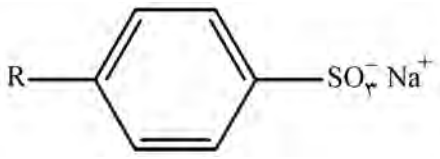
ب) قدرت پاک‌کنندگی صابون با افزودن آنزیم چه تغییری می‌کند؟

پ) آیا میزان چسبندگی لکه‌های چربی روی پارچه‌های گوناگون یکسان است؟ از کدام داده جدول چنین نتیجه‌ای به دست می‌آید؟

نقش پاک‌کنندگی صابون سبب شد تا کاربرد آن از پاکیزگی و تأمین بهداشت فردی و محیط خانه به مراکز صنعتی، بیمارستانی و اداری نیز گسترش یابد. این روند سبب رشد چشمگیر صابون‌سازی شد تا جایی که امروزه به یک صنعت بزرگ در جهان تبدیل شده است. صنعتی که نقش چشمگیری در کاهش بیماری‌های گوناگون داشته و سطح بهداشت را در جهان افزایش داده است. از سوی دیگر با افزایش جمعیت جهان، مصرف صابون نیز افزایش یافت. بدیهی است که برای تولید صابون در مقیاس انبوه به مقدار بسیار زیادی چربی نیاز بود و این خود چالشی بزرگ بود! از این رو تأمین صابون مورد نیاز جهان به روش‌های سنتی تقریباً ناممکن شد. همچنین صابون در همه شرایط به‌خوبی عمل نمی‌کرد زیرا استفاده از آن در محیط‌های گوناگون مانند سفرهای دریایی و صنایع وابسته به آب شور، پاسخگوی نیاز انسان نبود. نگرانی‌هایی از این دست، شیمی‌دان‌ها را برای شناسایی و تولید دیگر پاک‌کننده‌ها ترغیب کرد.

در جست‌وجوی پاک‌کننده‌های جدید

افزایش تقاضای جهانی برای صابون و کاربردهای آن از یک سو و کاهش عرضه این فراورده از سوی دیگر سبب شد تا شیمی‌دان‌ها وارد عمل شوند. آنها در جست‌وجوی موادی بودند که قدرت پاک‌کنندگی زیادی داشته باشند و بتوان آنها را به میزان انبوه و با قیمت مناسب تولید کرد. با توجه به رابطه بین ساختار و رفتار یک ماده، شیمی‌دان‌ها به دنبال تولید موادی بودند که ساختار آنها شبیه صابون باشد. آنها توانستند از بنزن و دیگر مواد اولیه در صنایع پتروشیمی، مواد پاک‌کننده‌ای با فرمول همگانی زیر تولید کنند. موادی که به **پاک‌کننده‌های غیرصابونی**[1] مشهورند.

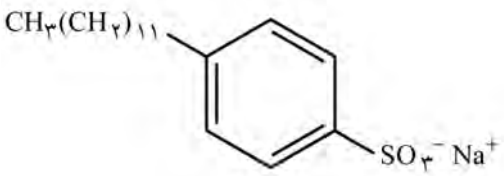


حفظ کردن نام و ساختار شوینده‌ها و پاک‌کننده‌ها جزو هدف‌های آموزشی این کتاب نیست. بنابراین طرح هرگونه پرسش از این موارد در آزمون‌های نهایی و کنکور ممنوع است.

۱ـ Detergents

خود را بیازمایید

شکل زیر فرمول ساختاری و مدل فضا پرکن را برای نوعی پاک‌کننده غیرصابونی نشان می‌دهد. با توجه به آن به پرسش‌ها پاسخ دهید.



آ) بخش‌های آب دوست و آب‌گریز آن را مشخص کنید.

ب) شباهت‌ها و تفاوت‌های این ماده را با صابون بنویسید.

پ) توضیح دهید که چگونه این ماده لکه‌های چربی را هنگام شست‌وشو با آب از بین می‌برد.

اینک می‌پذیرید که $RC_6H_4SO_3^-Na^+$ همانند RCOONa یک پاک‌کننده است با این تفاوت که از مواد پتروشیمیایی طی واکنش‌های پیچیده در صنعت تولید می‌شود. این مواد قدرت پاک‌کنندگی بیشتری نسبت به صابون دارند و در آب‌های سخت نیز خاصیت پاک‌کنندگی خود را حفظ می‌کنند زیرا با یون‌های موجود در این آب‌ها رسوب نمی‌دهند.

پیوند با صنعت

صابون طبیعی معروف به صابون مراغه با بیش از ۱۵۰ سال قدمت، معروف‌ترین صابون سنتی ایران است. برای تهیه این صابون، پیه گوسفند و سود سوزآور را در دیگ‌های بزرگ با آب برای چندین ساعت می‌جوشانند و پس از قالب‌گیری آنها را در آفتاب خشک می‌کنند (شکل ۴).

شکل ۴ـ سالانه حدود ۲۰۰ تن صابون در شهر مراغه تولید می‌شود و به‌دست مشتریان می‌رسد.البته توجه داشته باشید صابون‌های سنتی در شهرهای دیگری مانند آشتیان،رودبار و ... نیز تولید می شوند.

این صابون افزودنی شیمیایی ندارد و به دلیل خاصیت بازی مناسب برای موهای چرب استفاده می‌شود. امروزه صابون‌ها و شوینده‌های دیگری تولید می‌شوند که افزون بر خاصیت پاک‌کنندگی، خواص ویژه‌ای نیز دارند. برای نمونه صابون گوگرددار، برای از بین بردن جوش

● از نوعی صابون سنتی در تنور نان سنگک برای چرب کردن سطح سنگ‌ها استفاده می‌شود.

آیا می‌دانید

دانه برخی درختچه‌ها و درختان کوچک جنگلی به دانه‌های صابونی معروف‌اند. این دانه‌ها را می‌چینند و بعد از درآوردن هسته، در برابر آفتاب خشک می‌کنند. این میوه‌های خشک، صابون طبیعی به نام ساپونین دارند که براثر مخلوط شدن با آب کف ایجاد می‌کنند و پاک‌کننده چربی‌ها و آلودگی‌ها هستند.

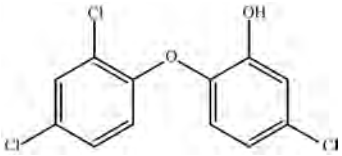
در جنوب ایران نیز گیاهی به نام اشنان (اشلونگ) می‌روید که در گذشته نه چندان دور، مغز ریشه آن را خشک کرده و به‌عنوان شوینده استفاده‌می‌کردند.

صورت و همچنین قارچ‌های پوستی استفاده می‌شود. همچنین به‌منظور افزایش خاصیت ضدعفونی‌کنندگی و میکروب‌کشی صابون‌ها به آنها ماده شیمیایی کلردار اضافه می‌کنند.

از سوی دیگر برای افزایش قدرت پاک‌کنندگی مواد شوینده، به آنها نمک‌های فسفات می‌افزایند، زیرا این نمک‌ها با یون‌های کلسیم و منیزیم موجود در آب‌های سخت واکنش می‌دهند و از تشکیل رسوب و ایجاد لکه جلوگیری می‌کنند. باید توجه داشت که هر چه شوینده‌ای مواد شیمیایی بیشتری داشته باشد، احتمال ایجاد عوارض جانبی آن بیشتر خواهد بود. به همین دلیل مصرف زیاد شوینده‌ها و تنفس بخار آنها، عوارض پوستی و بیماری‌های تنفسی ایجاد می‌کند. بنابراین برای حفظ سلامت بدن و محیط‌زیست، استفاده از شوینده‌های ملایم، طبیعی و مناسب توصیه می‌شود.

آیا می‌دانید

ترکیب‌های آروماتیک کلردار مانند تریکلوسان خاصیت گندزدایی و میکروب‌کشی دارند. لازم به یادآوری است که این ماده شیمیایی به تازگی به دلیل عوارض جانبی برای انسان از شوینده‌ها حذف شده است.



آیا می‌دانید

ورود نمک‌های فسفات ناشی از مصرف شوینده‌ها سبب شد تا فاجعه مرگبار دریاچه اری (Erie lake) در دهه ۱۹۶۰ میلادی رخ دهد و تعداد زیادی از آبزیان این دریاچه از بین بروند.

آیا می‌دانید

هیچ‌گاه محلول سفیدکننده‌ها را با محلول جوهر نمک مخلوط نکرده و هم‌زمان از آن دو برای شستن و تمیز کردن سطوح استفاده نکنید، زیرا این دو ماده شیمیایی با هم واکنش می‌دهند و گاز سمی و خطرناک کلر را تولید می‌کنند. تنفس این گاز ممکن است منجر به مرگ افراد شود. متأسفانه هر سال تعدادی از هموطنان جان خود را در اثر استفاده نادرست از این مواد، از دست می‌دهند.

پاک‌کننده‌های خورنده

تاکنون با پاک‌کننده‌هایی آشنا شدید که بر اساس برهم‌کنش میان ذره‌ها عمل می‌کنند. اما پاک‌کننده‌های دیگری هم وجود دارند که افزون بر این برهم‌کنش‌ها، با آلاینده‌ها واکنش می‌دهند. برای نمونه رسوب تشکیل شده بر روی دیواره کتری، لوله‌ها، آب‌راه‌ها و دیگ‌های بخار آن چنان به این سطح‌ها می‌چسبند که با صابون و پاک‌کننده‌های غیرصابونی زدوده نمی‌شوند. برای زدودن این رسوب‌ها به پاک‌کننده‌هایی نیاز است که بتوانند با آنها واکنش شیمیایی بدهند و آنها را به فراورده‌هایی تبدیل کنند که با آب شسته شوند. موادی مانند هیدروکلریک اسید (جوهر نمک)، سدیم هیدروکسید (سود سوزآور) و سفیدکننده‌ها از جمله این پاک‌کننده‌ها هستند. پاک‌کننده‌هایی که از نظر شیمیایی فعال‌اند و خاصیت خورندگی دارند. به همین دلیل نباید با پوست تماس داشته باشند.

با هم بیندیشیم

۱ـ با توجه به تغییر رنگ کاغذ pH، در هر یک از شکل‌های زیر مشخص کنید که هر پاک‌کننده چه خاصیتی دارد؟

محلول جوهر نمک

محلول سود

صابون

سرکه سفید

۲ـ نوعی پاک‌کننده که به شکل پودر عرضه می‌شود شامل مخلوط سدیم هیدروکسید و پودر آلومینیم است. این پاک‌کننده برای باز کردن مجاری مسدود شده در برخی وسایل و دستگاه‌های صنعتی استفاده می‌شود. با توجه به الگوی زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید.

فراورده‌های دیگر + گاز هیدروژن ← آب + مخلوط آلومینیم و سدیم هیدروکسید

آ) توضیح دهید چرا از این پودر برای باز کردن لوله‌ها و مسیرهایی استفاده می‌شود که بر اثر ایجاد رسوب و تجمع چربی‌ها بسته شده‌اند؟

ب) از آنجا که واکنش این مخلوط با آب گرماده است، توضیح دهید این ویژگی چه اثری بر قدرت پاک‌کنندگی آن دارد؟

پ) تولید گاز چگونه قدرت پاک‌کنندگی این مخلوط را افزایش می‌دهد؟ توضیح دهید.

تا اینجا با برخی ویژگی‌ها و رفتارهای مواد شوینده و ساختار برخی از آنها آشنا شدید. اکنون می‌پرسید که از نظر شیمیایی پاک‌کننده‌ها به کدام دسته از مواد تعلق دارند؟ چه واکنش‌هایی انجام می‌دهند؟ آیا خاصیت اسیدی و بازی همه آنها یکسان است؟ چرا این مواد سبب تغییر pH محیط می‌شوند؟ pH یک سامانه نشان‌دهنده چیست؟ این کمیت چگونه اندازه‌گیری و محاسبه می‌شود؟ pH شوینده‌ها چه اثری روی بدن و محیط‌زیست دارد؟

برای یافتن پاسخ پرسش‌هایی از این دست، آشنایی و درک مفاهیمی مانند اسید، باز و قدرت اسیدی و بازی ضروری است.

اسیدها و بازها

هر روز در بخش‌های گوناگون زندگی افزون بر شوینده‌ها و پاک‌کننده‌ها، مقادیر متفاوتی از مواد شیمیایی گوناگون مصرف می‌شود که در اغلب آنها اسیدها و بازها نقش مهمی دارند. عملکرد بدن ما نیز به میزان مواد اسیدی و بازی موجود در آن وابسته است. اسیدهای خوراکی مزه ترش و بازها مزه تلخ دارند.

اسیدها با اغلب فلزها واکنش می‌دهند و در تماس با پوست سوزش ایجاد می‌کنند. برای نمونه دلیل سوزش معده که درد شدیدی در ناحیه سینه ایجاد می‌کند، برگشت مقداری از محتویات اسیدی معده به لوله مری است. در حالی که بازها در سطح پوست همانند صابون، احساس لیزی ایجاد می‌کنند اما به آن نیز آسیب می‌رسانند (شکل ۵).

یاخته‌های دیواره معده با ورود مواد غذایی به آن هیدروکلریک اسید ترشح می‌کنند. این اسید افزون بر فعال کردن آنزیم‌ها برای تجزیه مواد غذایی، جانداران ذره‌بینی موجود در غذا را نیز از بین می‌برد.

آیا می‌دانید

آرنیوس معتقد بود که اسیدها و بازها هنگام حل شدن در آب، به طور جزئی یا کامل شکسته می‌شوند و ذره‌هایی باردار به نام یون پدید می‌آورند.این ایدهٔ آرنیوس، در زمان خود یک ایدهٔ انقلابی بود. در آن زمان اغلب شیمی‌دان‌ها بر این باور بودند که مولکول‌ها نمی‌توانند به یون‌های مثبت و منفی شکسته شوند. به همین دلیل با دادن کرسی استادی به وی مخالفت کردند. اما شیمی‌دان‌های جوان در پژوهش‌های خود به نتایجی دست یافتند که با نظریه آرنیوس هم‌خوانی داشت. این روند ادامه یافت تا اینکه درسال ۱۹۰۳ میلادی، جایزهٔ نوبل شیمی به وی اهدا شد.

سوانت آرنیوس ۱۹۲۷ـ۱۸۵۹
شیمی‌دان سوئدی ، برندهٔ جایزهٔ نوبل شیمی در سال ۱۹۰۳.

آ) برای کاهش میزان اسیدی بودن خاک به آن آهک می‌افزایند.

ب) اغلب داروها ترکیب‌هایی با خاصیت اسیدی یا بازی هستند.

پ) تنظیم میزان اسیدی بودن شوینده‌ها ضروری است.

ت) زندگی بسیاری از آبزیان به pH آب وابسته است.

ث) اغلب میوه‌ها دارای اسیدند و pH آنها کمتر از ۷ است.

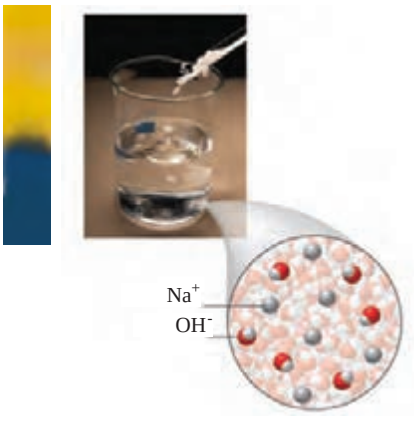
ج) ورود فاضلاب‌های صنعتی به محیط زیست سبب تغییر pH می‌شود.

شکل ۵ـ نمونه‌هایی از مواد اسیدی و بازی در زندگی

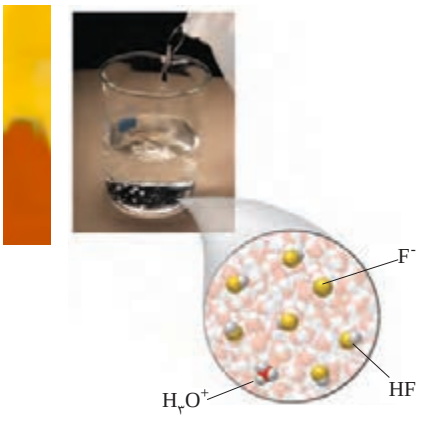
شواهد بسیاری در تاریخ علم وجود دارد که نشان می‌دهند پیش از آنکه ساختار اسیدها و بازها شناخته شود، شیمی‌دان‌ها افزون بر ویژگی‌های اسیدها و بازها با برخی واکنش‌های آنها نیز آشنا بودند. اما توجیه رفتار اسیدها و بازها به یک مبنای علمی نیاز داشت. سوانت آرنیوس نخستین کسی بود که اسیدها و بازها را بر یک مبنای علمی توصیف کرد. او بر روی رسانایی الکتریکی محلول‌های آبی کار می‌کرد. یافته‌های تجربی او نشان داد که محلول اسیدها و بازها رسانای برق هستند، هر چند میزان رسانایی آنها با یکدیگر یکسان نیست.

با هم بیندیشیم

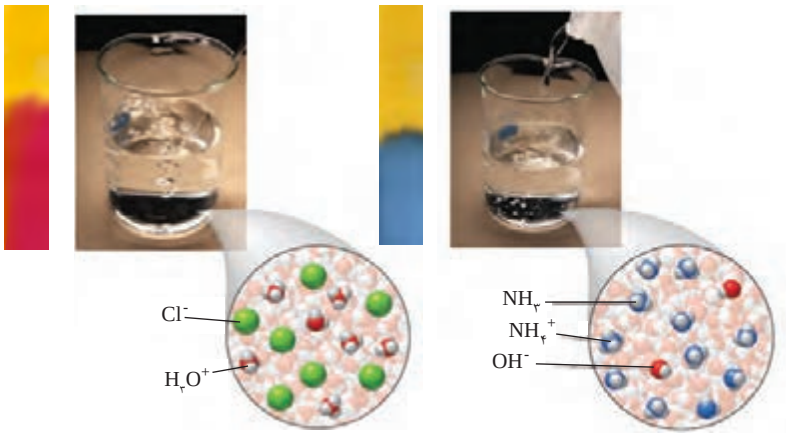
۱ـ با حل شدن اسیدها یا بازها در آب، مقدار یون‌های موجود در آب افزایش می‌یابد. شکل‌های زیر نمای ذره‌ای از محلول چند ماده در آب را نشان می‌دهند. با توجه به شکل و تغییر رنگ کاغذ pH به پرسش‌ها پاسخ دهید.



(۱)



(۲)



(۳) (۴)

● یون $H^+(aq)$ در آب به شکل $H_3O^+(aq)$ یافت می‌شود که به یون هیدرونیوم معروف است. برای آسانی در نوشتن در منابع علمی به جای $H_3O^+(aq)$ از نماد $H^+(aq)$ برای نشان دادن یون هیدرونیوم استفاده می‌شود.

آ) کدام محلول‌ها خاصیت اسیدی و کدام‌ها خاصیت بازی دارند؟

ب) خاصیت اسیدی محلول‌های ۲ و ۳ را به کدام یون نسبت می‌دهید؟ چرا؟

پ) خاصیت بازی محلول‌های ۱ و ۴ را به کدام یون نسبت می‌دهید؟ چرا؟

۲ـ یافته‌هایی از این دست به آرنیوس کمک کرد تا مدلی برای اسید و باز ارائه کند. اگر اساس مدل آرنیوس افزایش غلظت یون‌های $H^+(aq)$ یا $OH^-(aq)$ باشد، اسید و باز آرنیوس را تعریف کنید.

۳ـ در هر مورد با خط زدن واژه نادرست، عبارت داده شده را کامل کنید.

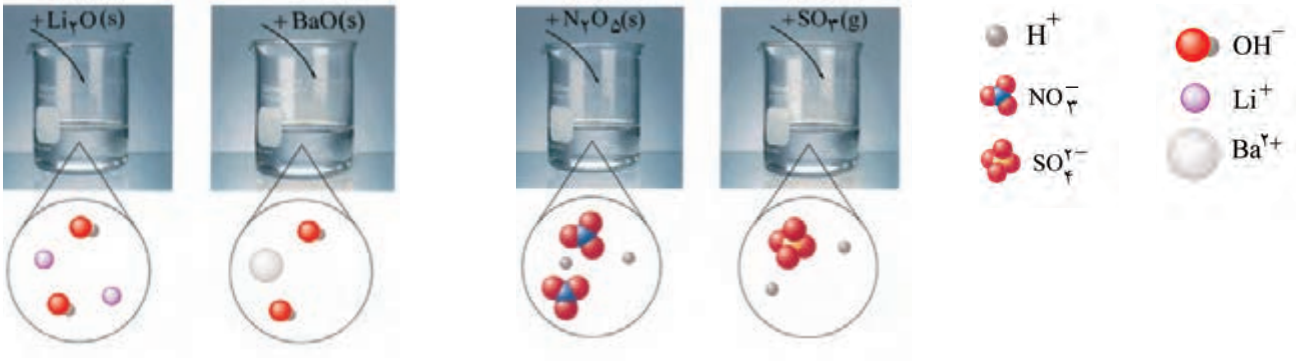
آ) گاز هیدروژن کلرید یک $\frac{\text{اسید}}{\text{باز}}$ آرنیوس به‌شمار می‌رود، زیرا در آب سبب افزایش غلظت یون $\frac{\text{هیدرونیوم}}{\text{هیدروکسید}}$ می‌شود.

ب) سدیم هیدروکسید جامد یک $\frac{\text{اسید}}{\text{باز}}$ آرنیوس به شمار می‌رود، زیرا در آب سبب افزایش غلظت یون $\frac{\text{هیدرونیوم}}{\text{هیدروکسید}}$ می‌شود.

مواد و ترکیب‌هایی که با حل شدن در آب، غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید را افزایش می‌دهند به ترتیب اسید و باز آرنیوس هستند. در واقع رفتار اسید و باز آرنیوس را می‌توان براساس غلظت یون‌های $H^+(aq)$ و $OH^-(aq)$ توصیف کرد. بدیهی است هرچه $[H^+]$ در محلولی بیشتر باشد، آن محلول اسیدی‌تر و هر چه $[OH^-]$ در محلولی بیشتر باشد، آن محلول بازی‌تر است. با این توصیف اگر در یک سامانه غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید با هم برابر باشد، آن سامانه حالت خنثی دارد.

خود را بیازمایید

آ) برخی اکسیدها با آب واکنش می‌دهند. با توجه به شکل زیر مشخص کنید اکسیدی که وارد آب می‌شود، اسید آرنیوس است یا باز آرنیوس؟ چرا؟



ب) معادله شیمیایی واکنش هر یک از این اکسیدها را با آب بنویسید و موازنه کنید.

پ) جدول زیر را کامل کنید.

نام ترکیب شیمیایی	فرمول شیمیایی	نوع اکسید		رنگ کاغذ pH در محلول
		اسیدی	بازی	
گوگرد تری‌اکسید				
	CO_2			
کلسیم اکسید				
	Na_2O			

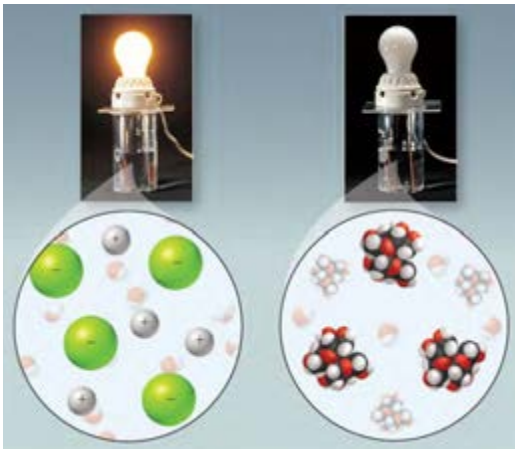
اکنون با اینکه می‌توان اسید و باز را براساس مدل آرنیوس تشخیص داد اما نمی‌توان درباره میزان اسیدی یا بازی بودن یک محلول اظهار نظر کرد. برای نمونه آیا می‌دانید در دمای اتاق از بین دو محلول یک مولار استیک اسید و هیدروکلریک اسید، کدام یک اسیدی‌تر است؟ برای یافتن پاسخ این پرسش باید مشخص کرد که غلظت یون هیدرونیوم در کدام محلول بیشتر است.

رسانایی الکتریکی محلول‌ها و قدرت اسیدی

برخی از خوراکی‌ها، شوینده‌ها، داروها، مواد آرایشی و بهداشتی شامل مقادیر متفاوتی از یون‌ها به‌ویژه یون هیدرونیوم هستند. غلظت این یون بر ماندگاری این مواد و در نتیجه سلامتی تأثیر شایانی دارد. برای نمونه شیر سالم با افزایش غلظت یون هیدرونیوم، ترش شده به‌طوری که دیگر قابل نوشیدن نیست. این نمونه نشان می‌دهد که در فرایند تولید مواد گوناگون اغلب تعیین و کنترل غلظت یون هیدرونیوم نقش مهمی دارد. یکی از روش‌هایی که برای تعیین

غلظت یون هیدرونیوم می‌توان به‌کار برد، سنجش رسانایی الکتریکی محلول‌های آبی است.

می‌دانید که فلزها و گرافیت (مغز مداد) رسانای جریان برق هستند. از آنجا که رسانایی آنها به‌وسیلهٔ الکترون‌ها انجام می‌شود، به آنها **رسانای الکترونی**[۱] می‌گویند. نوع دیگری از رسانایی نیز وجود دارد که به‌وسیلهٔ یون‌ها انجام می‌شود و به آن **رسانای یونی**[۲] می‌گویند. این رسانایی هنگامی انجام می‌شود که یون‌ها بتوانند از نقطه‌ای به نقطهٔ دیگر جابه‌جا شوند، زیرا در این شرایط بارهای الکتریکی نیز جابه‌جا خواهند شد.



شکل ۶ـ مقایسه رسانایی الکتریکی محلول‌های آبی سدیم کلرید و شکر

برای نمونه، محلول آبی سدیم کلرید را در نظر بگیرید. این محلول حاوی یون‌های $Na^+(aq)$ و $Cl^-(aq)$ است که با جنبش‌های آزادانه اما نامنظم در سرتاسر آن پراکنده‌اند. هرگاه این محلول در مدار الکتریکی قرار گیرد، جریان برق در مدار برقرار می‌شود، زیرا یون‌ها به سوی قطب‌های ناهمنام حرکت می‌کنند. یون‌های $Na^+(aq)$ به سوی قطب منفی و یون‌های $Cl^-(aq)$ به سوی قطب مثبت پیش می‌روند. جابه‌جایی یون‌ها نشان‌دهندهٔ جابه‌جایی بارهای الکتریکی و در نتیجه، رسانایی الکتریکی محلول سدیم کلرید است. به موادی مانند $NaCl(s)$، **الکترولیت**[۳] و به $NaCl(aq)$، **محلول الکترولیت**[۴] می‌گویند نکته جالب این است که همهٔ محلول‌های یونی رسانایی یکسانی ندارند (شکل ۶).

● به موادی مانند اتانول و شکر که انحلال آنها در آب به شکل مولکولی است، غیرالکترولیت و به محلول آنها، محلول غیرالکترولیت می‌گویند.

خود را بیازمایید

۱ـ با توجه به شکل بالا معادله انحلال یونی سدیم کلرید را بنویسید.

۲ـ در معادلهٔ انحلال هر یک از ترکیب‌های یونی زیر، جاهای خالی را پر کنید.

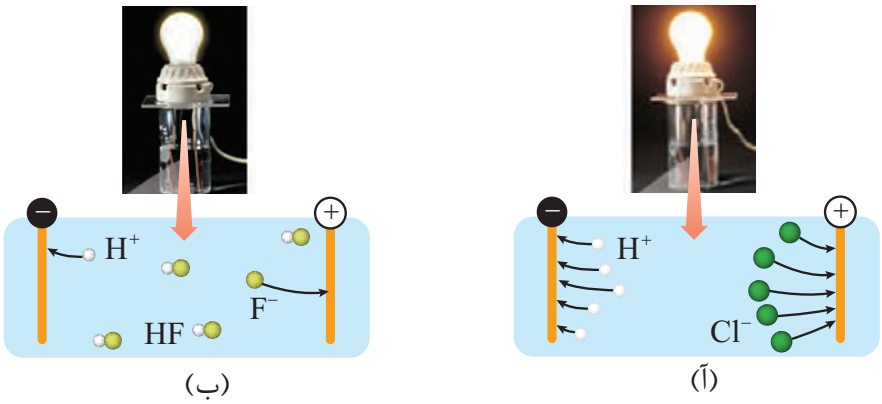
آ) $NaOH(s) \longrightarrow \ldots\ldots (aq) + \ldots\ldots (aq)$

ب) $\ldots\ldots(s) \longrightarrow Al^{3+}(aq) + 3NO_3^-(aq)$

پ) $BaCl_2(s) \longrightarrow \ldots\ldots (aq) + \ldots\ldots (aq)$

اگر محلول الکترولیت‌های گوناگون در چنین مداری قرار گیرند، روشنایی یکسانی در لامپ ایجاد نمی‌کنند. برای نمونه شکل ۷، رسانایی الکتریکی محلول ۰/۱ مولار هیدروکلریک‌اسید را در مقایسه با محلول ۰/۱ مولار هیدروفلوئوریک اسید در دمای اتاق نشان می‌دهد.

۱ـ Electronic Conductor
۲ـ Ionic Conductor
۳ـ Electrolyte
۴ـ Electrolyte Solution



شکل ۷ـ رسانایی الکتریکی دو محلول الکترولیت آ) HCl(aq) ب) HF(aq)

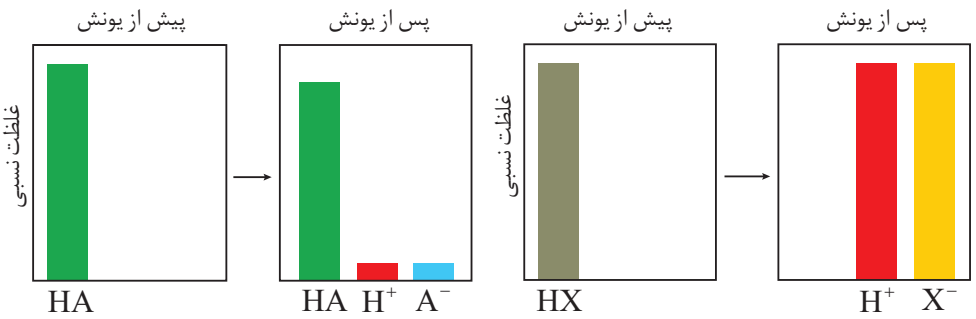
کمتر بودن رسانایی الکتریکی هیدروفلوئوریک اسید نشان می‌دهد که در شرایط یکسان شمار یون‌های موجود در این محلول کمتر از محلول هیدروکلریک اسید است. به دیگر سخن غلظت آنیون‌ها و کاتیون‌ها (یون‌های هیدرونیوم) در HCl(aq) بیشتر است. با این توصیف شیمی‌دان‌ها به کمک مدل آرنیوس، هیدروکلریک اسید را یک **اسید قوی**[۱] و هیدروفلوئوریک اسید را یک **اسید ضعیف**[۲] می‌نامند.

با هم بیندیشیم

به اسیدی که هر مولکول آن در آب تنها می‌تواند یک یون هیدرونیوم تولید کند، **اسید تک‌پروتون‌دار**[۳] می‌گویند. با این توصیف:

۱ـ معادله یونش را برای اسیدهای تک پروتون‌دار HCl(aq) و HF(aq) در آب بنویسید.

۲ـ نمودارهای زیر غلظت نسبی گونه‌های موجود در محلول این دو اسید را پیش و پس از یونش نشان می‌دهند.



آ) کدام اسید به طور کامل و کدام‌یک به طور جزئی یونیده شده است؟

به فرایندی که در آن یک ترکیب مولکولی در آب به یون‌های مثبت و منفی تبدیل می‌شود، **یونش** می‌گویند.

۱ـ Strong Acid
۲ـ Weak Acid
۳ـ Monoprotic Acid

ب) کدام نمودار را می‌توان به هیدروکلریک اسید و کدام نمودار را می‌توان به هیدروفلوئوریک اسید نسبت داد؟ چرا؟

۳ـ شیمی‌دان‌ها برای بیان میزان یونش اسیدها، از کمیتی به نام **درجه یونش** (α) استفاده می‌کنند که به صورت زیر بیان می‌شود:

$$\text{درجهٔ یونش} = \frac{\text{شمار مولکول‌های یونیده شده}}{\text{شمار کل مولکول‌های حل شده}}$$

آ) پیش‌بینی کنید درجه یونش برای HCl در محلول هیدروکلریک اسید چند است؟چرا؟

ب) اگر در محلول هیدروفلوئوریک اسید از هزار مولکول حل شده در دمای اتاق تنها ۲۴ مولکول یونیده شود، درجه و درصد یونش آن را حساب کنید.

اینک می‌توان اسیدها را بر مبنای میزان یونشی که در آب دارند در دو دسته قوی و ضعیف جای داد. اسیدهایی قوی هستند که می‌توان یونش آنها را در آب کامل در نظر گرفت ($\alpha \cong 1$) . اسیدهای ضعیف در آب به میزان جزئی یونیده می‌شوند و شمار یون‌ها در محلول آنها کم است ($\alpha < 1$).

خود را بیازمایید

۱ـ نیتریک اسید، یک اسید قوی است. در محلول ۰/۲ مولار این اسید، غلظت یون‌های هیدرونیوم و نیترات را با دلیل پیش‌بینی کنید.

۲ـ اگر در محلول ۰/۱ مولار استیک اسید (CH_3COOH)، غلظت یون هیدرونیوم برابر با $1/35 \times 10^{-3}\ mol\ L^{-1}$ باشد:

آ) معادله یونش استیک‌اسید را بنویسید.

ب) درصد یونش آن را حساب کنید.

در زندگی روزانه با انواع اسیدها سر و کار داریم که برخی قوی و اغلب آنها ضعیف هستند. اسیدهای قوی را می‌توان محلولی شامل یون‌های آب پوشیده دانست، به طوری که در آنها تقریباً مولکول‌های یونیده نشده یافت نمی‌شود. این در حالی است که در محلول اسیدهای ضعیف افزون بر اندک یون‌های آب پوشیده، مولکول‌های اسید نیز یافت می‌شوند. برای نمونه، در محلول سرکه شمار ناچیزی از یون‌های آب پوشیده هم‌زمان با شمار زیادی از مولکول‌های استیک‌اسید یونیده نشده حضور دارند. یافته‌های تجربی نشان می‌دهند که در شرایط معین، غلظت همه گونه‌های موجود در محلول این اسید، همانند دیگر اسیدهای ضعیف ثابت است.

● در رابطه درجه یونش به جای شمار مولکول‌ها، می‌توان شمار مول‌ها یا غلظت مولی گونه‌ها را قرار داد.

● در منابع علمی معتبر گاهی به جای درجه یونش از درصد یونش ($\alpha \times 100$) استفاده می‌کنند.

● کربوکسیلیک‌اسیدها از جمله اسیدهای ضعیف هستند که تنها هیدروژن گروه کربوکسیل آنها می‌تواند به صورت یون هیدرونیوم وارد محلول شود.

● اسیدهای موجود در سیب، انگور، ریواس و مرکبات مانند پرتقال و لیمو و نیز انواع سرکه از جمله اسیدهای خوراکی و ضعیف هستند.

آیا می‌دانید حضور هم‌زمان یون‌ها و مولکول‌های یونیده نشده با غلظت ثابت در محلول چنین اسیدهایی بیانگر چیست؟

ثابت تعادل و قدرت اسیدی

در شیمی ۱ آموختید که حضور هم‌زمان واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها در مخلوط واکنش را می‌توان نشانه‌ای از برگشت‌پذیر بودن واکنش‌ها دانست. واکنش‌هایی که در آنها همه واکنش‌دهنده‌ها به فراورده‌ها تبدیل نمی‌شوند، بلکه در شرایط معین مقدار آنها در سامانه ثابت خواهد ماند. گویی این واکنش‌ها تا حدی پیش می‌روند و پس از آن، مقدار مواد شرکت‌کننده دیگر تغییر نخواهد کرد.

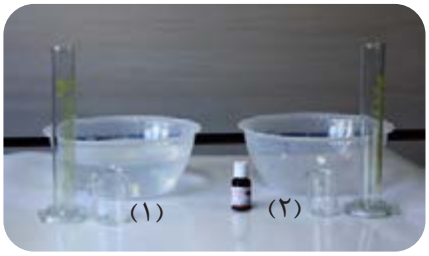
کاوش کنید

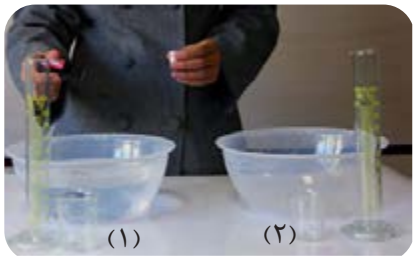
درباره «**فرایند برگشت‌پذیر تبدیل A به B تا رسیدن به تعادل**» کاوش کنید.

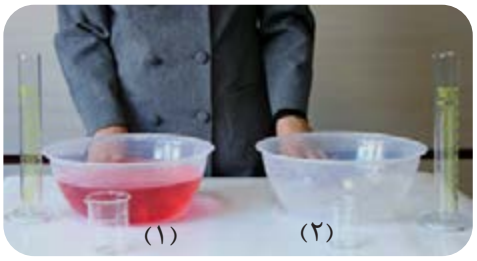
ابزار، وسایل و مواد مورد نیاز: دو ظرف پلاستیکی با حجم حدود ۲ لیتر، دو بشر ۱۰۰ و ۵۰ میلی لیتری، دو استوانه مدرج ۱۰۰ میلی لیتری و حدود یک لیتر آب حاوی رنگ خوراکی.

۱ـ دو ظرف پلاستیکی دو لیتری را شماره گذاری کنید و درون یکی حدود یک لیتر آب بریزید.

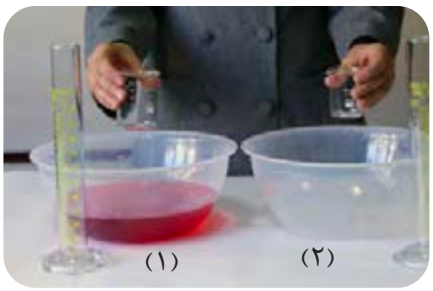
۲ـ به ظرف محتوی آب چند قطره رنگ خوراکی بیفزایید.

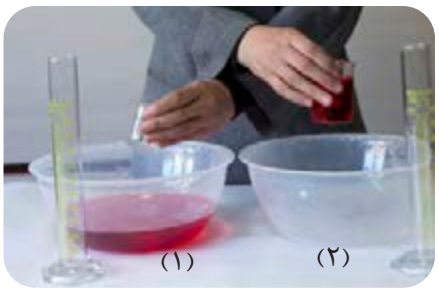


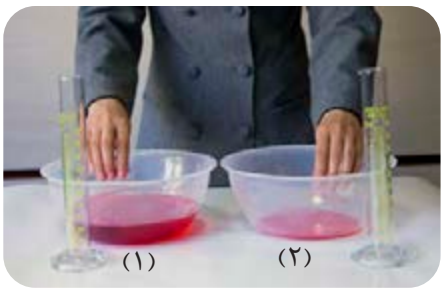




۳ـ با بشر ۱۰۰ میلی لیتری، از محتویات ظرف (۱) بردارید و به ظرف (۲) بریزید، هم‌زمان با بشر ۵۰ میلی‌لیتری از محتویات ظرف (۲) بردارید (ظرف خالی) و به ظرف (۱) بریزید. محتویات کدام ظرف را می‌توان به عنوان فراورده در نظر گرفت؟ چرا؟

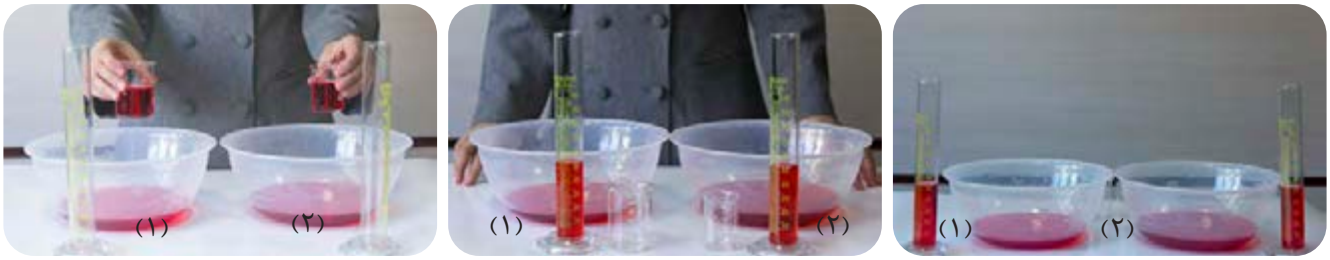






۴ـ جابه‌جایی محتویات دو ظرف را با همین روند ادامه دهید اما پیش از اینکه هر بار به ظرف دیگر منتقل کنید نخست آنها را در دو استوانه مدرج بریزید و پس از مقایسه حجم آنها، محلول‌ها را با استوانه مدرج جابه‌جا کنید (دلیل این عمل را توضیح دهید).

۵ـ سرانجام به مرحله‌ای خواهید رسید که حجم محلول‌های جابه‌جا شده میان دو ظرف برابر و مقدار محتویات هر ظرف ثابت خواهد ماند اما مقدار این محتویات با هم برابر نیست.



۶ـ درباره درستی نتیجه زیر گفت‌وگو کنید.

«در یک واکنش برگشت‌پذیر که هم‌زمان واکنش‌های رفت و برگشت به‌طور پیوسته انجام می‌شوند، سرانجام مقدار واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها ثابت می‌ماند».

واکنش‌های برگشت‌پذیر، آنهایی هستند که می‌توانند در هر دو جهت انجام شوند. این نوع واکنش‌ها در شرایط مناسب هم‌زمان در هر دو جهت رفت و برگشت انجام می‌شوند تا اینکه سرانجام لحظه‌ای فرا می‌رسد که غلظت واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها ثابت می‌ماند. این ویژگی تنها هنگامی رخ می‌دهد که سرعت واکنش رفت با برگشت برابر شود زیرا در این شرایط، هر مقداری از فراورده‌ها که در واحد زمان تولید می‌شود، هم‌زمان به همان مقدار از آنها مصرف می‌شود. برای واکنش‌دهنده‌ها نیز چنین است. در شیمی به چنین سامانه‌هایی، **سامانه تعادلی** می‌گویند. واکنش‌های رفت و برگشت در سامانه‌های تعادلی به‌طور پیوسته و با سرعت برابر انجام می‌شوند و به همین دلیل مقدار مواد شرکت‌کننده در سامانه ثابت می‌ماند.

نماد $\rightleftharpoons$ ، در واکنش‌های تعادلی به کار می‌رود.

نمونه‌ای از سامانه‌های تعادلی، محلول اسیدهای ضعیف در آب است. در این محلول‌ها به دلیل یونش ناچیز اسیدهای ضعیف، میان اندک یون‌های حاصل از یونش و مولکول‌های یونیده نشده، تعادل برقرار می‌شود. برای نمونه در محلول هیدروفلوئوریک اسید تعادل زیر برقرار است.

$$HF(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + F^-(aq)$$

برای این سامانه نیز در دمای ثابت همانند دیگر سامانه‌های تعادلی، واکنش‌های رفت و برگشت پیوسته در حال انجام هستند به‌طوری که در هر گسترهٔ زمانی معین، شمار مولکول‌های HF که یونیده می‌شوند با شمار مولکول‌های HF که از پیوستن یون‌های F^- و H^+ به یکدیگر پدید می‌آیند، برابر است. این رفتار سامانه تعادلی نشان می‌دهد که سرعت تولید هرگونه با سرعت مصرف آن برابر است، رفتاری که سبب می‌شود غلظت تعادلی همه گونه‌های موجود در سامانه ثابت بماند. افزون بر این توصیف کیفی، سامانه‌های تعادلی را از دیدگاه کمّی نیز می‌توان بررسی کرد به‌طوری که این سامانه‌ها با کمیتی به نام **ثابت تعادل**[1] توصیف می‌شوند و در آن تنها غلظت تعادلی گونه‌های شرکت‌کننده در واکنش آورده می‌شود. مقدار این کمیت در دمای ثابت برای هر تعادل ثابت است.

درباره دیگر تعادل‌های شیمیایی، عبارت ثابت تعادل و عوامل مؤثر بر جابه‌جایی تعادل‌ها در فصل ۴ بیشتر خواهید آموخت.

با هم بیندیشیم

۱ـ جدول زیر غلظت تعادلی گونه‌های موجود در سه محلول از هیدروفلوئوریک اسید با غلظت‌های آغازی گوناگون را در دمای $25^\circ C$ نشان می‌دهد. با توجه به آن به پرسش‌ها پاسخ دهید.

شماره محلول	غلظت تعادلی گونه‌های شرکت‌کننده (مول بر لیتر)			$K = \frac{[H^+][F^-]}{[HF]}$
	$[HF]$	$[F^-]$	$[H^+]$	
۱	۰/۵۲	$۱/۷۵ \times ۱۰^{-۲}$	$۱/۷۵ \times ۱۰^{-۲}$	.....
۲	۰/۲۹	$۱/۳۱ \times ۱۰^{-۲}$	$۱/۳۱ \times ۱۰^{-۲}$	.....
۳	۱/۰	$۲/۴۳ \times ۱۰^{-۲}$	$۲/۴۳ \times ۱۰^{-۲}$	.....

آ) توضیح دهید چرا در هر سه محلول $[F^-] = [H^+]$ است؟

ب) کسر داده شده در ستون آخر را **عبارت ثابت تعادل** می‌نامند و با K نمایش می‌دهند. مقدار K را حساب کرده و جاهای خالی را پر کنید.

پ) توضیح دهید آیا نتیجه‌گیری زیر درست است؟

«**K برای یک واکنش تعادلی در دمای معین، مقداری ثابت است.**»

ت) آیا ثابت تعادل در دمای ثابت به مقدار آغازی واکنش‌دهنده‌ها بستگی دارد؟ توضیح دهید.

۱ـ Equilibrium Constant

۲ـ اگر غلظت تعادلی یون هیدرونیوم در محلول استیک اسید در دمای معین برابر با $۰/۰۰۰۶\ mol\ L^{-۱}$ باشد:

آ) غلظت تعادلی یون استات ($CH_۳COO^-$) را تعیین کنید.

ب) اگر غلظت تعادلی استیک اسید در این محلول برابر با ۰/۰۲ مولار باشد، ثابت تعادل را در این دما حساب کنید.

آموختید که برای هر واکنش تعادلی، یک ثابت تعادل وجود دارد که ویژه همان واکنش بوده و فقط تابع دما است. ثابت تعادل برای اسیدها به **ثابت یونش اسید**[۱] معروف است. کمیتی که با K_a نشان داده می‌شود. ثابت یونش یک اسید، نسبت حاصل‌ضرب غلظت تعادلی یون‌های موجود در محلول را به غلظت تعادلی آن اسید نشان می‌دهد. به دیگر سخن ثابت یونش، بیانی از میزان پیشرفت فرایند یونش تا رسیدن به تعادل است، به طوری که هر چه ثابت یونش اسیدی در دمای معین بزرگ‌تر باشد، آن اسید بیشتر یونیده شده و غلظت یون‌های موجود در محلول آن بیشتر است. در واقع در دمای معین هر چه ثابت یونش اسیدی بزرگ‌تر باشد، آن اسید قوی‌تر است. جدول زیر ثابت یونش برخی اسیدها را در دمای اتاق نشان می‌دهد.

جدول ۱ـ ثابت یونش برخی اسیدها در دمای اتاق

نام اسید	فرمول شیمیایی	ثابت یونش (K_a)	معادله یونش در آب
هیدرویدیک اسید	HI	بسیار بزرگ	$HI(aq) \rightarrow H^+(aq) + I^-(aq)$
هیدروبرمیک اسید	HBr	بسیار بزرگ	$HBr(aq) \rightarrow H^+(aq) + Br^-(aq)$
هیدروکلریک اسید	HCl	بسیار بزرگ	$HCl(aq) \rightarrow H^+(aq) + Cl^-(aq)$
سولفوریک اسید	$H_۲SO_۴$	بسیار بزرگ	$H_۲SO_۴(aq) \rightarrow H^+(aq) + HSO_۴^-(aq)$
نیتریک اسید	$HNO_۳$	بزرگ	$HNO_۳(aq) \rightarrow H^+(aq) + NO_۳^-(aq)$
نیترو اسید	$HNO_۲$	$۴/۵ \times ۱۰^{-۴}$	$HNO_۲(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + NO_۲^-(aq)$
فورمیک اسید	$HCOOH$	$۱/۸ \times ۱۰^{-۴}$	$HCOOH(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + HCOO^-(aq)$
استیک اسید	$CH_۳COOH$	$۱/۸ \times ۱۰^{-۵}$	$CH_۳COOH(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + CH_۳COO^-(aq)$
هیدروسیانیک اسید	HCN	$۴/۹ \times ۱۰^{-۱۰}$	$HCN(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + CN^-(aq)$

۱ـ Acid Ionization Constant

خود را بیازمایید

(آ)

(ب)

۱ـ این شکل‌ها واکنش دو قطعه نوار منیزیم یکسان را با محلول دو اسید متفاوت در دما و غلظت یکسان نشان می‌دهند.

آ) سرعت کدام واکنش بیشتر است؟ چرا؟

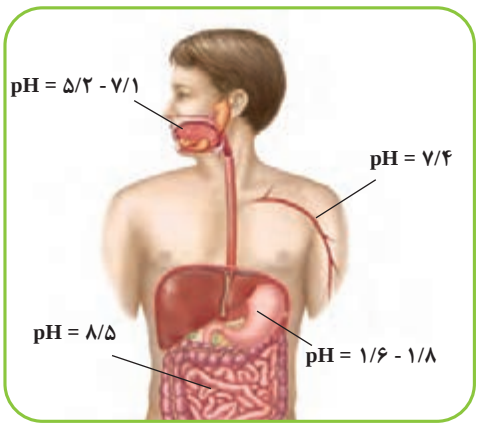
ب) غلظت یون هیدرونیوم در محلول کدام اسید بیشتر است؟ چرا؟

پ) اگر ثابت یونش یک اسید، Ka_1 و دیگری Ka_2 باشد، ثابت یونش این دو اسید را با یکدیگر مقایسه کنید و پاسخ خود را توضیح دهید.

۲ـ باران اسیدی حاوی نیتریک اسید و سولفوریک اسید است در حالی که باران معمولی حاوی کربنیک‌اسید است. با مراجعه به جدول توضیح دهید در کدام باران غلظت یون هیدرونیوم بیشتر است؟ چرا؟ ثابت یونش کربنیک اسید را $۴/۵ \times ۱۰^{-۷}$ در نظر بگیرید.

pH، مقیاسی برای تعیین میزان اسیدی بودن

با کاغذ pH و تغییر رنگ آن در محلول‌های اسیدی و بازی آشنا هستید. این تغییر رنگ معیاری برای تشخیص اسیدی یا بازی بودن محلول‌ها است. افزون بر این، رنگی که این کاغذ درون یک محلول به خود می‌گیرد، نشان‌دهنده pH تقریبی آن محلول است. pH برخی سامانه‌ها در شکل ۸ نشان داده شده است.



شکل ۸ـ pH محلول موجود در چند سامانه، محلول کدام سامانه اسیدی و کدام سامانه بازی است؟

آیا می‌دانید چه رابطه‌ای بین pH و غلظت یون هیدرونیوم موجود در محلول برقرار است؟ برای نمونه برای محلولی با pH = ۳/۷ غلظت یون هیدرونیوم چقدر است؟ چگونه باید آن را حساب کرد؟

پیوند با ریاضی

در درس ریاضی با لگاریتم آشنا شدید. تابعی که به‌صورت زیر بیان می‌شود:

$\log_{۱۰}^{x} = \log x$

$$\log_a x = b \leftrightarrow x = a^b$$

$$\log ab = \log a + \log b \quad , \quad \log \frac{a}{b} = \log a - \log b \quad , \quad \log a^n = n \log a$$

۱ـ آ) با توجه به رابطه بالا، جاهای خالی زیر را پر کنید.

$\log ۲ = ۰/۳۰ \rightarrow ۲ = ۱۰^{\dots}$

$\log \dots = ۰/۴۸ \rightarrow ۳ = ۱۰^{\dots}$

$\log ۷ = \dots \rightarrow \dots = \dots^{۰/۸۵}$

ب) با استفاده از لگاریتم‌های بالا، بنویسید در هر مورد زیر به جای ؟ چه عددی باید قرار گیرد؟

$\log ۲۱ = ?$

$\log ۰/۸ = ?$

$\log ? = ۱/۸۵$

۲ـ شیمی‌دان‌ها کمیت pH را با تابع لگاریتم به صورت زیر بیان می‌کنند.

$pH = -\log [H^+]$

با توجه به این رابطه، جدول زیر را کامل کنید.

خاصیت محلول	pH	$[H^+]$
.....	.....	۳×۱۰^{-۹}
.....	۴	.....
.....	.....	$۱/۸ \times ۱۰^{-۲}$

۳ـ دانش آموزی مطابق روند زیر غلظت یون هیدرونیوم را برای شیر ترش شده با $pH = ۲/۷$ به درستی حساب کرده است. در این روند هر یک از جاهای خالی را با عدد مناسب پر کنید.

$$pH = -\log[H^+] \rightarrow [H^+] = ۱۰^{-\dots} \xrightarrow{pH=۲/۷} [H^+] = ۱۰^{-\dots} = ۱۰^{\dots} \times ۱۰^{-۳} = \dots$$

۴ـ جدول زیر را کامل کنید.

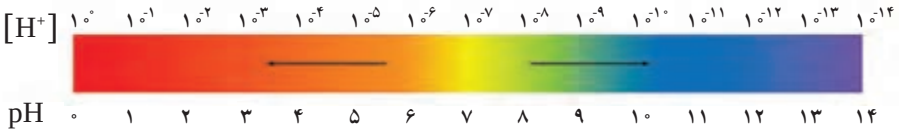
خاصیت محلول	pH	$[H^+]$
.....	۲/۱۵	.....
.....	.....	$۳/۶ \times ۱۰^{-۴}$
بازی	۱۱/۴	.....
.....	۰	.....

آیا می‌دانید

روش بسیار دقیقی برای اندازه‌گیری غلظت یون هیدرونیوم موجود در یک محلول وجود دارد که به کمک pHسنج‌های دیجیتال انجام می‌گیرد. این pHسنج‌ها با تقویت ولتاژ کوچکی که با وارد کردن الکترود دستگاه درون محلول ایجاد می‌شود و نمایش نتیجه روی صفحهٔ نمایشگر، مقدار pH آن محلول را مشخص می‌کند.

شیر ترش شده، خاصیت اسیدی داشته و $pH < ۷$ دارد.

اینک می‌پذیرید که برای پرهیز از بیان غلظت‌های کم و بسیار کم یون هیدرونیوم می‌توان از کمیت pH استفاده کرد زیرا اعدادی به مراتب ساده‌تر و قابل فهم‌تر ارائه می‌دهد. این کمیت برای محلول‌های آبی در دمای اتاق با اعدادی در گستره ۰ تا ۱۴ بیان می‌شود (نمودار ۲).



نمودار ۲ـ گستره تغییر pH برای محلول‌های آبی در دمای اتاق

به نظر شما چرا گستره تغییر pH در محلول‌های آبی و در دمای اتاق از ۰ تا ۱۴ است؟ یافته‌های تجربی نشان می‌دهد که آب و همه محلول‌های آبی، محتوی یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید هستند. اما کاغذ pH در برخی محلول‌ها و آب خالص تغییر رنگ نمی‌دهد، رفتاری که تأیید می‌کند که غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید در این سامانه‌ها با یکدیگر برابراست ($[H^+] = [OH^-]$). به همین دلیل چنین سامانه‌هایی، خنثی هستند.

با هم بیندیشیم

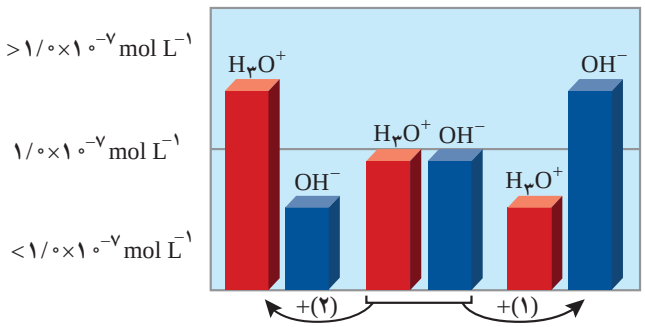
۱ـ آزمایش‌های دقیق نشان می‌دهند که آب خالص رسانایی الکتریکی ناچیزی دارد. این ویژگی بیانگر وجود مقدار بسیار کمی از یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید است. در واقع در یک نمونه از آب خالص شمار بسیار ناچیزی از مولکول‌های H_2O به یون‌های $H^+(aq)$ و $OH^-(aq)$ یونیده می‌شوند. جالب این است که اندازه‌گیری‌ها و یافته‌های تجربی در دمای اتاق برای آب و محلول‌های آبی رابطه زیر را تأیید می‌کنند:

$$[H^+][OH^-] = ۱۰^{-۱۴}$$

آ) غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید را در دمای اتاق برای آب خالص حساب کنید.

ب) pH آب خالص و **محلول‌های خنثی**[۱] را در دمای ۲۵ °C حساب کنید.

۲ـ شکل زیر تغییر غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید را هنگام افزودن هر یک از مواد ۱ و ۲ به آب خالص نشان می‌دهد. با توجه به آن به پرسش‌ها پاسخ دهید.



آیا می‌دانید

حتی در خالص‌ترین نمونه آب، مقادیر ناچیزی یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید وجود دارد. یون‌هایی که به دلیل جابه‌جایی یون هیدروژن از یک مولکول آب به دیگری تولید می‌شوند. این ویژگی سبب می‌شود که هر نمونه آب خالص در دمای ثابت (مانند ۲۵°C) یک سامانه تعادلی به شمار آید.

$$۲H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + OH^-(aq)$$

مقدار ثابت این تعادل در دمای اتاق برابر با ۱×۱۰^{-۱۴} است.

۱ـ Neutral Solutions

آ) کدام‌یک از مواد افزوده شده اسید آرنیوس است؟ چرا؟

ب) غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید را در محلول بازی با یکدیگر مقایسه کنید.

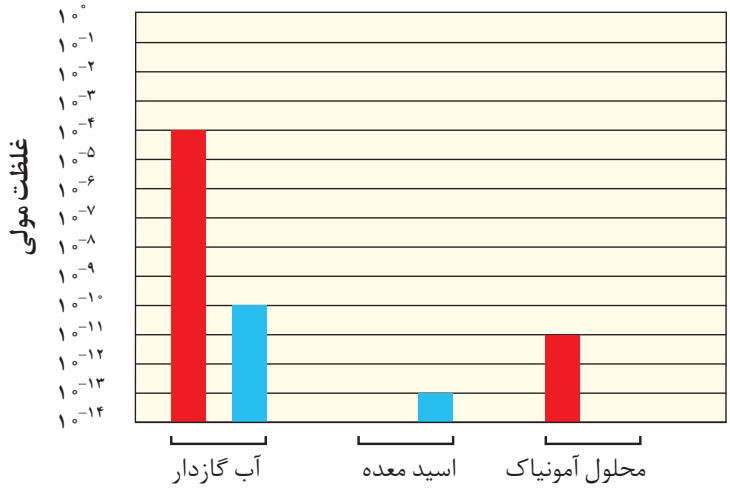
پ) آیا می‌توان گفت در محلول‌های اسیدی، یون هیدروکسید وجود ندارد؟ توضیح دهید.

۳ـ گروهی از دانش‌آموزان برای نمایش تغییر غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید در محلول‌های آبی و دمای اتاق، الگوی زیر را طراحی کرده‌اند. جاهای خالی را پر کنید و اساس کار آنها را توضیح دهید.

$[H^+] = ...$ $[H^+] = ۱۰^{-۷} mol\,L^{-۱}$ $[H^+] = ۱۰^{-۱۴} mol\,L^{-۱}$

$[OH^-] = ...$ $[OH^-] = ...$ $[OH^-] = ...$

۴ـ در نمودار زیر برای محلول آمونیاک، ستون نشان‌دهنده غلظت یون هیدروکسید و برای اسید معده، ستون نشان‌دهنده غلظت یون هیدرونیوم را رسم کنید.

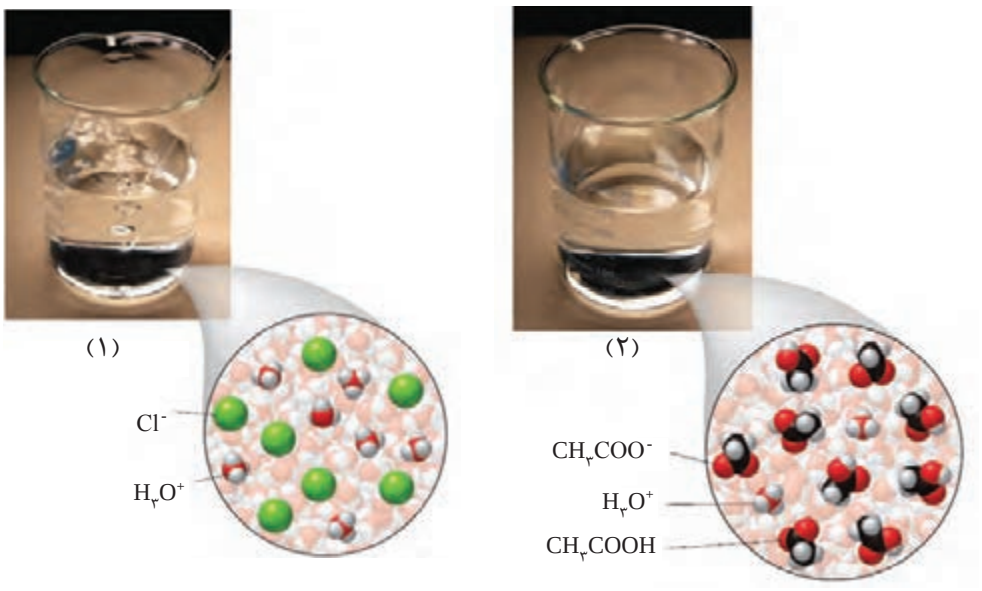


پی بردید که هر اندازه غلظت یکی از یون‌های هیدرونیوم یا هیدروکسید در محلولی بیشتر شود به همان نسبت از دیگری کاسته خواهد شد، تا حاصل‌ضرب غلظت این یون‌ها در دمای اتاق برابر با $۱۰^{-۱۴}$ شود. با این توصیف برای محلول $۰/۱\ mol\,L^{-۱}\ HCl$ می‌توان نوشت:

$$[HCl] = ۰/۱\ mol L^{-۱} \rightarrow [H^+] = ۰/۱\ mol L^{-۱} \rightarrow [OH^-] = ۱۰^{-۱۳}\ mol L^{-۱}$$

خود را بیازمایید

۱ـ در دما و غلظت یکسان، pH کدام محلول زیر کمتر است؟ چرا؟



۲ـ جدول زیر را کامل کنید.

نام محلول	غلظت محلول	$[H^+]$	$[OH^-]$	pH	درصد یونش
هیدروکلریک اسید	۰/۰۰۴				
هیدروفلوئوریک اسید	۰/۰۰۴				۲/۵
نیتریک اسید				۳/۷	
نمونه‌ای از آب یک دریاچه				۸/۵۲	