آیا می‌دانید

بیماری غذازاد از سه منبع فیزیکی، شیمیایی و زیست‌شناختی موجود در مادهٔ غذایی ناشی می‌شود. مادهٔ غذایی ممکن است شامل سنگ‌ریزه و برخی ناخالصی‌ها باشد. وجود مواد شیمیایی مانند آفت‌کش‌ها، حشره‌کش‌ها و سموم می‌تواند بیماری‌های گوناگونی را ایجاد کند. همچنین وجود جانداران ذره‌بینی می‌تواند سبب فساد مادهٔ غذایی شده و منجر به ایجاد بیماری شود. غذای سالم، غذایی است که از نگاه فیزیکی، شیمیایی و زیست‌شناختی برای بدن ضرر ندارد.

تجربه نشان می‌دهد که محیط سرد، خشک و تاریک برای نگهداری انواع مواد غذایی مناسب‌تر از محیط گرم، روشن و مرطوب است. نگهداری اغلب مواد غذایی در سردخانه‌ها تأییدی بر این تجربه است. در واقع عوامل محیطی مانند رطوبت، اکسیژن، نور و دما در چگونگی و زمان نگهداری غذا مؤثرند. در محیط مرطوب، میکروب‌ها شروع به رشد و تکثیر نموده تا جایی که مادهٔ غذایی کپک زده و سرانجام فاسد می‌شود. اما در محیط خشک امکان رشد این جانداران ذره‌بینی وجود ندارد، از این‌رو می‌توان خشکبار را آسان‌تر و به مدت طولانی‌تری در این محیط نگهداری کرد. نیاکان ما نیز برهمین‌اساس بسیاری از میوه‌ها را در فصل برداشت خشک می‌کردند تا آنها را برای مصرف در فصل‌های دیگر ذخیره کنند.

در شیمی دهم آموختید که اکسیژن گازی واکنش‌پذیر است و تمایل زیادی برای انجام واکنش با دیگر مواد دارد. براساس این ویژگی، مواد غذایی در هوای آزاد و در معرض اکسیژن، سریع‌تر فاسد می‌شوند. وجود پوست و پوشش میوه‌ها و خشکبار یک عامل طبیعی برای افزایش زمان ماندگاری است زیرا مانع از ورود اکسیژن و جانداران ذره‌بینی به درون آنها می‌شود. این ویژگی نشان می‌دهد که حذف اکسیژن از محیط نگهداری مواد غذایی و خوراکی‌ها سبب افزایش زمان ماندگاری و بهبود کیفیت آنها خواهد شد. آیا می‌دانید برای حذف اکسیژن از این محیط‌ها چه باید کرد؟

خود را بیازمایید

هر یک از موارد زیر نقش چه عاملی را در سرعت واکنش نشان می‌دهد؛ توضیح دهید.

الف) برای نگهداری طولانی‌مدت فراورده‌های گوشتی و پروتئینی، آنها را به حالت منجمد ذخیره می‌کنند. کاهش دما ← کاهش جنبش مولکول‌ها و کاهش سرعت فاسد شدن

ب) روغن‌های مایع که در ظرف مات و کدر بسته‌بندی شده‌اند، زمان ماندگاری بیشتری دارند. جلوگیری از نور (نور باعث افزایش سرعت واکنش فاسد شدن روغن می‌شود.)

پ) قاووت گردی مغذی و تهیه شده از مغز آفتاب‌گردان، پسته و ... است. این سوغات کرمان زودتر از مغز این خوراکی‌ها فاسد می‌شود. افزایش سطح تماس باعث افزایش سرعت واکنش فاسد شدن مغزهای خوراکی‌ها می‌شود.

پیشرفت علوم تجربی سبب شده تا برای افزایش زمان ماندگاری مواد غذایی و بهبود کیفیت آنها از روش‌های گوناگونی مانند تهیهٔ کنسرو، بسته‌بندی نوین، افزودن نگهدارنده‌ها و ... استفاده شود. در این راستا یخچال‌های صنعتی، سردخانه‌ها و... تکمیل‌کننده این فرایند هستند. اکنون باید به این پرسش پاسخ داد که نقش دانش شیمی در نگهداری مواد غذایی

(الف)

(ب)

(پ)

● برای نگهداری سالم برخی خوراکی‌ها، آنها را با خالی کردن هوای درون ظرف بسته‌بندی می‌کنند (چرا؟). خنف اکسیژن

چیست؟ چرا افزایش دما سبب کاهش زمان ماندگاری اغلب مواد غذایی می‌شود؟ اکسیژن چه رفتاری با مواد غذایی دارد؟ چرا مواد غذایی را باید در محلی تاریک و دور از تابش مستقیم نور خورشید نگه‌داشت؟ پاسخ به این پرسش‌ها را می‌توان در رفتار مواد با یکدیگر و اثر عوامل گوناگون روی رفتار آنها جست‌وجو کرد. در واقع سینتیک شیمیایی به عنوان شاخه‌ای از علم شیمی افزون بر بررسی آهنگ تغییر شیمیایی در واکنش‌ها، عوامل مؤثر بر این آهنگ را نیز بررسی می‌کند. با آشنایی و درک چنین مفاهیمی می‌توان روش‌های گوناگون نگهداری سالم مواد غذایی را یافت و آنها را گسترش داد.

آهنگ واکنش

تهیه و تولید سریع‌تر یا کندتر یک فراوردهٔ صنعتی، دارویی یا غذایی بر کیفیت و زمان ماندگاری آن نقش تعیین‌کننده‌ای دارد. **آهنگ واکنش**[1] معیاری برای زمان ماندگاری مواد است، کمیتی که نشان می‌دهد هر تغییر شیمیایی در چه گستره‌ای از زمان رخ می‌دهد. هرچه گسترهٔ زمان انجام آنها کوچک‌تر باشد، آهنگ انجام تندتر است و واکنش سریع‌تر انجام می‌شود (شکل ۱۱) .

شکل ۱۱ـ مقایسهٔ آهنگ چند فرایند طبیعی

این شکل فرایندهایی را نشان می‌دهد که تفاوت آهنگ انجام آنها آشکار بوده و مقایسهٔ آنها به‌صورت کیفی آسان است. شیمی‌دان‌ها آهنگ واکنش را در گستره معینی از زمان با نام سرعت واکنش بیان می‌کنند. توجه کنید که گسترهٔ زمان انجام واکنش‌ها از چند صدم ثانیه تا چند سده را در برمی‌گیرد (شکل ۱۲).

۱ـ Reaction Rate

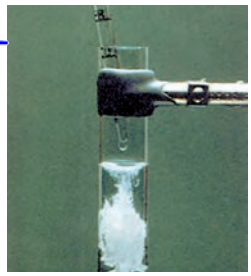
آیا می‌دانید

اگر گندم در محیطی سرد و خشک نگهداری شود تا ۲۵ سال کیفیت خود را حفظ می‌کند و سالم می‌ماند؛ درحالی که در محیط گرم و خشک تا ۵ سال سالم می‌ماند!

امروزه گندم در مقیاس صنعتی در مکان‌هایی تاریک، خنک و خشک به نام سیلو نگهداری می‌شود. روشی که حضرت یوسف علیه‌السلام از آن بهره برده بود.

$NaCl_{(aq)} + AgNO_{3(aq)} \rightarrow AgCl_{(s)} + NaNO_{3(aq)}$

رسوب سفیدرنگ



الف) **انفجار**[1]، واکنش شیمیایی بسیار سریعی است که در آن از مقدار کمی مادهٔ منفجر شونده به حالت جامد یا مایع، حجم زیادی از گازهای داغ تولید می‌شود.

ب) افزودن محلول سدیم کلرید به محلول نقره‌نیترات باعث تشکیل سریع رسوب سفیدرنگ نقره کلرید می‌شود.

پ) اشیای آهنی در هوای مرطوب به کندی زنگ می‌زنند. زنگار تولید شده در این واکنش ترد و شکننده است و فرو می‌ریزد.

ت) بسیاری از کتاب‌های قدیمی در گذر زمان زرد و پوسیده می‌شود. این پدیده نشان می‌دهد که واکنش تجزیهٔ سلولز کاغذ بسیار کند رخ می‌دهد.

شکل ۱۲- انجام برخی واکنش‌های شیمیایی با سرعت‌های گوناگون

عوامل مؤثر بر سرعت واکنش

بررسی‌ها نشان می‌دهد که زمان انجام واکنش‌ها به عوامل گوناگونی وابسته است. به گونه‌ای که برای کاهش یا افزایش سرعت انجام واکنش‌ها می‌توان عواملی مانند دما[1]، غلظت[2]، نوع مواد[3] واکنش‌دهنده، کاتالیزگر[4] و سطح تماس[5] واکنش‌دهنده‌ها را تغییر داد.

آیا می‌دانید

در انفجار مواد شیمیایی، انبساط بسیار سریع گازهای آزادشده، شوک موجی بسیار قوی با فشار بیش از ۷۰۰,۰۰۰ اتمسفر در سرتاسر محیط پیرامون منتشر کرده که با سرعتی بیش از $۹۰۰۰ ms^{-1}$، باعث تخریب فیزیکی بناها می‌شود.

انفجار ← بسیار سریع

تشکیل رسوب ← سریع

$AgCl$

زنگ زدن آهن ← کند

تجزیهٔ سلولز کاغذ ← بسیار کند

کاوش کنید

بررسی اثر دما، غلظت و سطح تماس بر سرعت واکنش

دربارهٔ «**عوامل مؤثر بر سرعت واکنش**» کاوش کنید.

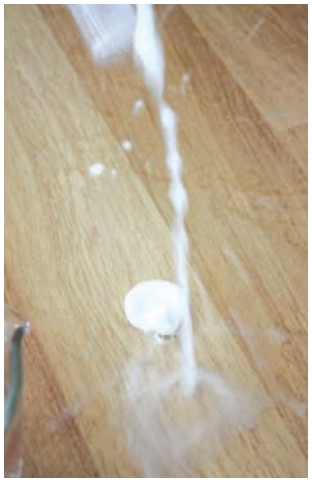
مواد و ابزار لازم: عینک ایمنی، قرص جوشان، آب، قوطی فیلم عکاسی، استوانهٔ مدرج، هاون چینی، دماسنج و زمان‌سنج.

نکات ایمنی: به دلیل پرتاب شدن قوطی فیلم عکاسی، آزمایش را در فاصلهٔ مناسبی از خود و هم‌کلاسی‌ها انجام دهید.

آزمایش ۱

الف) درون قوطی فیلم عکاسی 5mL آب با دمای $0^{\circ}C$ بریزید.

۱- Explosion



ب) به آن $\frac{1}{2}$ قرص‌جوشان بیفزایید و بلافاصله درپوش آن را محکم ببندید سپس آن را وارونه روی زمین قرار دهید.

پ) زمان لازم برای پرتاب‌شدن قوطی را با استفاده از زمان‌سنج اندازه‌گیری و در جدول داده‌شده یادداشت کنید.

ت) همین آزمایش را با $\frac{1}{4}$ قرص جوشان تکرار و زمان را یادداشت کنید.

از مشاهده‌های خود چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

آزمایش ۲

الف) این بار درون قوطی فیلم عکاسی ۵mL آب با دمای ۲۵°C بریزید.

ب) به آن $\frac{1}{2}$ قرص‌جوشان بیفزایید و بلافاصله درپوش آن را محکم ببندید سپس آن را وارونه روی زمین قرار دهید.

پ) زمان پرتاب شدن قوطی را اندازه‌گیری و در جدول یادداشت کنید.

ت) این آزمایش را در دمای ۱۰°C تکرار و نتیجه را درجدول بنویسید.

از مشاهده‌های خود چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

آزمایش	مقدار قرص‌جوشان	شکل قرص جوشان	دمای آب	زمان پرتاب شدن قوطی (ثانیه)
۱ـ الف	$\frac{1}{2}$ قرص		۰°C	t_1
۱ـ ب	$\frac{1}{4}$ قرص		۰°C	t_2
۲ـ الف	$\frac{1}{2}$ قرص		۲۵°C	t_3
۲ـ ب	$\frac{1}{2}$ قرص		۱۰°C	t_4
۳	$\frac{1}{2}$ قرص	پودرشده	۰°C	t_5

آیا می‌دانید

در اغلب قرص‌های‌جوشان افزون بر ویتامین ث، جوش‌شیرین، سیتریک اسید، تارتاریک اسید و ... وجود دارد.

(اثر غلظت) $t_2 > t_1$

غلظت ↑ ⇐ سرعت واکنش ↑

(اثر دما) $t_4 > t_3$

دما ↑ ⇐ سرعت واکنش ↑

(اثر سطح تماس) $t_1 > t_5$

سطح تماس ↑ ⇐ سرعت واکنش ↑

آزمایش ۳

الف) نیمی از قرص را به خوبی در هاون چینی بسایید.

ب) آن را به درون قوطی فیلم عکاسی محتوی ۵mL آب با دمای $5^{\circ}C$ بیفزایید و بلافاصله درپوش آن را محکم ببندید سپس آن را وارونه روی زمین قرار دهید.

پ) زمان پرتاب شدن قوطی را اندازه‌گیری و در جدول صفحه قبل یادداشت کنید.

از مشاهده‌های خود چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

یافته‌های خود را از این آزمایش‌ها جمع‌بندی کنید و در چند سطر بنویسید.

نتیجه‌گیری کنید: ← غلظت

انجام آزمایش‌های بالا نشان داد که با افزایش دما، افزایش مقدار واکنش‌دهنده‌ها و افزایش سطح تماس می‌توان سرعت انجام واکنش‌ها را افزایش داد. همچنین از پیش می‌دانید که واکنش سوختن قند آغشته به خاک باغچه سریع‌تر است زیرا در خاک باغچه کاتالیزگر مناسب برای این واکنش وجود دارد. البته باید توجه داشت که مواد واکنش‌دهنده گوناگون با سرعت‌های متفاوتی در واکنش شرکت می‌کنند (در فصل اول با واکنش‌پذیری متفاوت فلزها آشنا شدید).

اثر کاتالیزگر ←

اثر نوع مواد واکنش‌دهنده ←

خود را بیازمایید

در هر یک از موارد زیر با توجه به شکل، علت اختلاف در سرعت واکنش را توضیح دهید.

الف) فلزهای قلیایی سدیم و پتاسیم در شرایط یکسان با آب سرد به شدت واکنش می‌دهند، اما سرعت واکنش‌ها متفاوت است.

⇒ اثر نوع مواد واکنش‌دهنده بر سرعت واکنش

سرعت واکنش: $K > Na$

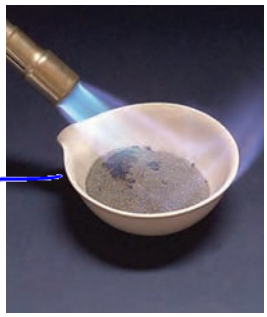
(در گروه اول از بالا به پایین واکنش‌پذیری افزایش می‌یابد)

K

Na

ب) شعلهٔ آتش، گرد آهن موجود در کپسول چینی را داغ و سرخ می‌کند؛ در حالی که پاشیدن و پخش کردن گرد آهن بر روی شعله، سبب سوختن آن می‌شود.

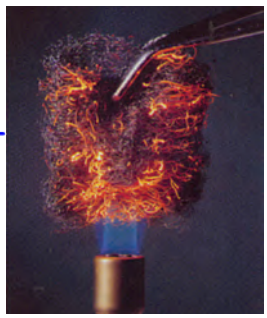
⇒ اثر افزایش سطح تماس بر سرعت واکنش



پ) محلول بنفش رنگ پتاسیم پرمنگنات با یک اسید آلی در دمای اتاق به کندی واکنش می‌دهد، اما با گرم شدن، محلول به سرعت بی‌رنگ می‌شود.

● بیمارانی که مشکلات تنفسی دارند در شرایط اضطراری نیاز به تنفس از کپسول اکسیژن دارند.

ت) الیاف آهن داغ و سرخ شده در هوا نمی‌سوزد، در حالی که همان مقدار الیاف آهن داغ و سرخ شده در یک ارلن پر از اکسیژن می‌سوزد.



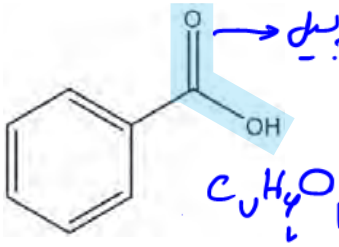
$2H_2O_2(aq) \xrightarrow{KI(aq)} 2H_2O(l) + O_2(g)$

● برخی افراد با مصرف کلم و حبوبات دچار نفخ می‌شوند زیرا فاقد آنزیمی هستند که آنها را کامل و سریع هضم کند.

ث) محلول هیدروژن پراکسید در دمای اتاق به کندی تجزیه شده و گاز اکسیژن تولید می کند، در حالی که افزودن دو قطره از محلول پتاسیم یدید، سرعت واکنش را به طور چشمگیری افزایش می‌دهد.

پیوند با صنعت

با آغاز قرن بیستم، گرایش مردم به شهرنشینی به‌ویژه در کشورهای صنعتی، باعث پدید آمدن شهرهای بزرگ‌تر شد. شهرهایی که در آنها تهیه و تولید غذا به روش سنتی، دیگر پاسخگوی نیازها نبود. در چنین شرایطی ذخیره‌سازی و صادرات غذا به عنوان صنعتی نو خودنمایی کرد. صنعتی که با بهره‌گیری از فناوری‌های گوناگون از جمله بسته‌بندی، کنسروسازی، انجماد و... به سرعت در سرتاسرجهان گسترش یافت. اما هنوز شرکت‌های صنایع غذایی با چالش‌هایی در نگهداری و ماندگاری غذا روبه‌رو هستند. افزون بر این فناوری‌ها، استفاده از مواد شیمیایی با ویژگی‌های خاص به عنوان افزودنی‌ها سبب افزایش زمان ماندگاری و کیفیت مواد غذایی شد. افزودنی‌ها، مواد شیمیایی مانند نگهدارنده، رنگ‌دهنده، طعم‌دهنده و... هستند که به‌صورت هدفمند به مواد خوراکی یا غذاها افزوده می‌شوند. برای نمونه نگهدارنده‌ها، سرعت واکنش‌های شیمیایی که منجر به فساد مادهٔ غذایی می‌شود را کاهش می‌دهند. یکی از این مواد، بنزوئیک اسید است که در تمشک و توت‌فرنگی وجود دارد (شکل ۱۳).



شکل ۱۳ـ بنزوئیک اسید، یک کربوکسیلیک اسید آروماتیک است.

آیا می‌دانید

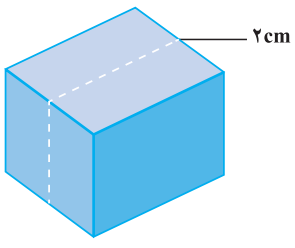
در صنایع غذایی برای مواد افزودنی از نمادی به نام عدد E استفاده می‌شود. عددی که نوع ماده افزودنی را نشان می‌دهد. برای نمونه بنزوئیک اسید با E۲۱۰ و نمک سدیم آن با E۲۱۲ مشخص می‌شود.

این ترکیب آلی عضوی از خانواده کربوکسیلیک اسیدهاست. خانواده‌ای که در ساختار هر عضو آن یک یا چند گروه عاملی کربوکسیل (–COOH) وجود دارد. آشناترین عضو آن، اتانوییک (استیک) اسید با فرمول CH_3COOH است.

پیوند با ریاضی

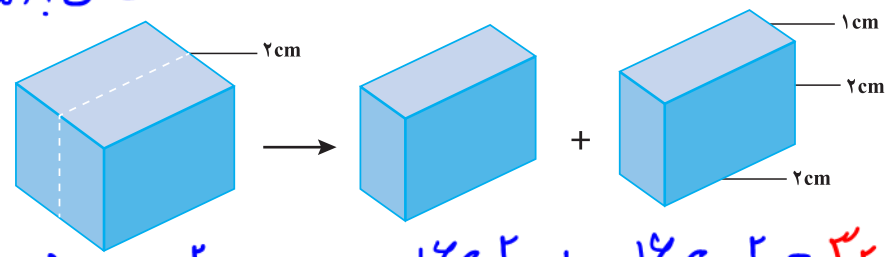
یک تکه زغال چوب به شکل مکعب با طول ضلع ۲ cm در نظر بگیرید. حجم این تکه زغال برابر با $8\ cm^3$، در حالی که مساحت کل آن برابر با $24\ cm^2$ است (چرا؟).

۱ـ کدام کمیت (حجم یا مساحت کل)، سطح تماس این تکه زغال را با شعله هنگام سوختن نشان می‌دهد؟ توضیح دهید.



۲ـ اگر این مکعب از وسط یک ضلع برش بخورد و به دو مکعب مستطیل تقسیم شود، حساب کنید حجم زغال و سطح تماس آن چه تغییری می کند؟

حجم زغال در مجموع تغییری نمی کند
مساحت کل به اندازه ۸ cm² افزایش می یابد.



مساحت کل: ۲۴ cm²
۱۶cm² + ۱۶ cm² = ۳۲ cm²

۳ـ براساس تحلیل خود از پرسش‌های بالا، علت تفاوت در سرعت واکنش سوختن تکهٔ زغال با گرد آن را توضیح دهید.

گرد زغال سطح تماس بیشتری با شعله دارد، بنابراین نسبت به تکه زغال سریع‌تر می سوزد.

اینک می‌پذیرید که واکنش‌های شیمیایی در طبیعت، صنعت و آزمایشگاه با سرعت‌های متفاوتی انجام می‌شوند. برخی از این واکنش‌ها مانند گوارش، تنفس، تهیهٔ داروها و تولید فراورده‌های صنعتی مفید و ضروری هستند اما برخی دیگر مانند خوردگی وسایل آهنی، تولید آلاینده‌ها، زرد و پوسیده شدن کاغذ کتاب، زیان بار و ناخواسته‌اند. شیمی‌دان‌ها از یک سو در پی یافتن راه‌هایی برای کاهش سرعت یا توقف واکنش‌های ناخواسته‌اند و از سوی دیگر به دنبال سرعت بخشیدن به واکنش‌هایی هستند که بتوانند فراورده‌های گوناگونی با صرفهٔ اقتصادی تولید کنند. برای دستیابی به چنین اهدافی باید دربارهٔ شرایط و چگونگی انجام واکنش‌های شیمیایی و عوامل مؤثر بر سرعت آنها آگاهی داشته باشند. **سینتیک شیمیایی**[1] شاخه‌ای از شیمی است که این آگاهی را در اختیار ما می‌گذارد.

سرعت تولید یا مصرف مواد شرکت کننده در واکنش از دیدگاه کمّی

سرعت واکنش در پژوهش‌های علمی، فناوری‌های نو، تولید فراورده‌های دارویی و... آن‌چنان اهمیت دارد که باید با دقت اندازه‌گیری و گزارش شود. به دیگر سخن مقایسهٔ دقیق میان سرعت واکنش‌ها هنگامی از صحت و اعتبار علمی برخوردار است که به شکل کمّی بیان شود.

از آنجا که در یک واکنش شیمیایی با گذشت زمان، واکنش دهنده‌ها مصرف و فراورده‌ها تولید می‌شوند، می‌توان آهنگ مصرف واکنش‌دهنده‌ها و تولید فراورده‌ها را در بازه‌ای از زمان

۱ـ Chemical Kinetics