

خوبی ۳۶٪



۱۱

نشیجی

درسنامه خلاصه فصل به فصل

ریاضی و تجربی

فصل اول

زمین پُر است از نعمت‌های پیدا و پنهان که هر کدام **اندازه** معینی دارند.

دانش شیمی ← شناسایی **ساختار** مواد ← پی‌بردن به **رفتار** آن‌ها ← بهره‌برداری **درست** از نعمت‌ها
نکته، رشد و گسترش تمدن بشری به **کشف و شناخت مواد جدید** بستگی دارد.

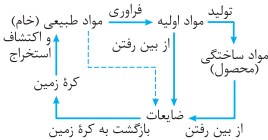
● انسان‌های اولیه ← استفاده از مواد طبیعی مثل چوب، سنگ، خاک، پشم و پوست
● با گذشت زمان و دستکاری مواد ← تولید سفال، استخراج برخی فلزها و ...

با پیشرفت دانش تجربی، شیمی‌دان‌ها به یک‌سری چیزها پی بردند که عبارت‌اند از: ۱- رابطه بین خواص مواد با عنصرهای سازنده آن‌ها ۲- تغییر و گاهی بهبود خواص مواد با گرمادادن و اضافه کردن آن‌ها به هم ۳- انتخاب مناسب‌ترین ماده برای یک کاربرد معین ۴- تولید موادی نو با ویژگی‌های منحصر به فرد و دلخواه.

نکته، گسترش فناوری به **میزان دسترسی به مواد مناسب** وابسته است به طوری که کشف و درک خواص یک ماده جدید، شروع‌کننده توسعه فناوری است. برای مثال:
گسترش **صنعت خودرو** ← از شناخت و دسترسی به **فولاد** شروع شد.
پیشرفت **صنعت الکترونیک** ← از شناخت و دسترسی به **نیمه‌رساناها** شروع شد.

چرخه مواد در طبیعت

به طور کلی چرخه مواد، ۴ بخش دارد:



۱- **اکتشاف و استخراج**: اول مواد طبیعی را خام‌خام! از دل زمین بیرون می‌کشیم؛ مثل سنگ معدن، نفت و ...

۲- **فرآوری**: مواد طبیعی را فرآوری می‌کنیم تا به مواد اولیه مورد استفاده تبدیل شوند؛ مثل فلز، شیشه، لیاف نخ، پلاستیک و ...

۳- **تولید**: با استفاده از مواد اولیه، مواد ساختگی (یا همان محصول) را تولید می‌کنیم؛ مثل لوازم خانه، خودرو و ...

۴- **از بین رفتن و بازگشت به کره زمین**: آفرش، همه مواد (طبیعی و ساختگی) به ضایعات تبدیل می‌شوند و پس از تجزیه، به زمین برمی‌گردند.

نکته، همه مواد طبیعی و ساختگی از کره زمین به دست می‌آیند و دوباره به آن برمی‌گردند. ← به تقریب جرم کل مواد در کره زمین، ثابت است.

میزان استخراج و مصرف مواد

زندگی روزانه ما کاملاً به **منابع شیمیایی** وابسته است و ما حتی در یک روز معمولی از منابع مختلفی استفاده می‌کنیم. مثلاً منبع مورد استفاده در چند وسیله را با هم ببینیم:

● **استکان شیشه‌ای** ← منبع: شن و ماسه
● **قاشق** ← منبع: فولاد زنگ‌نزن به دست آمده از سنگ معدن آهن
● **طعم‌دهنده غذا** ← منبع: نمک به دست آمده از خشکی و دریا
● **سخت** ← منبع: از دل زمین
● **ظروف غذا** ← منبع: خاک چینی
● **سبزی و میوه** ← منبع: حاصل از کودهای پتاسیم، نیتروژن و فسفردار

مقایسه میزان استخراج و مصرف سالانه چند منبع در جهان:

فلزها < سوخت‌های فسیلی < مواد معدنی

نکته: منابع شیمیایی در جهان، به طور یکسان پخش نشده‌اند و همین باعث به وجود آمدن تجارت جهانی شده است.

الگوها و روندها در رفتار مواد و عناصرها

کار شیمی‌دان‌ها: مشاهده مواد و انجام آزمایش‌های گوناگون ← یافتن اطلاعات بیشتر و دقیق‌تر درباره ویژگی‌ها و خواص مواد ← برقراری ارتباط میان این داده‌ها و اطلاعات ← یافتن الگوها و روندها ← پی‌بردن به رمز و راز هستی

علم شیمی: خیلی هدف‌دار، منظم و هوشمندانه رفتار عناصرها و مواد را مطالعه می‌کند تا **روندها** و **الگوهای رفتار فیزیکی و شیمیایی** آن‌ها را پیدا کند. مثل مندلیف بزرگ که جدول دوره‌ای عناصرها را طراحی کرد و شد نقشه راه شیمی‌دان‌ها.

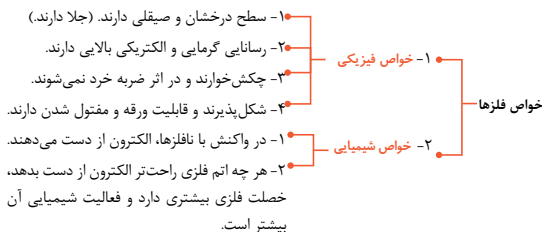
جدول دوره‌ای عناصرها: در این جدول، عناصرها براساس بنیادی‌ترین ویژگی‌شان یعنی **عدد اتمی (Z)** در ۷ دوره و ۱۸ گروه چیده شده‌اند. عناصرهایی که **تعداد الکترون‌های لایه ظرفیت** آن‌ها برابر است، در یک **گروه** قرار داشته و **خواص شیمیایی** مشابهی دارند. در جدول دوره‌ای، شماره هر دوره (**n**) **تعداد لایه‌های الکترونی اصلی** آن عنصر را نشان می‌دهد.

نکته: با تعیین موقعیت (دوره و گروه) یک عنصر در جدول دوره‌ای، می‌توانیم **خواص و رفتار آن** را پیش‌بینی کنیم.

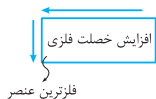
توجه: هلیوم (${}^4\text{He}$) با این‌که در گروه ۱۸ جدول دوره‌ای عناصرها قرار دارد، اما عنصری از دسته s است و آرایش الکترونی لایه ظرفیت آن با بقیه گازهای نجیب متفاوت است. (${}^2\text{He}:1s^2$)

دسته‌بندی عناصرها با توجه به رفتار آن‌ها:

۱- فلزها: بیشتر عناصرهای جدول دوره‌ای را فلزها تشکیل می‌دهند و به طور عمده در **سمت چپ و مرکز جدول** قرار دارند. (فلزها در دسته‌های s و p، d و f جدول جای دارند).



روند تغییر خصلت فلزی در جدول دوره‌ای: خاصیت فلزی در یک دوره از چپ به راست، کم و در یک گروه از بالا به پایین، زیاد می‌شود.



۲- نافلزها: نافلزها در **سمت راست و بالای جدول** قرار دارند؛ یعنی **همگی** جزء عناصرهای **دسته p** جدول دوره‌ای هستند. (البته به غیر از هیدروژن (H) که جزء عناصر دسته s بوده و در سمت چپ و بالای جدول قرار دارد).

- خواص نافلزها
- ۱- خواص فیزیکی
 - ۱- سطح مات و کدری دارند. (برخلاف فلزها)
 - ۲- رسانایی الکتریکی و گرمایی ندارند. (البته نافلز کربن به شکل گرافیت، رسانای الکتریکی است).
 - ۳- در اثر ضربه خرد می‌شوند.
 - ۲- خواص شیمیایی
 - ۱- نافلزها در واکنش‌های شیمیایی الکترون می‌گیرند و یا به اشتراک می‌گذارند.
 - ۲- هر چه یک نافلز راحت‌تر الکترون بگیرد، خصلت نافلزی بیشتری دارد و واکنش‌پذیری آن بیشتر است.

روند تغییر خصلت نافلزی در جدول دوره‌ای، خاصیت

نافلزی در یک دوره از چپ به راست، زیاد و در یک گروه از بالا به پایین، کم می‌شود.

افزایش خصلت نافلزی

۳- شبه‌فلزها: در جدول دوره‌ای، شبه‌فلزها مثل مرزی بین فلزها و نافلزها قرار دارند. مانند سیلیسیم (Si) و ژرمانیم (Ge)

- خواص شبه‌فلزها
- ۱- خواص فیزیکی: شبه‌فلزها، بیشتر شبیه فلزهاست. مثلاً Si و Ge مانند فلزها سطح صیقلی دارند.
 - ۲- خواص شیمیایی: شبه‌فلزها، شبیه نافلزهاست، یعنی الکترون به اشتراک می‌گذارند.

قانون دوره‌ای عنصرها: خواص فیزیکی و شیمیایی عنصرها به صورت دوره‌ای تکرار می‌شود که به آن قانون دوره‌ای عنصرها می‌گوییم.

رفتار عنصرها و شعاع اتمی

شعاع اتمی: طبق مدل کوانتومی، اتم مثل یک کره است که در آن الکترون‌ها دور هسته و در لایه‌های الکترونی حرکت می‌کنند؛ پس هر اتم یک شعاعی دارد.

روند تغییر شعاع اتمی در جدول دوره‌ای:

در یک گروه از بالا به پایین با افزایش تعداد لایه‌های الکترونی، شعاع اتمی هم افزایش می‌یابد.

در یک دوره از چپ به راست با افزایش عدد اتمی، شعاع اتمی کاهش می‌یابد؛ چون در یک دوره تعداد لایه‌های الکترونی، ثابت است در حالی که تعداد پروتون‌ها بیشتر می‌شود، در نتیجه نیروی جاذبه بیشتری از هسته به الکترون‌ها وارد شده و شعاع اتمی کاهش می‌یابد.



روند تغییر شعاع اتمی در گروه اول: $1\text{H} < 3\text{Li} < 11\text{Na} < 19\text{K} < 37\text{Rb} < 55\text{Cs}$
 روند تغییر شعاع اتمی در دوره سوم: $11\text{Na} > 12\text{Mg} > 13\text{Al} > 14\text{Si} > 15\text{P} > 16\text{S} > 17\text{Cl} > 18\text{Ar}$

روند تغییر واکنش‌پذیری عنصرها در جدول دوره‌ای:

نکته: در یک واکنش شیمیایی هر چه شدت نور یا آهنگ خروج گاز آزاد شده بیشتر باشد. ← واکنش شیمیایی سریع‌تر و شدیدتر است. ← واکنش‌دهنده، فعالیت شیمیایی بیشتری داشته است.

واکنش‌پذیری فلزها: رفتار شیمیایی فلزها به میزان تمایل آن‌ها به از دست دادن الکترون وابسته است. به طور کلی:

هر چه شعاع اتمی فلز، بزرگ‌تر باشد ← خصلت فلزی آن بیشتر است ← راحت‌تر الکترون از دست می‌دهد ← فلز، واکنش‌پذیرتر است.

واکنش پذیری نافلزها: برخلاف فلزها، نافلزها در واکنش های شیمیایی دوست دارند الکترون بگیرند و به آنیون تبدیل شوند. مثلاً نافلزهای گروه ۱۷ (هالوژن ها) یک الکترون می گیرند و به آنیون با یک بار منفی (یون هالید) تبدیل می شوند. به طور کلی:

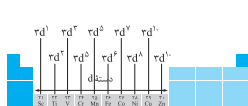
هر چه شعاع نافلز، کم تر باشد $\leftarrow$ خصلت نافلزی بیشتر است $\leftarrow$ تمایل به گرفتن الکترون بیشتر می شود $\leftarrow$ نافلز، واکنش پذیرتر است.



فلزهای دسته d

رفتار فلزها در حالت کلی شبیه به هم است در حالی که تفاوت های قابل توجهی هم دارند؛ پس می توان گفت هر فلز رفتارهای ویژه خود را دارد. مثلاً:

- ۱- فلز سدیم، نرم است طوری که با چاقو بریده می شود و به سرعت در هوا تیره می شود.
- ۲- فلز آهن، محکم است و در ساخت در و پنجره از آن استفاده می شود. هم چنین آهن در هوای مرطوب، به کندی با اکسیژن واکنش می دهد و تبدیل می شود به زنگ آهن!
- ۳- فلز طلا، واکنش پذیری کمی دارد و در گذر زمان جلا و درخشانی خودش را حفظ می کند.



فلزهای دسته d (فلزهای واسطه): دسته ای از عنصرهای جدول دوره ای هستند که زیرلایه d آنها در حال پرشدن است. در شکل روبه رو اولین سری از این فلزها که در دوره چهارم قرار دارند را می بینید:

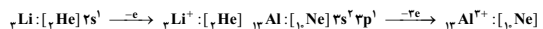
فلزهای اصلی (فلزهای دسته s و p) $\leftarrow$ زیرلایه s یا p در حال پرشدن
فلزهای واسطه (فلزهای دسته d) $\leftarrow$ زیرلایه d در حال پرشدن
رفتار فلزهای دسته d: در کل رفتار این فلزها شبیه فلزهای دسته s و p است؛ یعنی رسانای جریان برق و گرما هستند، چکش خوارند و قابلیت ورقه شدن دارند ولی در کنار این ها، رفتارهای ویژه ای هم دارند. مثلاً اغلب فلزهای واسطه، کاتیون های رنگی دارند.

چند نمونه سنگ رنگی و گرانبها: یاقوت $\leftarrow$ سرخ $\leftarrow$ زمرد $\leftarrow$ سبز $\leftarrow$ فیروزه $\leftarrow$ آبی
دلیل رنگ های زیبا و متنوع شیشه ها و سنگ های گرانبها $\leftarrow$ وجود کاتیون ها و برخی ترکیب های فلزهای واسطه

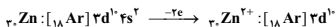
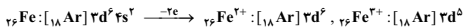
نکته: اغلب فلزهای واسطه در طبیعت به شکل ترکیب های یونی مثل اکسیدها (O^{2-})، کربنات ها (CO_3^{2-}) و ... وجود دارند، مثلاً فلز آهن (Fe)، دو اکسید طبیعی با فرمول های FeO و Fe_2O_3 دارد. (در FeO و Fe_2O_3 به ترتیب یون های Fe^{2+} و Fe^{3+} وجود دارد.)

نکته: فلزهای واسطه هم مثل فلزهای اصلی موقع تشکیل کاتیون، الکترون های بیرونی ترین زیرلایه خود را از دست می دهند.

۱- فلزهای گروه ۱ و ۲ و Al $\leftarrow$ الکترون از دست می دهند و به آرایش گاز نجیب قبل از خود می رسند. مثل:



۲- اتم اغلب فلزهای واسطه $\leftarrow$ الکترون از دست می‌دهند و با تشکیل کاتیون، به آرایش گاز نجیب قبل از خود نمی‌رسند. مثل:

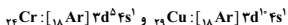


اسکاندیم (${}_{21}\text{Sc}$) در تلویزیون رنگی و برخی شیشه‌ها کاربرد دارد و یکی از اندک فلزهای واسطه است که موقع تشکیل کاتیون به آرایش گاز نجیب قبل از خود می‌رسد:



کاتیون‌های $+2$ و $+3 \Leftarrow$ وانادیم (${}_{23}\text{V}$)، کروم (${}_{24}\text{Cr}$)، منگنز (${}_{25}\text{Mn}$)، آهن (${}_{26}\text{Fe}$)
 فلزهای $+1$ و $+2 \Leftarrow$ مس (${}_{29}\text{Cu}$)
 واسطه $\Leftarrow$ اسکاندیم (${}_{21}\text{Sc}$) فقط $+3$ و روی (${}_{30}\text{Zn}$) فقط $+2$

خواص آن باشد! آرایش الکترونی مس و کروم این شکلی بود:



فلز طلا

ویژگی‌های منحصربه‌فرد فلز طلا:

- ۱- طلا به قدری **چکش‌خوار** و **نرم** است که چند گرم از آن را می‌توانیم با چکش‌خواری به صفحه‌ای با مساحت چند متر مربع تبدیل کنیم $\leftarrow$ ساخت برگه‌ها و رشته‌سیم‌های خیلی نازک (نخ طلا)
- ۲- **رسانایی الکتریکی بالا** و **حفظ این رسانایی در شرایط دمایی گوناگون** $\leftarrow$ استفاده در وسایل الکترونیکی مثل کامپیوتر و ویلچر
- ۳- **واکنش‌ندادن با گازهای موجود در هواکره و مواد موجود در بدن** $\leftarrow$ ساخت جواهرات و استفاده در دندان پزشکی (دندان طلا!)

۴- **بازتاب زیاد** پرتوهای خورشیدی $\leftarrow$ استفاده در کلاه فضانوردان و جواهرات

طلا در طبیعت به شکل **فلزی و عنصری** هم پیدا می‌شود ولی مقدار آن در معادن طلا خیلی کم است یعنی برای تولید طلا باید کلی خاک معدن استفاده کنیم که با این کار پسماند زیادی تولید می‌شود.
 (یه حلقه عروسی = سه تن پسماند!)

دو منبع استخراج طلا در ایران: ۱- مجتمع طلای موه در اصفهان ۲- زرشوران در آذربایجان غربی

عنصرها به چه شکلی در طبیعت یافت می‌شوند؟

عنصرها به دو شکل در طبیعت وجود دارند: **ترکیب و آزاد**

عنصرها در ترکیب: اغلب عنصرها در طبیعت به شکل ترکیب پیدا می‌شوند؛ مثل کلسیم کربنات (CaCO_3)، سدیم کلرید (NaCl)، منگنز (II) کربنات (MnCO_3)، آهن (III) اکسید (Fe_2O_3)، آهن (II) اکسید (FeO) و ...

عنصرهای آزاد: نافلزهایی مثل اکسیژن (O_2)، نیتروژن (N_2)، گوگرد (S_8) و نمونه‌هایی از فلزهایی مثل نقره، مس، پلاتین و طلا به شکل آزاد در طبیعت وجود دارند.

نکته: در میان فلزها، فقط طلا به شکل کلوخه‌ها یا رگه‌های زرد لابه‌لای خاک پیدا می‌شود.

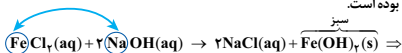
در دنیای مدرن و صنعتی امروزی، چرخ **اقتصادی** کشورها به **تولید و مصرف فلزها** گره خورده است.

نکته: فلز آهن در سطح جهانی، **بیشترین مصرف سالیانه** را در بین صنایع گوناگون داشته و اغلب در طبیعت به شکل **اکسید** وجود دارد.

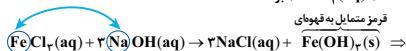
شناسایی فلز موجود در یک نمونه

یادآوری: برای شناسایی هر یون به آن یک محلول جدید اضافه می‌کنیم تا یون مورد نظر ما با یکی از یون‌های موجود در محلول جدید، رسوب تشکیل دهد. بعد از روی **رنگ رسوب** تشکیل شده، یون مورد نظرمان را شناسایی می‌کنیم. مثلاً **رنگ رسوب‌های آهن (این مورد به سبز)** Fe(OH)_3 $\leftarrow$ قرمز متمایل به قهوه‌ای

شناسایی یون‌های Fe^{2+} و Fe^{3+} موجود در یک نمونه: به محلول حاوی یون‌های آهن (که مثلاً می‌تونه FeCl_3 یا FeCl_2 باشه)، محلول سدیم هیدروکسید (NaOH(aq)) اضافه می‌کنیم تا رسوب تشکیل شود. اگر رسوب **سبز** بود، محلول اولیه حاوی یون‌های Fe^{2+} و اگر رسوب قرمز متمایل به قهوه‌ای بود، محلول اولیه حاوی یون‌های Fe^{3+} بوده است.

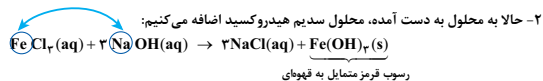
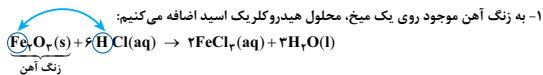


محلول اولیه دارای یون Fe^{3+} ($\text{FeCl}_3(\text{aq})$) بوده است.



محلول اولیه دارای یون Fe^{2+} یا ($\text{FeCl}_2(\text{aq})$) بوده است.

شناسایی یون موجود در زنگ آهن:



از آن‌جا که رنگ رسوب تشکیل شده، قهوه‌ای است می‌فهمیم فرمول رسوب تشکیل شده، $\text{Fe(OH)}_3(\text{s})$ بوده و این یعنی در **زنگ آهن** اولیه یون Fe^{3+} وجود داشته است؛ **پس فرمول زنگ آهن، Fe_2O_3 است.**^۱

واکنش‌پذیری فلزها

به طور کلی واکنش‌پذیری هر عنصر، یعنی **تمایل آن به انجام واکنش شیمیایی و تبدیل شدن به ترکیب**. مثلاً فرض کنید عنصر A با ترکیب BC واکنش بدهد، اگر این واکنش به طور طبیعی انجام شود، یعنی عنصر A از B فعال‌تر بوده است. (فعال بوده که تونسته باشو بگیره دیگه!)



نکته: به طور کلی در هر واکنش شیمیایی که به طور طبیعی انجام می‌شود، واکنش‌پذیری فراورده‌ها از واکنش‌دهنده‌ها، کم‌تر است.

در مورد فلزها هر چه فلز، واکنش‌پذیرتر (فعال‌تر) باشد $\leftarrow$ میل بیشتری به انجام واکنش دارد $\leftarrow$ ترکیب پایدارتری تولید می‌کند $\leftarrow$ استخراج آن دشوارتر و نگهداری آن هم سخت‌تر است.

اغلب فلزها در طبیعت به شکل **سنگ معدن** وجود دارند.

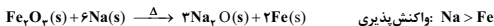
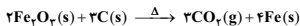
چند مجتمع صنعتی برای استخراج فلزها در کشور ما: فولاد مبارکه، مس سرچشمه، آلومینیم اراک و منیزیم خراسان جنوبی.

۱- البته فرمول کامل‌تر زنگ آهن، $(\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O})$ است، که در سال دوازدهم با آن آشنا می‌شوید.

استخراج آهن از Fe_2O_3 : برای استخراج Fe از Fe_2O_3 ، باید از یک عنصر واکنش پذیرتر از آهن (Fe) استفاده کنیم، مثل عنصر کربن (C) یا سدیم (Na). البته در همه شرکت‌های فولادی جهان برای این کار از کربن استفاده می‌شود، به دو دلیل:

۱- دسترسی به کربن آسان‌تر است. ۲- صرفه اقتصادی بیشتری دارد.

این راه مناسب‌تر است. $C > Fe \rightarrow$ واکنش پذیری



واکنش‌های شیمیایی همیشه همان‌طوری که ما انتظار داریم، پیش نمی‌روند و در عمل فراورده کمی‌تری تولید می‌شود؛ به این دلیل که ممکن است:

۱- واکنش دهنده‌ها ناخالص باشند. ۲- واکنش به طور کامل انجام نشود. ۳- هم‌زمان واکنش‌های ناخواسته هم انجام شوند. ۴- نتوانیم تمام فراورده تولیدشده را جمع کنیم؛ پس در دنیای واقعی واکنش‌ها، با درصد خلوص و بازده سروکار داریم.

درصد خلوص

اغلب مواد مورد استفاده در واکنش‌های شیمیایی، ناخالصی دارند. درصد خلوص، مقدار گرم ماده خالص در ۱۰۰ گرم ماده ناخالص را نشان می‌دهد:

$$\text{درصد خلوص} = \frac{\text{جرم ماده خالص}}{\text{جرم ماده ناخالص}} \times 100 \quad , \quad \text{ناخالصی} = \text{ماده خالص} + \text{ماده ناخالص}$$

خواستان باشد! در رابطه درصد خلوص واحد صورت و مخرج باید یکی باشد. (هر دو گرم یا هر دو کیلوگرم و ...)

وقتی می‌گوییم درصد خلوص FeO در یک نمونه ۳۰ درصد است یعنی در هر ۱۰۰ گرم نمونه، ۳۰ گرم FeO وجود دارد و ۷۰ گرم مواد به دردتفور یا همون ناقاله‌ای! پس هم‌ارزی‌های روبه‌رو را می‌توانیم بنویسیم:
 ناخالصی ۷۰ g $\cong$ خالص FeO ۳۰ g $\cong$ ناخالص FeO ۱۰۰ g

تذکره: هنگام استفاده از روابط استوکیومتری مولی، فقط باید از **ماده خالص** استفاده کنیم؛ یعنی اگر ماده ما ناخالص بود، اول آن را به ماده خالص تبدیل می‌کنیم (با استفاده از رابطه درصد خلوص) بعد آن را در روابط تبدیل مولی به کار می‌بریم.

بازده درصدی

برای محاسبه مقدار واقعی فراورده تولیدشده در یک واکنش، از مفهومی به نام بازده درصدی استفاده می‌کنیم. **مقدار نظری:** مقدار فراورده‌ای که انتظار داریم تولید شود و از محاسبات استوکیومتری به دست می‌آید.

$$\text{مقدار عملی: مقدار فراورده‌ای که در عمل تولید می‌شود.} \quad \text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100$$

خواستان باشد! در رابطه بازده، صورت و مخرج باید واحد یکسان داشته باشند. (هر دو مول یا هر دو گرم و ...)
 از آن‌جا که همیشه در عمل، فراورده کمی‌تری از مقدار تئوری تولید می‌شود، بازده واکنش‌ها همیشه کمتر از صد درصد است.

تذکره: در محاسبات استوکیومتری مسائل بازده، مقدار عملی کاربرد دارد و فقط مقدار نظری در رابطه بازده استفاده می‌شود.

یکی از راه‌های تهیه سوخت سبز: استفاده از بقایای گیاهانی مثل نیشکر، سیب‌زمینی و ذرت که طی فرایند آن واکنش بی‌هوازی تخمیر گلوکز انجام می‌شود:



موارد استفاده از کشت ذرت: تهیه سوخت سبز، روغن و خوراک دام

نکته: از فلز آهن مذاب تولید شده در واکنش **ترمیت** یعنی $2\text{Al(s)} + \text{Fe}_2\text{O}_3\text{(s)} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3\text{(s)} + 2\text{Fe(l)}$ برای جوش دادن خطوط راه آهن استفاده می شود.

گنج های اعماق دریا

بستر اقیانوس ها منبعی غنی از **فلزهای** گوناگون است که به دو صورت وجود دارند:

- ۱- سولفید چند فلز واسطه / ۲- کلوخه ها و پوسته هایی غنی از فلزهایی مانند منگنز، کبالت، آهن، نیکل، مس و ...

نکته: غلظت گونه های فلزی موجود در کف اقیانوس ها، **بیشتر** از ذخایر زمینی است که این باعث می شود اکتشاف و بهره برداری از این منابع به یک صنعت تأثیرگذار در روابط کشورها تبدیل شود.

جریان فلز بین محیط زیست و جامعه

سالانه صدها میلیون تن فلز از **دل زمین** استخراج می شود.

توسعه پایدار در تولید یک ماده یا عرضه خدمات **یعنی** در نظر گرفتن **همه هزینه ها و ملاحظه های اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی**.

مسیر پیشرفت پایدار **←** وقتی **مجموع هزینه های بهره برداری** از یک معدن با در نظر گرفتن همه ملاحظه ها، **کم ترین** مقدار ممکن باشد.

در شکل روبه رو فرایند استخراج فلز از طبیعت و بازگشت آن به طبیعت را می بینید.



نکته: فلزها جزء منابع **تجدیدناپذیر** هستند، چون آهنگ مصرف و استخراج فلزها خیلی بیشتر از آهنگ برگشت آن ها به طبیعت به شکل سنگ معدن است. (سرعت خوردگی و فرسایش فلزها، خیلی کم تر از سرعت مصرف و استخراج آن ها است.)

در استخراج فلزها، فقط **درصد کمی** از سنگ معدن به فلز تبدیل شده و **مقدار زیادی پسماند** تولید می شود.

- ۱- کاهش ردپای کربن دی اکسید **←** چون در استخراج آهن، گاز CO_2 تولید می شود.
- ۲- کاهش سرعت گرمایش جهانی **←** CO_2 گاز گلخانه ای است و باعث گرمایش زمین می شود.
- ۳- حفظ گونه های زیستی **←** با کاهش آلودگی، گونه های بیشتری حفظ می شوند.
- ۴- کمک به توسعه پایدار کشور **←** به دلیل ذخیره انرژی و تولید زباله کم تر.

مزایای
بازیافت فلزها
از جمله آهن

نفت، هدیه ای شگفت انگیز

- یکی از **سوخت های فسیلی** است که در اواخر سده ۱۸ میلادی کشف شد.
- به شکل مایع غلیظ **سیاه رنگ** یا **قهوه ای متمایل به سبز**، از دل زمین بیرون کشیده می شود.
- نفت خام مخلوطی از هزاران ترکیب شیمیایی است که **بخش عمده** آن را **هیدروکربن های گوناگون** تشکیل می دهند.

به ترکیب هایی که فقط شامل **هیدروژن و کربن** هستند، **هیدروکربن** می گوئیم. پس عنصر اصلی سازنده نفت خام، **کربن** است.



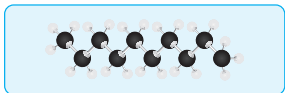
اتن



اتین



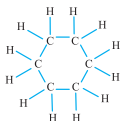
۲- اتم‌های کربن می‌توانند با پیوند اشتراکی به هم وصل شوند و زنجیر یا حلقه‌های کربنی در ابعاد مختلف بسازند.



زنجیر کربنی ده‌تایی



حلقه کربنی شش‌تایی

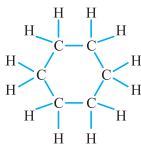
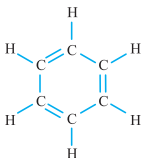
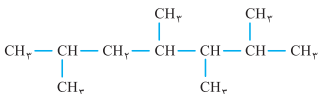


۳- اتم کربن می‌تواند به شیوه‌های مختلف به اتم عنصرهای هیدروژن، اکسیژن، نیتروژن و ... وصل شود و مولکول تعداد زیادی از کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها، آمینواسیدها، آنزیم‌ها، پروتئین‌ها و ... را بسازد.

نکته: اتم‌های کربن می‌توانند با روش‌های گوناگون به هم وصل شوند و دگرشکل‌های مختلفی مثل الماس، گرافیت و ... را درست کنند که ساختار و خواص متفاوتی دارند.

- | | | | |
|------------------------|---|-----------|--|
| ۱- آلکان‌ها | همه پیوندهای کربن - کربن، یگانه هستند | ← سیرشده | <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;">انواع</div> <div style="font-size: 2em;">}</div> <div>هیدروکربن‌ها</div> </div> |
| ۲- آلکن | دارای یک پیوند دوگانه $\text{C}=\text{C}$ هستند | ← سیرنشده | |
| ۳- آلکین | دارای یک پیوند سه‌گانه $\text{C}\equiv\text{C}$ هستند | ← سیرنشده | |
| ۴- هیدروکربن‌های حلقوی | می‌توانند سیرشده یا سیرنشده باشند. | | |

نفت خام، مخلوطی شامل تعداد زیادی از انواع هیدروکربن‌ها است که در شکل زیر ۵ نوع از آن‌ها را می‌بینید:



آلکان‌ها، هیدروکربن‌هایی با پیوند یگانه

آلکان‌ها، هیدروکربن‌هایی سیرشده هستند که در آن‌ها هر اتم کربن با چهار پیوند یگانه به اتم‌های کناری (C یا H) وصل شده است.

نکته: فرمول عمومی آلکان‌ها، C_nH_{2n+2} است که در آن n، تعداد اتم‌های کربن را نشان می‌دهد. مثلاً فرمول آلکانی با ۴ اتم کربن می‌شود C_4H_{10} .

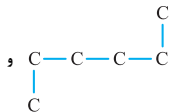
در جدول زیر نام و فرمول مولکولی ده عضو اول خانواده آلکان‌ها را می‌بینید. ($n=1$ تا $n=10$)

فرمول مولکولی	CH_4	C_2H_6	C_3H_8
نام	متان	اتان	پروپان
CH ₄ : ساده‌ترین عضو خانواده آلکان‌ها			

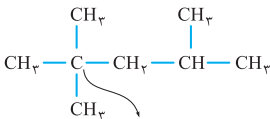
فرمول مولکولی	C_4H_{10}	C_5H_{12}	C_6H_{14}	C_7H_{16}	C_8H_{18}	C_9H_{20}	$C_{10}H_{22}$
نام	بوتان	پنتان	هگزان	هپتان	اوکتان	نونان	دکان
C_4H_{10} : سوخت فندک گاز بوتان است که تحت فشار پر شده است.							

انواع آلکان‌ها:

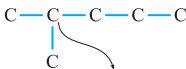
۱- آلکان‌های راست‌زنجیر: در این آلکان‌ها هر اتم کربن، فقط به یک یا دو اتم کربن دیگر متصل است. مثل:



۲- آلکان‌های شاخه‌دار: در آلکان‌های شاخه‌دار، برخی کربن‌ها (که به آن‌ها شاخه فرعی وصل شده)، به ۳ یا ۴ اتم کربن دیگر متصل هستند. مثل:



این اتم کربن به ۴ اتم کربن دیگر وصل شده است.



این اتم کربن به ۳ اتم کربن دیگر وصل شده است.

انواع نمایش ترکیب‌های آلی:

۱- فرمول ساختاری: در این فرمول، تعداد و چگونگی اتصال اتم‌های کربن و هیدروژن نمایش داده می‌شود.

فرمول ساختاری C_8H_{18} :



۲- فرمول پیوند - خط، در این فرمول، پیوند بین اتم‌های کربن را با خط تیره نشان می‌دهیم، و اصلاً اتم‌های کربن و هیدروژن را نمی‌نویسیم!

فرمول پیوند - خط C_8H_{18}

کربن و هیدروژن را نمی‌تویسیم!

رفتارهای فیزیکی و شیمیایی آلکان

رفتار فیزیکی آلکان‌ها: تعداد اتم‌های کربن نقش مهمی در رفتار هیدروکربن‌ها (از جمله آلکان‌ها) دارد. چون با تغییر جرم مولی و اندازهٔ مولکول، قدرت نیروهای بین مولکولی و در نتیجه ویژگی‌هایی مثل نقطهٔ جوش و ... هم تغییر می‌کنند.

۱- نیروی بین مولکولی: از قبل می‌دانیم اغلب هیدروکربن‌ها از جمله آلکان‌ها، **ناقطی‌اند** و گشتاور دوقطبی آن **حدود صفر** است؛ پس نیروی بین مولکولی در آلکان‌ها از نوع **وان‌دروالسی** بوده و با افزایش تعداد کربن‌ها (افزایش اندازه و جرم مولی)، **قوی‌تر** می‌شود.

۲- انحلال پذیری: مواد قطبی در حلال های قطبی حل می شوند و مواد ناقطبی در حلال های ناقطبی؛ پس آلکان ها که ناقطبی اند در آب (که یک حلال قطبی است) حل نمی شوند. به همین دلیل از آلکان ها برای **حفاظت از فلزها** استفاده می کنیم به این صورت که با قراردادن فلزها در آلکان های مایع یا پوشاندن سطح فلزها و وسایل فلزی با آن ها، از **خوردگی فلز** جلوگیری می کنیم.

به ۲ دلیل برای حفاظت فلزها از آلکان‌های مایع استفاده می‌شود: ۱) آلکان‌ها در آب حل نمی‌شوند و این طوری مانع از رسیدن آب به سطح فلز می‌شوند. ۲) آلکان‌ها واکنش‌پذیری کمی دارند و با فلز واکنش نمی‌دهند.

۳- **نقطه جوش:** در آلکان‌ها (و همه هیدروکربن‌ها) با افزایش تعداد اتم‌های کربن، نیروی بین مولکولی قوی‌تر و جداکردن مولکول‌ها از یکدیگر سخت‌تر می‌شود در نتیجه **نقطه جوش بالا** می‌رود.

حالت فیزیکی آلکان‌های راست‌زنجیر در دمای اتاق: ۱ تا ۴ اتم کربن ← گاز، ۵ تا ۱۷ اتم کربن ← مایع، ۱۸ به بالا ← جامد

۴- فزاربودن: فزاربودن یعنی تمایل مواد برای تبدیل از حالت مایع به حالت گازی. برای آن که یک ماده از حالت مایع به گاز تبدیل شود، باید بتواند بر نیروهای بین مولکولی اش غلبه کند. بنابراین:

افزایش تعداد اتم‌های کربن در آلکان‌ها ← افزایش قدرت نیروی بین مولکولی ← کاهش فراریت (با زیاد شدن تعداد کربن‌ها فرار کردن سخت می‌شود).

۵- **گرانروی:** گرانروی یعنی مقاومت در برابر جاری شدن. بنابراین:

← افزایش گرانروی
← افزایش تعداد کربن‌ها ← افزایش قدرت نیروی بین مولکولی ← افزایش مقاومت در برابر جاری شدن

اینم به جمع بندی از فواص فیزیکي آلکان ها:

$$\text{گرانروی} \propto \frac{1}{\text{فشاربودن}} \propto \text{نقطه جوش} \propto \text{قدرت نیروهای بین مولکولی} \propto \text{اندازه و جرم مولی مولکول}$$

© تعداد اتم‌های کربن

رفتار شیمیایی آلکان‌ها: از آن‌جا که آلکان‌ها سیر شده‌اند، تمایلی به انجام واکنش‌های شیمیایی ندارند. به همین دلیل آلکان‌ها **سَمّی نیستند** و استنشاق آن‌ها بر شش‌ها و بدن خیلی تأثیر ندارد و فقط باعث کاهش مقدار اکسیژن در هوای دم می‌شوند.

نام‌گذاری آلکان‌ها

نام‌گذاری آلکان‌های راست‌زنجیر (بدون شاخه فرعی): نام آلکان‌ها به «آن» ختم می‌شود. از آلکان‌های ۵ کربنه به بعد، پیشوندی که تعداد اتم‌های کربن را نشان می‌دهد، رنگی نشان داده شده است.

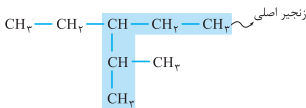
$C_{10}H_{22}$	C_9H_{20}	C_8H_{18}	C_7H_{16}	C_6H_{14}	C_5H_{12}	C_4H_{10}	C_3H_8	C_2H_6	فرمول مولکولی
دکان	نونان	اوتان	هپتان	هکسان	پنتان	بوتان	پروپان	تان	نام

نام‌گذاری آلکان‌های شاخه‌دار: طبق قوانین آیوپاک برای نام‌گذاری آلکان‌های شاخه‌دار باید مراحل زیر را انجام دهیم:

۱- انتخاب زنجیر اصلی:

اولویت ۱: زنجیر اصلی باید بیشترین تعداد کربن متوالی را داشته باشد (مواستون باشد که قیافه زنجیر اصلی همیشه یک قط راست نیست!)

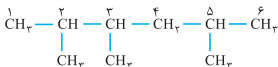
اولویت ۲: اگر چند مسیر داشتیم که تعداد کربنشان یکسان بود، باید مسیری را انتخاب کنیم که تعداد شاخه فرعی بیشتری به آن وصل است.



۲- شماره‌گذاری زنجیر اصلی:

اولویت ۱: زنجیر اصلی را از طرفی شماره‌گذاری می‌کنیم که به شاخه فرعی نزدیک باشیم.

تذکره: اگر موقعیت دو شاخه فرعی از دو طرف یکی بودند، شاخه سوم تعیین‌کننده است.



اولویت ۲: اگر موقعیت شاخه‌ها، کاملاً از دو طرف یکسان بود، از طرفی شماره‌گذاری می‌کنیم که حرف اول شاخه فرعی در حروف انگلیسی زودتر می‌آید. این هم جدول تقدم شاخه فرعی (تقدمشون به ترتیب حروف انگلیسیه):

نام شاخه فرعی	۱- برم	۲- کلرو	۳- اتیل
فرمول شاخه فرعی	$-Br$	$-Cl$	$-CH_2CH_3$

نام شاخه فرعی	۴- فلوئورو	۵- یدو	۶- متیل
فرمول شاخه فرعی	$-F$	$-I$	$-CH_3$

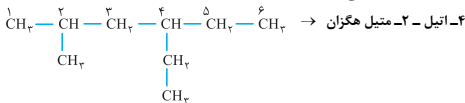
۳- نام‌گذاری: برای نام‌گذاری آلکان‌ها به این صورت عمل می‌کنیم:

نام آلکان = شماره کربن متصل به نام شاخه فرعی - نام شاخه فرعی - نام زنجیره اصلی

نکته: اگر زنجیر اصلی، شامل دو یا چند شاخه فرعی مشابه باشد، بعد از نوشتن شماره کربن‌هایی که شاخه فرعی دارند، تعداد شاخه‌ها را با استفاده از پیشوندهای روبه‌رو می‌نویسیم:

دی ← دو ، تری ← سه ، تترا ← چهار

نکته: اگر نوع شاخه‌های فرعی فرق داشت، اصلاً کاری به جهت شماره‌گذاری نداریم و اول اسم شاخه‌ای را می‌نویسیم که در الفبای انگلیسی تقدم دارد!



نکته: در نام‌گذاری آلکان‌ها هر جا «۱-متیل» و «۲-اتیل» دیدید، بدانید که نام‌گذاری غلط است! **رسم فرمول ساختاری از روی نام آلکان:** ۱- اول زنجیر اصلی را با توجه به تعداد کربن‌های نام آخر آلکان رسم می‌کنیم. ۲- از هر طرفی که دوست داریم شماره‌گذاری می‌کنیم. ۳- شاخه‌های فرعی را با توجه به موقعیتشان در جای خود قرار می‌دهیم. ۴- در آخر به کربن‌های زنجیر اصلی، به تعداد مورد نیاز، اتم هیدروژن وصل می‌کنیم تا فرمول ساختاری کامل شود.

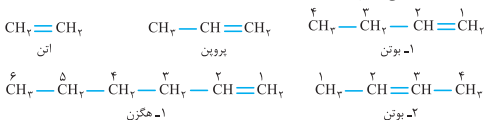
آلکن‌ها، هیدروکربن‌هایی سیر نشده

آلکن‌ها، هیدروکربن‌هایی **سیر نشده‌اند** که در ساختار خود **یک پیوند دوگانه کربن - کربن** ($\text{C}=\text{C}$) دارند.

فرمول عمومی آلکن‌ها با n اتم کربن: C_nH_{2n}

نام‌گذاری آلکن‌های راست‌زنجیر: ۱- زنجیر اصلی را از سمتی شماره‌گذاری می‌کنیم که به **پیوند دوگانه** نزدیک‌تر باشد. (هواستون باشه در این‌جا بلندترین زنجیری که دارای پیوند دوگانه باشه، زنجیر اصلیه) ۲- موقع نوشتن نام آلکن، محل پیوند دوگانه را با شماره **اولین کربنی** که به پیوند دوگانه وصل است، مشخص می‌کنیم.

۳- بقیه قواعد مثل نام‌گذاری آلکان‌هاست، با این فرق که پسوند «آن» در نام آلکان را برمی‌داریم و به جای آن پسوند «ن» قرار می‌دهیم.



تذکره: از آن‌جا که در اتن و پروپن شماره‌گذاری از دو طرف یکسان می‌شود نیازی نیست عدد ۱ را بنویسیم.

اتن (C_2H_4)، **اولین عضو آلکن‌ها** است و در گذشته به گاز اتن می‌گفتند **گاز اتیلن**. اتن در بیشتر گیاهان وجود دارد. مثلاً **موز و گوجه رسیده** گاز اتن آزاد می‌کنند که باعث سریع‌تر رسیدن میوه‌های دیگر هم می‌شود. گاز اتن **سنگ‌بنای صنایع پتروشیمیایی** است و در کشاورزی از گاز اتن به عنوان «عمل آورنده» استفاده می‌شود.

واکنش‌پذیری آلکن‌ها: وجود پیوند دوگانه در آلکن‌ها باعث شده رفتار آن‌ها با آلکان‌ها خیلی فرق داشته باشد. مثلاً آلکن‌ها برخلاف آلکان‌ها، **خیلی واکنش‌پذیرند**.

نفت خام

- ۱- مخلوطی از هیدروکربن‌های گوناگون، برخی نمک‌ها، اسیدها، آب و ... است.
- ۲- مقدار نمک و اسید موجود در نفت خام کم بوده و در نواحی مختلف متغیر است.
- ۳- بخش عمده هیدروکربن‌های موجود در نفت خام، آلکان‌ها هستند که به دلیل واکنش‌پذیری کم، اغلب به عنوان سوخت به کار می‌روند.
- ۴- بیش از ۹۰٪ نفت خام، صرف سوزاندن و تأمین انرژی می‌شود.
- ۵- مقدار کمی از نفت خام (کم‌تر از ۱۰٪)، صرف خوراک پتروشیمی در تولید مواد پتروشیمیایی می‌شود.
- ۶- از نفت خام دسته‌های مختلفی از هیدروکربن‌ها به دست می‌آید.

کمی قبل‌تر دیدیم که مولکول‌های سبک‌تر، فراترند!

$\frac{1}{\text{فرار بودن}} \propto \text{گراتروی} \propto \text{نقطه جوش} \propto \text{قدرت نیروی بین مولکولی} \propto \text{اندازه و جرم مولی} \propto \text{تعداد کربن}$

اجزای نفت خام:

نفت کوره	(۲) گازوئیل	(۳) نفت سفید	(۴) بنزین و خوراک پتروشیمی
----------	-------------	--------------	----------------------------

افزایش سبکی و فرار بودن

در یک نمونه نفت خام، هر چه درصد اجزای سبک‌تر (مثل بنزین و خوراک پتروشیمی) بیشتر باشد ← قیمت بالاتری دارد ← مثل نفت برنت دریای شمال.

هر چه درصد اجزای سنگین‌تر (مثل نفت کوره) بیشتر باشد ← قیمت کم‌تری دارد ← مثل نفت سنگین کشورهای عربی.

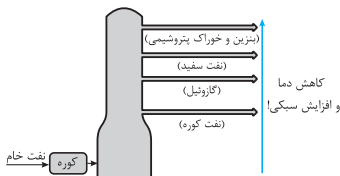
پالایش نفت خام: برای پالایش نفت خام اول نمک‌ها، اسیدها و آب آن را جدا می‌کنیم. بعد با استفاده از روش تقطیر جزء به جزء، هیدروکربن‌های نفت خام را به صورت مخلوط‌هایی با نقطه جوش نزدیک به هم جدا می‌کنیم.

مراحل جداسازی اجزای نفت خام با روش تقطیر جزء به جزء:

۱- اول نفت خام را گرما می‌دهیم و وارد قسمت پایینی برج تقطیر می‌کنیم. (هر چه در برج تقطیر بالاتر می‌رویم، دما کم‌تر می‌شود).

۲- پس از ورود نفت خام داغ به برج، مولکول‌های سبک‌تر و فراتر (مثل مواد اولیه پتروشیمی) از مایع بیرون می‌آیند و به سمت بالای برج می‌روند.

۳- هر چه این مولکول‌ها بالاتر می‌روند، سرد می‌شوند و در سینی‌های گوناگون که با فاصله قرار دارند، آن‌ها را جمع می‌کنیم.



۱- سوخت ارزان و مناسب در اختیار صنایع قرار می‌گیرد. ۲- انرژی الکتریکی ارزان قیمت تولید می‌شود. استخراج و مصرف بی‌رویه نفت خام باعث شده که این منبع تا ۱۰۰ سال دیگر رو به پایان باشد.

زغال سنگ

زغال سنگ، یکی از سوخت‌های فسیلی است که طول عمر ذخایر آن به ۵۰۰ سال می‌رسد، پس می‌تواند جایگزین نفت شود.

مشکلات جایگزینی زغال سنگ با نفت:

- ۱- باعث ورود مقدار بیشتری از انواع آلاینده‌ها به هواکره و تشدید اثر گلخانه‌ای می‌شود (با سوختن زغال سنگ، علاوه بر آلاینده‌های حاصل از سوختن نفت، گازهای SO_2 و NO_2 هم وارد هواکره می‌شوند).
- ۲- شرایط استخراج آن از معادن دشوار است.

راه‌های بهبود کارایی زغال سنگ: ۱- شست و شوی زغال سنگ به منظور حذف گوگرد و ناخالصی‌های دیگر ۲- به دام انداختن گاز گوگرد دی‌اکسید خارج شده از نیروگاه‌ها با عبور گازهای خروجی از روی کلسیم اکسید

$$SO_2(g) + CaO(s) \rightarrow CaSO_3(s)$$

مشکلات درون معدن زغال سنگ ← در خطر بودن جان کارگران به دلیل انفجار یا فروریختن معدن
دلیل انفجار معدن ← تجمع گاز متان آزاد شده از زغال سنگ (وقتی مقدار گاز متان در هوای معدن بیش از ۵٪ باشد احتمال انفجار وجود دارد).

راهکار جلوگیری از انفجار معدن: ۱- اندازه‌گیری و کنترل دقیق مقدار گاز متان در هوای معدن ۲- استفاده از تهویه مناسب و قوی

سوخت هواپیما

مزایای حمل و نقل هوایی: ۱- سریع تر است ۲- عدم نیاز به جاده‌سازی و تعمیرات آن ۳- مسافرت آسان و خدمات‌رسانی خوب در مواقع اضطراری حتی در نقاط دور دست.

سوخت هواپیما

- از پالایش نفت خام در برج‌های تقطیر پالایشگاه‌ها تولید می‌شود و به طور عمده از نفت سفید که مخلوطی از آلکان‌هاست تهیه می‌شود.
- تهیه آن نیاز به دانش فنی بالایی دارد.
- حدود ۶۶٪ آن از طریق خطوط لوله و بقیه با استفاده از راه‌آهن، نفتکش، جاده‌پیما و کشتی‌های نفتی توزیع می‌شود.

نکته: نفت سفید شامل آلکان‌هایی با ۱۰ تا ۱۵ اتم کربن است.

فصل دوم

غذا، ماده و انرژی

از نظر دانشمندان، اجزای بنیادی جهان مادی، ماده و انرژی هستند که به هم ربط دارند. مثلاً کاهش جرم خورشید، تبدیل ماده به انرژی را تأیید می‌کند و تأمین انرژی از سوزاندن سوخت‌ها یا گوارش غذا در بدن نشان می‌دهد که هر فعالیتی با هر آهنگی به یک منبع انرژی نیاز دارد.

نخستین انقلاب در کشاورزی ← کاشت دانه‌ها، دروی فراورده‌ها و تولید حیوانات و غلات به مقدار زیاد. صنایع غذایی: به فعالیت‌های صنعتی گوناگون مثل تولید، حمل و نقل، نگهداری، فراوری و ... صنایع غذایی می‌گوییم که به مقدار زیادی از منابع شیمیایی، زمین‌های بایر و آب‌های قابل استفاده در کشاورزی نیاز دارند. سرانه مصرف ماده غذایی، مقدار میانگین مصرف آن را به ازای هر فرد در یک مدت زمان معین نشان می‌دهد.

کار غذا در بدن ما:

۱- **تأمین انرژی** مورد نیاز بدن برای حرکت ماهیچه‌ها، ارسال پیام‌های عصبی، جابه‌جایی یون‌ها و مولکول‌ها از دیوارهٔ هر باخته.

۲- **تأمین مواد اولیه** برای ساخت و رشد بخش‌های گوناگون بدن مثل سلول‌های خونی، استخوان، پوست، مو، ماهیچه‌ها، آنزیم‌ها و

همه این فرایندها وابسته به انجام واکنش‌های شیمیایی هستند که هر کدام آهنگ ویژه‌ای دارند و دمای بدن را هم کنترل و تنظیم می‌کنند.

غذا معجونی از مواد شیمیایی و دارای ذره‌های گوناگون است. مثلاً گوشت قرمز و ماهی حاوی پروتئین، انواع ویتامین‌ها و مواد معدنی بوده و شیر و فراورده‌های آن منبعی برای تأمین پروتئین به ویژه کلسیم هستند.

← **تغذیه درست** وقتی که وعده‌های غذایی شامل مخلوط مناسبی از انواع ذرها است.

← **سوء تغذیه** وقتی که وعده‌های غذایی با کمبود نوع خاصی از ذره‌ها همراه است.

افزایش وزن و بیماری‌های دیگر ← افزایش نامتناسب برخی مولکول‌ها و یون‌ها در وعده‌های غذایی. بدن ما برای انجام فعالیت‌های ارادی و غیرارادی گوناگون به ماده و انرژی نیاز دارد، ولی ارزش مواد

غذایی در تأمین ماده و انرژی مورد نیاز بدن یکسان نیست. مثلاً خوردن سیب یا شربت آبلیمو و عسل، قند خون را بالا می‌برد در حالی که خوردن اسفناج و عدسی، کمبود آهن را جبران می‌کند.

یکی از راه‌های آزادشدن انرژی مواد، **سوزاندن** آن‌ها است. مواد غذایی هم هنگام سوختن انرژی آزاد می‌کنند، درست مثل سوخت‌هایی مانند گاز شهری، بنزین، الکل و زغال. انرژی حاصل از ماده غذایی به

نوع و جرم آن بستگی دارد و می تواند باعث تغییر دما بشود.

تعریف دما و انرژی گرمایی

دما کمیتی است که میزان گرمی و سردی مواد را نشان می‌دهد. در دمای معین یک ویژگی مشترک مواد با هر حالت فیزیکی، وجود **جنش‌های نامنظم ذره‌های سازنده** آن‌ها است. هر چه دمای ماده‌ای بالاتر باشد،

میانگین تندی و میانگین انرژی جنبشی ذره‌های سازنده آن بیشتر است. مثلاً بوی غذای گرم، آسان‌تر و سریع‌تر از غذای سرد به مشام مبارکمان می‌رسد! چون جنبه‌ی جوش ذره‌های سازنده آن بیشتر است.

دما: دمای یک ماده معیاری برای توصیف میانگین انرژی جنبشی ذره‌های سازنده آن است و به جرم ماده بستگی ندارد.

ماده بستگی ندارد.

نماد دما بر حسب سلسیوس $\leftarrow \theta$ نماد دما بر حسب کلوین $\leftarrow T$

بکائی، رائج دما ← درجہ سلسیوس، ($^{\circ}\text{C}$)

↑ ↑

تذکره: ارزش دمای « ۱ °C » برابر با « ۱ K » است؛ یعنی در یک فرایند داریم: $\Delta\theta = \Delta T$

انرژی گرمایی: به مجموع انرژی جنبشی ذره‌های سازنده یک نمونه ماده، انرژی گرمایی گفته می‌شود که هم

تعداد ذره‌های سازنده ماده بستگی دارد.

تعداد ذره‌های سازنده ماده بستگی دارد (۰.۵).

تفاوت دما و گرما

موقعتی می‌گیریم دمای یک نمونه آب، 25°C است نشان می‌دهد که دما، توصیف یک ویژگی از ماده است.

نوبتی می‌گیریم دادوستد گرما می‌تواند باعث تغییر دما شود، نشان می‌دهد که گرما از ویژگی‌های یک ماده نیست و برای توصیف آن به کار نمی‌رود.

گرمای: گرما هم‌ارز با مقدار انرژی گرمایی است که به دلیل **تفاوت در دما** جاری می‌شود. برای حساب کردن

$Q = m c \Delta\theta = C \Delta\theta \rightarrow$ تغییرات دما ، $1 \text{ cal} = 4/18 \text{ J}$ ، $1 \text{ J} = 1 \text{ kg.m}^2.\text{s}^{-2}$ ،
 ظرفیت گرمایی ویژه

ظرفیت گرمایی (C): به مقدار گرمایی که یک ماده می‌گیرد تا دمای آن یک درجه سلسیوس (1°C) افزایش یابد، ظرفیت گرمایی آن ماده می‌گوییم. پس ظرفیت گرمایی یک ماده در دما و فشار اتاق به نوع و جرم ماده بستگی دارد.

ظرفیت گرمایی ویژه (c): به مقدار گرمایی که یک گرم از یک ماده می‌گیرد تا دمای آن یک درجه سلسیوس (1°C) افزایش یابد، ظرفیت گرمایی ویژه آن ماده گفته می‌شود. ظرفیت گرمایی ویژه در دما و فشار اتاق، فقط به نوع ماده بستگی دارد.

ظرفیت گرمایی ویژه ($\text{J.g}^{-1}.\text{C}^{-1}$)

$$C = mc$$

ظرفیت گرمایی ($\text{J}.\text{C}^{-1}$)

نکته: هر چه ظرفیت گرمایی یک ماده بیشتر باشد، در اثر مقدار یکسانی گرما، دمای آن دیرتر تغییر (افزایش یا کاهش) می‌یابد.

نکته: آب یکی از موادی است که گرمای ویژه (c) بالایی دارد. به همین دلیل هر ماده‌ای که آب بیشتری داشته باشد، ظرفیت گرمایی ویژه و مقاومت آن در برابر تغییر دما بیشتر است. مثلاً سیب‌زمینی، آب بیشتری از نان دارد. پس:

نان > سیب‌زمینی: ظرفیت گرمایی ویژه

ظرفیت گرمایی آب بیشتر از روغن زیتون است؛ یعنی برای افزایش دمای مقدار یکسانی آب و روغن زیتون از 25°C تا 75°C ، آب گرمای بیشتری می‌گیرد و به همین دلیل در این شرایط تخم‌مرغ درون آب می‌پزد ولی درون روغن زیتون خیر!

روغن و چربی هر دو ترکیب آلی هستند ولی از آن‌جا که ساختار متفاوتی دارند، رفتارهای فیزیکی و شیمیایی متفاوتی هم دارند.

از نظر فیزیکی ← روغن در دمای اتاق، مایع است ولی چربی، جامد است.

از نظر شیمیایی ← در ساختار مولکول‌های روغن، پیوند دوگانه بیشتری وجود دارد و واکنش‌پذیری بیشتری از چربی دارند.

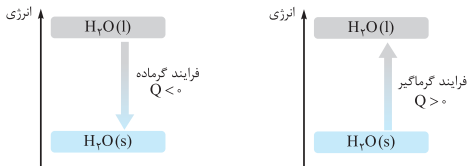
جاری شدن انرژی گرمایی

سامانه: به بخشی از جهان که تغییر انرژی و ویژگی‌های دیگر آن را بررسی می‌کنیم، سامانه می‌گوییم.

محیط: به هر چیزی که دور و بر سامانه باشد، محیط می‌گوییم.

فرایند گرماده: در این فرایند، گرما از سامانه به محیط منتقل می‌شود و انرژی سامانه کاهش می‌یابد ($Q < 0$): مثل انجماد آب.

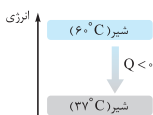
فرایند گرماگیر: در این فرایند، سامانه از محیط گرما می‌گیرد و انرژی سامانه افزایش می‌یابد ($Q > 0$): مثل ذوب شدن یخ.



از شیمی دهم می‌دانیم سطح انرژی با پایداری رابطه عکس دارد یعنی هر چه سطح انرژی ماده‌ای کمتر باشد، پایداری آن بیشتر است.

پس در واکنش‌های گرماده، سطح انرژی فراورده‌ها کمتر و پایداری آن‌ها بیشتر از واکنش‌دهنده‌ها است. (و برعکس).

یادآوری: در شیمی دهم خواندیم که اتم‌ها در حالت پایه، انرژی جذب می‌کنند و به اتم‌های برانگیخته تبدیل



می‌شوند به همین دلیل اتم‌های برانگیخته، پرنرژی‌تر و ناپایدارترند.

وقتی شیر گرم با دمای حدود 60°C می‌خوریم، دو اتفاق می‌افتد:

۱- اول شیر گرم، مقداری انرژی به صورت گرما از دست می‌دهد

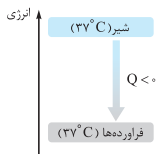
تا با بدن ما (37°C) هم‌دما شود؛ پس انرژی از سامانه (شیر گرم)

به محیط (بدن ما) جاری می‌شود و دمای سامانه کاهش می‌یابد

بنابراین این فرایند گرماده است. ($Q < 0, \Delta\theta < 0$) گرما + شیر (37°C) → شیر (60°C)

۲- سپس **بخش عمده** انرژی موجود در شیر، موقع گوارش و سوخت‌وساز و با انجام واکنش‌های شیمیایی

گوناگون به بدن می‌رسد. (فرایند گرماده در دمای ثابت، $Q < 0$)



توجه: گوارش در دمای ثابت

حواستان باشد! در این واکنش‌ها با این‌که دما ثابت است (37°C) ولی باز هم میان سامانه و محیط

پیرامون، انرژی رد و بدل می‌شود.

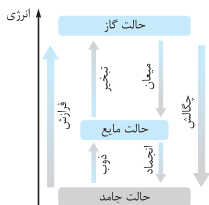
وقتی بستنی خنک می‌خوریم، باز هم دو اتفاق می‌افتد: ۱) بستنی (سامانه) از بدن ما (محیط) گرما

می‌گیرد و با آن هم دما می‌شود. (فرایند گرماگیر $\leftarrow Q > 0, \Delta\theta > 0$)

۲) گوارش و سوخت‌وساز بستنی که با آزاد شدن انرژی همراه است. (فرایند گرماده در دمای ثابت

$\leftarrow Q < 0$)

گرما در واکنش‌های شیمیایی (گرمایشی)



می‌دانیم که هر واکنش شیمیایی ممکن است با

تغییراتی همراه باشد، مثل تغییر رنگ، تولید رسوب،

آزاد شدن گاز و ایجاد نور و صدا. اما یک ویژگی بنیادی

در همه واکنش‌ها، **دادوستد گرما با محیط پیرامون** است.

نکته: تغییر حالت فیزیکی مواد خالص با تغییر

انرژی همراه است.

ترموشیمی (گرمایشی): شاخه‌ای از علم شیمی است که به بررسی کمی و کیفی گرمای واکنش‌های

شیمیایی، تغییر آن و تأثیری که بر حالت ماده می‌گذارد، می‌پردازد.

۱- گوارش مواد غذایی در بدن $\leftarrow$ تأمین انرژی لازم برای

سوخت‌وساز یاخته‌ها.

۲- سوختن سوخت‌ها $\leftarrow$ تأمین انرژی لازم برای حمل‌ونقل

و گرمایش.

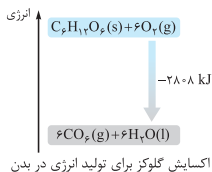
۳- زغال کک (واکنش‌دهنده رایج در استخراج آهن) $\leftarrow$

تأمین انرژی لازم برای واکنش استخراج آهن.

چند مثال از نقش و اهمیت

گرمایشی در زندگی

انرژی غذا بعد از انجام واکنش‌های شیمیایی گوناگون به بدن ما می‌رسد که هر یک از این واکنش‌ها، می‌توانند **گرماده** یا **گرماگیر** باشند. مثلاً **اکسایش گلوکز** در بدن، **گرماده** است ولی در این واکنش دمای بدن تغییر محسوسی نمی‌کند. (اکسایش گلوکز $\Delta\theta = 0 \Leftarrow Q < 0$)



انرژی پتانسیل (انرژی شیمیایی): به انرژی نهفته‌شده در یک نمونه ماده گفته می‌شود که ناشی از **نیروهای نگهدارنده ذره‌های سازنده آن** است.

وقتی یک مول گاز هیدروژن و یک مول گاز کلر در دمای 25°C با هم واکنش می‌دهند، 184 kJ گرما آزاد می‌شود در حالی که دمای واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها برابر است ($\Delta\theta = 0$) که این یعنی انرژی گرمایی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها تقریباً با هم برابر است؛ پس:

«**گرمای جذب‌شده یا آزادشده در هر واکنش شیمیایی به طور عمده به تفاوت میان انرژی پتانسیل مواد واکنش‌دهنده و فراورده بستگی دارد، نه به تفاوت میان انرژی گرمایی آن‌ها.**»

مثلاً در واکنش $\text{H} - \text{H}(\text{g}) + \text{Cl} - \text{Cl}(\text{g}) \rightarrow 2\text{H} - \text{Cl}(\text{g})$ ، در هر مولکول دو اتم با یک پیوند اشتراکی به هم متصل‌اند، ولی نوع اتم‌های متصل به هم در هر مولکول با دیگری فرق دارد که باعث می‌شود نیروهای نگهدارنده اتم در هر مولکول و در نتیجه استحکام پیوندها با هم فرق داشته باشد. بنابراین:

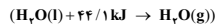
«در یک واکنش شیمیایی و با تغییر شیوه اتصال اتم‌ها به هم، انرژی پتانسیل وابسته به آن‌ها فرق می‌کند که این تفاوت در انرژی پتانسیل به شکل گرما ظاهر می‌شود.»

نکته: گرمای یک واکنش در دما و فشار ثابت، به نوع و مقدار واکنش‌دهنده‌ها، نوع فراورده‌ها و حالت فیزیکی آن‌ها بستگی دارد.

یخچال صحرایی: در قاره آفریقا (کشور نیجریه)، شخصی به نام محمد باه‌آباه، یخچال صحرایی را اختراع کرد که بدون نیاز به انرژی الکتریکی، غذا را خنک و برای مدت طولانی تری سالم نگه می‌دارد.

طرز کار یخچال صحرایی:

- 1- دو ظرف سفالی، درون هم قرار دارند و فضای بین آن‌ها پر از شن خیس است.
- 2- در پوش این مجموعه، پوشش نخی و مرطوب است که کار تهویه را انجام می‌دهد.
- 3- آب در بدنه سفالی ظرف بیرونی نفوذ کرده و به آرامی تبخیر می‌شود و این طوری باعث کاهش دمای درون یخچال می‌شود.



طرز کار کوزه: کوزه از **خاک رس** درست می‌شود و در بدنه خودش کلی **روزنه‌های ریز** دارد. وقتی که کوزه دارای آب باشد، آب به راحتی به دیواره آن نفوذ می‌کند، تا جایی که سطح بیرونی کوزه نمناک می‌شود. این آب موجود در سطح کوزه خیلی **آروم آروم** از محتویات درون کوزه گرما می‌گیرد و **تبخیر** می‌شود. که این داستان باعث کاهش دمای آب درون کوزه می‌شود.

آنتالپی (محتوای انرژی)

هر نمونه ماده شامل تعداد بسیار زیادی ذره سازنده است که علاوه بر جنبش‌های نامنظم (انرژی جنبشی) با یکدیگر برهم‌کنش هم دارند (انرژی پتانسیل).

یک نمونه ماده را با مقدار آن در دما و فشار معین توصیف می‌کنیم. مثلاً ۲۰۰ گرم آب در دما و فشار اتاق، یک نمونه ماده است و اگر ظرفی محتوی این نمونه ماده باشد به مجموعه آن سامانه می‌گوییم.

آنتالپی (محتوای انرژی): به انرژی کل هر سامانه (انرژی جنبشی و پتانسیل) در دما و فشار معین آنتالپی می‌گوییم و آن را با نماد H نشان می‌دهیم.

تغییر آنتالپی (ΔH): تغییر آنتالپی هم‌ارز است با گرمایی که در هر واکنش با فشار ثابت، با محیط پیرامون دادوستد می‌شود که آن را با Q_p هم نشان می‌دهیم. ($Q_p = \Delta H$)

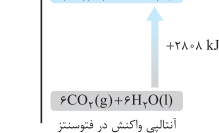
(گرمای واکنش در فشار ثابت) $Q_p = H_{\text{(مواد واکنش‌دهنده)}} - H_{\text{(مواد فراورده)}} = \Delta H$ (تغییر آنتالپی واکنش)

خواص: اغلب به جای تغییر آنتالپی و واکنش، واژه آنتالپی و واکنش به کار می‌رود.

نکته: همه مواد پیرامون ما، در دما و فشار اتاق، آنتالپی معین دارند.

واکنش گرماگیر: در واکنش‌های گرماگیر، آنتالپی سامانه افزایش می‌یابد ($\Delta H > 0, Q_p > 0$): پس در واکنش‌های گرماگیر آنتالپی فراورده‌ها بیشتر از واکنش‌دهنده‌ها است مثل واکنش فتوسنتز.

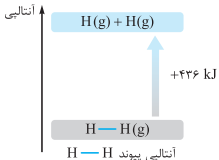
نکته: در واکنش‌های گرماگیر، سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها پایین‌تر از فراورده‌ها است، پس پایدارتر از فراورده‌ها هستند.



واکنش گرماده: در واکنش‌های گرماده، آنتالپی سامانه کاهش می‌یابد ($\Delta H < 0, Q_p < 0$): پس در واکنش‌های گرماده آنتالپی فراورده‌ها کمتر از واکنش‌دهنده‌ها است. مثل اکسایش گلوکز و همه واکنش‌های سوختن.

نکته: در واکنش‌های گرماده، سطح انرژی فراورده‌ها پایین‌تر از واکنش‌دهنده‌ها است پس پایدارتر از واکنش‌دهنده‌ها هستند.

آنتالپی پیوند و میانگین آن



با انجام یک واکنش شیمیایی، شیوه اتصال اتم‌ها با یکدیگر تغییر می‌کند که باعث تغییر ساختار و خواص مواد می‌شود؛ پس پیوندهای شیمیایی و انرژی وابسته به آن‌ها در گرمای مبادله‌شده یک واکنش نقش دارند. شکستن پیوند فرایندی گرماگیر و تشکیل پیوند، گرماده است. مثلاً برای شکستن پیوندهای اشتراکی موجود در یک مول $H_2(g)$ و تبدیل آن به دو مول اتم $H(g)$ ، حدود 436 kJ انرژی لازم است که به آن آنتالپی پیوند می‌گوییم و آن را با $\Delta H_{(H-H)}$ نشان می‌دهیم.

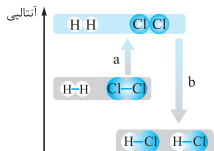
آنتالپی پیوند: به انرژی لازم برای شکستن یک مول پیوند در حالت گازی و تبدیل آن به دو مول اتم مجزای گازی، آنتالپی پیوند می‌گوییم.

نکته: به طور کلی هر چه مرتبه پیوند، بیشتر و شعاع پیوند، کوچک‌تر باشد، آنتالپی پیوند بیشتر است.

$\propto \frac{1}{\text{شعاع پیوند}}$ مرتبه پیوند $\propto$ آنتالپی پیوند

میانگین آنتالپی پیوند: در مولکول‌هایی که اتم مرکزی به چند اتم کناری **یکسان** با پیوندهای اشتراکی متصل است (مثل CO_2 ، CH_4 ، H_2O و ...) از میانگین آنتالپی پیوند استفاده می‌کنیم. مثلاً برای واکنش $\text{C}(\text{g}) + 4\text{H}(\text{g}) \rightarrow \text{CH}_4(\text{g}) + 1660 \text{ kJ}$ ، میانگین آنتالپی پیوند « $\text{C}-\text{H}$ » این‌طوری می‌شود:

$$\Delta H(\text{C}-\text{H}) = \frac{1660}{4} = 415 \text{ kJ.mol}^{-1}$$



$$a = (1 \text{ mol} \times 436 \text{ kJ.mol}^{-1}) + (1 \text{ mol} \times 242 \text{ kJ.mol}^{-1}) = 678 \text{ kJ}$$

$$b = -(2 \text{ mol} \times 431 \text{ kJ.mol}^{-1}) = -862 \text{ kJ}$$

حالا از جمع جبری a و b ، آنتالپی واکنش به دست می‌آید:

$$\Delta H(\text{واکنش}) = a + b = 678 + (-862) = -184 \text{ kJ}$$

این هم فرمول کلی تعیین آنتالپی یک واکنش **گازی** با استفاده از آنتالپی پیوند:

$$\Delta H(\text{واکنش}) = [\text{مجموع آنتالپی پیوندها در مواد واکنش دهنده}] - [\text{مجموع آنتالپی پیوندها در مواد فراورده}]$$

حواستان باشد! استفاده از آنتالپی پیوند **فقط** برای تعیین ΔH واکنش‌هایی به کار می‌رود که **همه** مواد شرکت‌کننده در آن‌ها، **حالت گازی** داشته باشند.

نکته: هر چه مولکول‌های مواد شرکت‌کننده در واکنش **ساده‌تر** باشند، آنتالپی محاسبه‌شده با روش آنتالپی پیوند با داده‌های تجربی همخوانی بیشتری دارد.

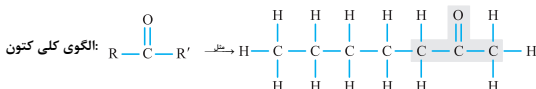
ادویه‌ها و گروه عاملی

کاربرد ادویه‌ها: ۱- اضافه کردن رنگ، بو و مزه خوب به غذاها ۲- مصارف **دارویی** مثل جلوگیری از گرسنگی، افزایش سوخت‌وساز، جلوگیری از التهاب، پیشگیری از سرطان و گاهی بهبود یا رفع آن.

گروه عاملی: آرایش منظمی از اتم‌ها که به مولکول آلی دارای آن، خواص فیزیکی و شیمیایی منحصر به فرد می‌بخشد.

دلیل خواص منحصر به فرد ادویه‌ها ← وجود گروه عاملی متفاوت در آن‌ها.

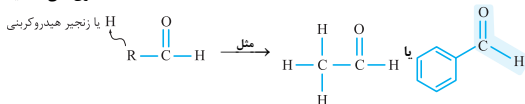
آشنایی با چند گروه عاملی: **آلدهیدها و کتون‌ها** در ساختار خود گروه عاملی **کربونیل** ($\text{C}=\text{O}$) دارند. **کتون:** در کتون‌ها (با فرمول عمومی $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}$)، گروه کربونیل به دو اتم کربن متصل است.



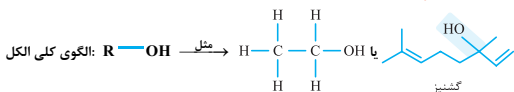
آلدهید: در آلدهیدها (با فرمول عمومی $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}$)، گروه کربونیل حتماً از یک طرف به اتم H متصل است و از طرف دیگر به اتم کربن یا H.

۱- فرمول‌های عمومی داده‌شده در این صفحه فرض شده که R، گروه آلکیل یعنی $(\text{C}_n\text{H}_{2n+1})$ است.

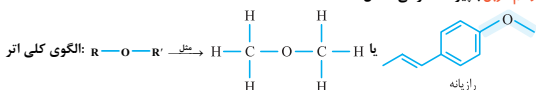
الگوی کلی آلدهید:



الکل: الکل‌ها (با فرمول عمومی $C_nH_{2n+2}O$)، گروه عاملی **هیدروکسیل** ($-OH$) دارند و در آن‌ها اتم اکسیژن به **یک اتم کربن** با پیوند یگانه وصل شده است.



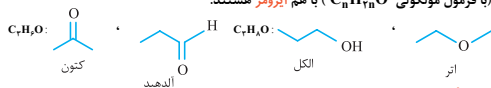
اتر: اترها (با فرمول عمومی $C_nH_{2n+2}O$)، گروه عاملی **اتری** ($-O-$) دارند و در آن‌ها اتم اکسیژن به **دو اتم کربن** با پیوند اشتراکی متصل است.



ایزومر (هم‌پار): به موادی که فرمول مولکولی آن‌ها یکسان بوده ولی ساختارشان متفاوت است، ایزومر (هم‌پار) می‌گوییم.

نکته: ایزومرها دارای **نوع و تعداد اتم‌های یکسان** هستند ولی خواص فیزیکی، شیمیایی و محتوای انرژی آن‌ها متفاوت است.

نکته: در تعداد کربن برابر، **الکل‌ها و اترها** (با فرمول مولکولی $C_nH_{2n+2}O$) و **هم‌چنین کتون‌ها و آلدهیدها** (با فرمول مولکولی $C_nH_{2n}O$) با هم **ایزومر** هستند:



آنتالپی سوختن

با خوردن غذا مواد مختلفی به بدن ما می‌رسد شامل **کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها، پروتئین‌ها، آب، ویتامین‌ها و مواد معدنی** که سه مادهٔ اول علاوه بر تأمین مواد اولیه برای سوخت‌وساز یاخته‌ها، منبعی برای تأمین انرژی آن‌ها هم هستند.

در بین این سه ماده، فقط **کربوهیدرات‌ها** در بدن به **گلوکز** شکسته شده و گلوکز حاصل از آن‌ها در خون حل می‌شود. خون هم گلوکز را به یاخته‌ها می‌رساند و با **اکسایش** این ماده در یاخته‌ها انرژی تولید می‌شود. **ارزش سوختی:** به انرژی حاصل از سوختن یا اکسایش **یک گرم** از هر ماده، ارزش سوختی آن ماده می‌گوییم.

ماده غذایی	کربوهیدرات	چربی	پروتئین
ارزش سوختی (kJ.g^{-1})	۱۷	۳۸	۱۷

همان‌طور که در جدول روبه‌رو می‌بینید ارزش سوختی **چربی، بیشتر** از **کربوهیدرات و پروتئین** است (حدود ۲ برابر). به همین دلیل مقدار اضافی مواد و انرژی دریافتی از مواد غذایی به طور عمده به شکل چربی در بدن ذخیره شده و باعث چاقی می‌شوند.

میزان انرژی مورد نیاز بدن هر فرد به سه چیز بستگی دارد: وزن، سن و میزان فعالیت روزانه.

بخش عمده گاز شهری، **متان** است که در حضور اکسیژن به طور کامل می‌سوزد و علاوه بر $\text{CO}_2(\text{g})$ و $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ، **مقدار زیادی انرژی** تولید می‌کند. به همین دلیل سوخت‌های فسیلی تکیه‌گاهی برای تأمین انرژی در صنعت، کشاورزی و زندگی روزانه هستند.

آنتالپی سوختن: وقتی **یک مول** ماده در **اکسیژن کافی** به طور کامل بسوزد به آنتالپی این واکنش آنتالپی سوختن می‌گوییم. آنتالپی سوختن در فشار (1 atm) و دمای (25°C) اندازه‌گیری می‌شود و یکای آن $(\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1})$ است.

نکته: یکی از فراورده‌های سوختن کامل مواد آلی در دمای اتاق، H_2O است که حالت مایع دارد ($\text{H}_2\text{O}(\text{l})$). این هم آنتالپی سوختن چند ترکیب آلی در دمای 25°C :

ماده آلی	آنتالپی سوختن ($\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$)	ماده آلی	آنتالپی سوختن ($\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$)
$\text{CH}_4(\text{g})$	-890	$\text{C}_2\text{H}_2(\text{g})$	-1300
$\text{C}_2\text{H}_6(\text{g})$	-1560	$\text{C}_3\text{H}_4(\text{g})$	-1938
$\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})$	-1410	$\text{CH}_3\text{OH}(\text{l})$	-726
$\text{C}_3\text{H}_8(\text{g})$	-2058	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l})$	-1368

با توجه به جدول بالا: ۱- **با افزایش جرم مولی هیدروکربن‌ها**، آنتالپی سوختن آن‌ها **افزایش** می‌یابد. (منظورمان مقدار عددی آن است).

۲- در تعداد اتم کربن برابر، آنتالپی سوختن آلکان‌ها **بیشتر** از الکل‌ها است.

در ساختار خود علاوه بر **هیدروژن و کربن**، **اکسیژن** هم دارد. مثل اتانول ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)

نسبت به هیدروکربن هم جرم خود، **کربن دی‌اکسید** ($\text{CO}_2(\text{g})$) **کم‌تری** تولید می‌کند.

از **پسماندهای گیاهی** مانند سویا، نیشکر و دیگر دانه‌های روغنی استخراج می‌شود.

قانون هس (جمع‌پذیری گرمای واکنش‌ها)

روش‌های اندازه‌گیری آنتالپی واکنش‌های شیمیایی:

۱- روش تجربی ← با استفاده از گرماسنج لیوانی

۲- روش محاسباتی ← با استفاده از آنتالپی پیوند و قانون هس

گرماسنج لیوانی: گرماسنج لیوانی دستگاهی است که به

کمک آن می‌توانیم گرمای واکنش‌ها را در **فشار ثابت** و به

روش تجربی تعیین کنیم. این روش برای تعیین ΔH

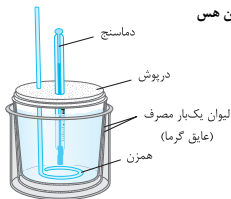
فرایندهای انحلال و واکنش‌هایی که در حالت محلول

انجام می‌شوند، مناسب است:

گرمای ویژه محلول

$$\Delta H(\text{واکنش}) = Q_p = mc\Delta\theta \rightarrow \text{تغییرات دمای محلول}$$

جرم محلول



قانون هس: آنتالپی خیلی از واکنش‌های شیمیایی را به روش تجربی نمی‌توانیم اندازه بگیریم. به دو دلیل: ۱- مرحله‌ای از یک واکنش پیچیده هستند. ۲- به آسانی انجام نمی‌شوند و تأمین شرایط بهینه برای انجام آن‌ها خیلی دشوار و پرهزینه است. مثل واکنش تهیه گاز متان از گرافیت و هیدروژن:

$$\text{C(s, گرافیت)} + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CH}_4(\text{g})$$

ΔH این واکنش‌ها را از روش دقیق دیگری مثل قانون هس، حساب می‌کنیم. اولین بار آقای هس فهمید که گرمای یک واکنش معین به **راه انجام آن بستگی ندارد** یعنی اگر شرایط انجام همه واکنش‌ها یکسان باشد، می‌توانیم ΔH یک واکنش معین را از ΔH دو یا چند واکنش دیگر به دست بیاوریم.

قانون هس (قانون جمع پذیری واکنش‌ها): اگر معادله واکنشی را بتوانیم از جمع معادله دو یا چند واکنش دیگر به دست آوریم، ΔH آن هم از **جمع جبری** ΔH همان واکنش‌ها به دست می‌آید.

نکته: اگر واکنش شیمیایی با ΔH وابسته به آن بیان شود، به آن واکنش **گرماتریمی** می‌گوییم. **قواعد قانون هس:**

۱- اگر معادله واکنشی را برعکس کنیم، ΔH آن قرینه می‌شود. (یعنی در ۱- ضرب می‌شود).
۲- اگر معادله واکنشی را در عددی ضرب (یا تقسیم) کنیم، ΔH واکنش هم در همان عدد ضرب (تقسیم) می‌شود.

تذکره: هنگام استفاده از روش هس، از ماده‌ای شروع کنید که در واکنش نهایی وجود داشته و فقط در یکی از واکنش‌ها وجود دارد.

مثلاً ΔH واکنش تشکیل متان $\text{C(s, گرافیت)} + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CH}_4(\text{g})$ را با روش هس از سه واکنش ترموشیمی زیر به دست می‌آوریم:

۱) $\text{C(s, گرافیت)} + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H_1 = -393 / 5 \text{ kJ}$
۲) $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O(l)} \quad \Delta H_2 = -286 \text{ kJ}$
۳) $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O(l)} \quad \Delta H_3 = -890 \text{ kJ}$
با توجه به واکنش نهایی می‌خواهیم C(s, گرافیت) در واکنش دهنده‌ها و با ضریب ۱ وجود داشته باشد، پس واکنش اول را تغییر نمی‌دهیم.

۱) $\text{C(s, گرافیت)} + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H_1 = -393 / 5 \text{ kJ}$
می‌خواهیم $\text{H}_2(\text{g})$ با ضریب ۲ در واکنش دهنده‌ها باشد، پس واکنش دوم را در ۲ ضرب می‌کنیم:
۲') $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O(l)} \quad \Delta H'_2 = 2 \times (-286) = -572 \text{ kJ}$

می‌خواهیم CH_4 با ضریب ۱ در فراورده باشد، پس واکنش سوم را برعکس می‌کنیم:
۳') $\text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow \text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \quad \Delta H'_3 = -1 \times -890 = +890 \text{ kJ}$
حالا طبق قانون هس همه واکنش‌ها و ΔH مربوط به آن‌ها را با هم جمع می‌کنیم تا واکنش نهایی به دست آید:

۱) $\text{C(s, گرافیت)} + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H_1 = -393 / 5 \text{ kJ}$
۲') $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O(l)} \quad \Delta H'_2 = -572 \text{ kJ}$
۳') $\text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow \text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \quad \Delta H'_3 = +890 \text{ kJ}$

$\text{C(s, گرافیت)} + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CH}_4(\text{g}), \Delta H = \Delta H_1 + \Delta H'_2 + \Delta H'_3 = (-393 / 5 \text{ kJ}) + (-572 \text{ kJ}) + 890 \text{ kJ} = -75 / 5 \text{ kJ}$

گاز متان: متان ساده‌ترین عضو هیدروکربن‌ها و اولین عضو خانواده آلکان‌ها است و بخش عمده گاز طبیعی را تشکیل می‌دهد. این گاز از تجزیه گیاهان به وسیله باکتری‌های بی‌هوازی در زیر آب تولید می‌شود. راستی! گاز متان اولین بار از سطح مرداب جمع‌آوری شده است و به همین دلیل به **گاز مرداب** معروف است.

غذای سالم

برای نگهداری مواد غذایی، محیط **سرد، خشک و تاریک** بهتر از محیط **گرم، روشن و مرطوب** است.

بررسی عوامل مؤثر در نگهداری مواد غذایی:

۱- دما: با کاهش دما، مواد غذایی دیرتر خراب می‌شوند و زمان ماندگاری آن‌ها افزایش می‌یابد. مثال ← منجمد کردن گوشت.

۲- نور: هر چه محیط تاریک‌تر باشد، سرعت واکنش‌ها (مثل شکستن برخی پیوندها) کم‌تر شده و مواد غذایی مدت‌زمان بیشتری سالم می‌مانند. مثال ← ظرف مات و کدر روغن مایع.

۳- رطوبت: در محیط مرطوب (برخلاف محیط خشک)، میکروب‌ها رشد و تکثیر می‌کنند تا جایی که ماده غذایی کپک می‌زند و فاسد می‌شود. مثال ← خشکبار مدت طولانی‌تری سالم می‌مانند.

۴- اکسیژن: مواد غذایی در هوای آزاد و در معرض اکسیژن، سریع‌تر فاسد می‌شوند. (به دلیل واکنش‌پذیری زیاد گاز اکسیژن) مثال ← خالی کردن هوای درون بسته‌بندی مواد غذایی.

به طور کلی برای **افزایش زمان ماندگاری و بهبود کیفیت مواد غذایی** دو روش وجود دارد:

۱- **روش‌های خانگی** مثل خشک کردن میوه‌ها، تهیه ترشی و نمک‌سود کردن

۲- **روش‌های صنعتی** مثل تهیه کنسرو، بسته‌بندی نوین، افزودن نگهدارنده‌ها و استفاده از یخچال‌های صنعتی، سردخانه‌ها و ...

سینتیک شیمیایی: شاخه‌ای از علم شیمی است که علاوه بر آهنگ تغییر شیمیایی در واکنش‌ها، عوامل مؤثر بر این آهنگ را هم بررسی می‌کند.

آهنگ واکنش

تهیه و تولید **سریع‌تر یا کندتر** یک فراورده صنعتی، دارویی یا غذایی نقش مهمی در **کیفیت و زمان ماندگاری** آن دارد.

آهنگ واکنش معیاری برای **زمان ماندگاری مواد** است و نشان می‌دهد هر تغییر شیمیایی در چه مدت‌زمانی انجام می‌شود. هر چه **مدت‌زمان** انجام یک واکنش **کم‌تر** باشد، آهنگ انجام آن **تندتر** است و واکنش **سریع‌تر** انجام می‌شود.

شیمی‌دان‌ها به آهنگ واکنش در گستره معینی از زمان. **سرعت واکنش** می‌گویند؛ گستره زمان واکنش‌ها از **چند صدم ثانیه تا چند سده** متفاوت است.

دسته‌بندی واکنش‌ها از لحاظ سرعت:

۱- **بسیار سریع** ← مثل انفجار که در آن از مقدار کمی ماده منفجره جامد یا مایع، حجم زیادی از گازهای داغ تولید می‌شود.

۲- **سریع** ← مثل تشکیل رسوب سفیدرنگ نقره کلرید با اضافه کردن محلول سدیم کلرید به محلول نقره نیترات

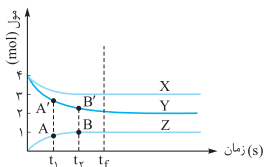
۳- **کند** ← مثل زنگ‌زدن آهن در هوای مرطوب و تولید زنگار ترد و شکننده

۴- **بسیار کند** ← مثل تجزیه سلولز کاغذ.

عوامل مؤثر بر سرعت واکنش‌ها: سرعت واکنش‌ها به عواملی مثل **دما، غلظت، نوع مواد واکنش‌دهنده، کاتالیزگر و سطح تماس واکنش‌دهنده‌ها** بستگی دارد و با تغییر این موارد می‌توان سرعت واکنش‌ها را تغییر داد.

نکته: دلیل علامت منفی در رابطه سرعت متوسط واکنش دهنده‌ها این است که می‌خواهیم مقدار سرعت متوسط، عددی مثبت بشود.

تذکره: در حالت کلی، یکای سرعت متوسط مول بر زمان (mol.s^{-1}) است ولی برای شرکت کننده‌ها در حالت گاز یا محلول می‌توانیم آن را با یکای مول بر لیتر بر زمان ($\text{mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$) هم نمایش بدهیم.



سرعت متوسط و شیب نمودار مول -

زمان: نمودار مول - زمان برای واکنش فرضی

$X + 2Y \rightarrow Z$ می‌تواند به شکل روبه‌رو باشد. با

توجه به نمودار روبه‌رو:

● با گذشت زمان، مقدار فراورده‌ها زیاد و مقدار

واکنش دهنده‌ها کم می‌شود، به همین دلیل نمودار

مول - زمان برای فراورده‌ها و واکنش دهنده‌ها به

ترتیب صعودی و نزولی است.

● نسبت $\frac{\Delta n}{\Delta t}$ یا همان شیب خط AB در نمودار مول-زمان، برابر با سرعت متوسط ($\bar{R}$) هر شرکت کننده است.

● هر چه به پایان واکنش نزدیک‌تر می‌شویم، شیب نمودار مول - زمان کندتر می‌شود (یعنی سرعت

واکنش کم‌تر می‌شود) تا جایی که سرعت واکنش به صفر می‌رسد و نمودار مول - زمان به صورت یک

خط افقی در می‌آید. در این لحظه واکنش به پایان رسیده و دیگر فراورده‌ای تولید نمی‌شود. (در نمودار

ما در زمان t_f ، سرعت واکنش صفر می‌شود.)

● همان‌طور که می‌بینید سرعت هر ماده در واکنش (شیب نمودار مول - زمان)، متناسب است با ضریب

استوکیومتری آن. مثلاً:

$$\frac{\bar{R}(Y)}{\bar{R}(X)} = \frac{2}{1} = 2, \quad \frac{\bar{R}(Z)}{\bar{R}(X)} = \frac{1}{1} = 1, \quad \frac{\bar{R}(Y)}{\bar{R}(Z)} = \frac{2}{1} = 2$$

خوراکی‌های طبیعی رنگین، بازدارنده‌هایی مفید و مؤثر

رادیکال، گونه فعال و ناپایداری است که در ساختار خود الکترون جفت‌نشده دارد، یعنی شامل اتم‌هایی است

که از قاعده هشت تایی پیروی نمی‌کنند. به همین دلیل رادیکال‌ها واکنش‌پذیری بالایی دارند. این هم دو نوع

رادیکال: $\cdot\ddot{O} - \ddot{N} = \ddot{O}$ و $\cdot\ddot{N} = \ddot{O}$:

در بدن ما هم به دلیل انجام واکنش‌های پیچیده و متنوع، رادیکال‌هایی به وجود می‌آیند که اگر به

وسیله بازدارنده‌ها جذب نشوند، می‌توانند با انجام واکنش‌های سریع به بافت‌های بدن آسیب بزنند. یعنی

بازدارنده‌ها، رادیکال را به دام می‌اندازند تا با کاهش مقدار آن‌ها، سرعت واکنش‌های ناخواسته کم شود.

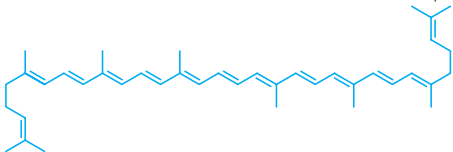
سبزیجات و میوه‌ها شامل ترکیب‌های آلی سیرنشده‌ای به نام ریزمغذی‌ها هستند که به عنوان بازدارنده از

واکنش‌های ناخواسته (به دلیل حضور رادیکال‌ها) در بدن جلوگیری می‌کنند و نقش بازدارندگی مؤثری

در برابر سرطان و پیری زودرس دارند.

یک نوع بازدارنده طبیعی، لیکوپن موجود در هندوانه و گوجه‌فرنگی است که فعالیت رادیکال‌ها را کاهش

می‌دهد. اینم سافت‌ارش:



لیکوپن

سرعت واکنش

سرعت واکنش: اگر سرعت متوسط تولید یا مصرف هر ماده را به ضریب استوکیومتری آن ماده (در معادله موازنه شده) تقسیم کنیم، سرعت واکنش به دست می‌آید؛ مثلاً برای واکنش $aA + bB \rightarrow cC + dD$ داریم:

$$\bar{R}(\text{واکنش}) = \frac{\bar{R}(A)}{a} = \frac{\bar{R}(B)}{b} = \frac{\bar{R}(C)}{c} = \frac{\bar{R}(D)}{d}$$

نکته ۱- هر چه ضریب یک ماده در یک واکنش بیشتر باشد، سرعت آن هم بیشتر است.

۲- سرعت واکنش، برابر است با سرعت متوسط ماده‌ای که ضریب استوکیومتری آن ۱ است.

غذا، پسماند و ردپای آن

هر انسانی در طول عمرش ردپاهای مختلفی در محیط زیست بر جای می‌گذارد. ردپای غذا هم مثل ردپای کربن دی‌اکسید و آب (که تو شیمی دهیم فوندریم)، دو چهره آشکار و پنهان دارد.

چهره آشکار ردپای غذا: ۳۰٪ از غذای تولیدشده در جهان، مصرف نشده و به زباله تبدیل می‌شود و از بین می‌رود. که باعث هدررفتن منابع اقتصادی می‌شود.

چهره پنهان ردپای غذا: ۱- هدررفتن همه منابعی که در تهیه غذا از اول تا سر سفره، نقش داشته‌اند. مثل مدیریت منابع، نیروی انسانی برای تولید و تأمین مواد اولیه و انرژی، فراوری، ابزار و دستگاه‌های مورد نیاز، بسته‌بندی، حمل‌ونقل، آب و انرژی مصرفی، زمین‌های بایر و ... ۲- تولید گازهای گلخانه‌ای به ویژه کربن دی‌اکسید، طوری که سهم تولید این گاز در ردپای غذا خیلی بیشتر از سوختن سوخت‌ها در خودروها، کارخانه‌ها و ... است.

افزایش جمعیت و سطح رفاه در جهان ← افزایش تقاضای غذا ← نیاز بیشتر به منابعی مثل آب، انرژی، مواد اولیه در زمین ← **افزایش مساحت کل** مورد نیاز

چند الگوی کاهش ردپای غذا: ۱- خرید به اندازه نیاز ۲- کاهش مصرف گوشت و لبنیات ۳- استفاده از غذاهای بومی و فصلی ۴- کاهش مصرف غذاهای فراوری شده

فصل سوم

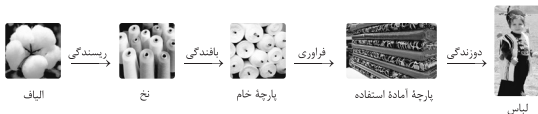
نقش پوشاک و مواد سازنده آن

اولین پوشاک از پشم، مو و پوست جانوران تهیه می‌شد. با گذر زمان از بافت گیاهی (مثل پنبه) هم استفاده شد تا رسید به صنعت نساجی!

نقش پوشاک در زندگی انسان‌ها

- ۱- پوشش بدن
- ۲- در تمدن بشری نقش داشته، طوری که نوع پوشاک هر قوم نشان‌دهنده توانایی و مهارت دستی، هنر، تصویرگری، دانش، فناوری و آداب و رسوم آن قوم است.
- ۳- **حفظ بدن در برابر عوامل محیطی گوناگون** مثل سرما، گرما، نور خورشید، باران، تگرگ، گزند حشرات و ...
- ۴- **حفظ ایمنی فیزیکی بدن**، مانند تولید انواع کلاه ایمنی، کفش پنجه فولادی، عینک ایمنی و ...
- ۵- **محافظت از بدن در برابر مواد شیمیایی** مانند اسیدها، سموم، بخارهای سمی و غلیظ، پرتوها، آلودگی‌های عفونی، آتش، گلوله و ...

مراحل تولید پوشاک در صنعت نساجی:



پس **صنعت نساجی**، کاملاً وابسته به **الیاف** است.



• الیاف **طبیعی** مثل پشم گوسفند و شتر،

پوست و چرم، پنبه و ...

انواع الیاف

• الیاف **ساختگی** بر پایه نفت که امروزه

بخش عمده پوشاک را تشکیل می دهند.

میزان نسبی الیاف تولیدشده در جهان

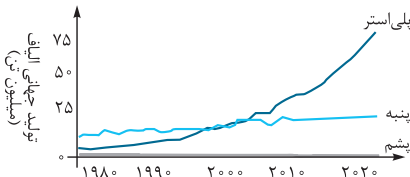
• در طبیعت یافت نمی شوند و از **واکنش بین مواد شیمیایی** در شرکت های پتروشیمی تولید می شوند.

• اغلب فراورده های پتروشیمیایی برای تولید انواع گوناگون الیاف مثل پلی استر، نایلون و ... به کار می روند.

• از این الیاف علاوه بر تهیه پارچه و پوشاک، به طور گسترده ای در تهیه انواع پوشش ها، ظروف نجسب، یکبار مصرف و پلاستیکی، فرش، پرده و ... استفاده می شود.

الیاف ساختگی

در نمودار روبه رو می بینید که در دهه های اخیر در جهان:



۱- تولید الیاف پشمی، خیلی کم بوده و کاهش پیدا کرده است.

۲- تولید نخ از الیاف پنبه ای، به مقدار خیلی کم افزایش پیدا کرده است. (به ذره سعودی)

۳- تولید الیاف پلی استری، با سرعت زیادی رو به افزایش است. (خیلی سعودی)

آمار نشان می دهد که در سال ۲۰۱۴، نزدیک به **۱۰۰ میلیون تن** از **انواع الیاف** در جهان تولید و مصرف شده است.

الیاف و درشت مولکول ها

ماده مولکولی، ماده ای است که ذره های سازنده آن، مولکول ها هستند و **بر اساس اندازه** دو دسته اند:

۱- **مولکول های کوچک یا متوسط**: تعداد اتم های سازنده این مولکول ها کم است و جرم مولی کم تا متوسط دارند. مثل کربن دی اکسید (CO_2)، برم (Br_2)، متان (CH_4)، آب (H_2O)، آمونیاک (NH_3)، گوگرد تری اکسید (SO_3)، برخی هیدروکربن ها و ...

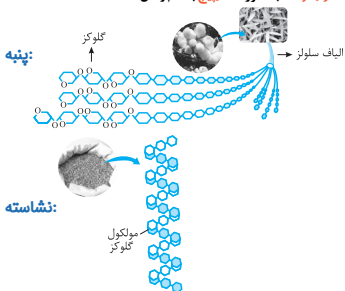
۲- **درشت مولکول‌ها:** مولکول این ترکیب‌ها بسیار بزرگ است، طوری که تعداد اتم‌های آن‌ها به ده‌ها هزار هم می‌رسد. بنابراین جرم مولی بالایی دارند و نیروی بین مولکولی در آن‌ها خیلی قوی است، به همین دلیل این مواد معمولاً در دمای اتاق جامدند.

- انواع درشت مولکول**
- **درشت مولکول طبیعی:** مثل سلولز، نشاسته، انسولین، پروتئین موجود در پشم، ابریشم و ...
 - **درشت مولکول ساختگی:** این پلیمرها در طبیعت وجود ندارند و از طریق واکنش پلیمری شدن (بسیارش) در صنعت تهیه می‌شوند. مثل پلی اتن، پلی استر، نایلون، تفلون و ...

پلیمر: دسته‌ای از درشت مولکول‌ها هستند که در ساختار خود، واحد تکرارشونده دارند. مثل سلولز، نشاسته گندم و پلی اتن.

پنبه و نشاسته:

همان‌طور که می‌بینید الیاف پنبه از سلولز تشکیل شده و هر سلولز، زنجیر خیلی بلندی است که از اتصال تعداد خیلی زیادی مولکول گلوکز (واحد تکرارشونده) به دست آمده است؛ پس سلولز یک پلیمر طبیعی است. در نشاسته، مولکول‌های گلوکز (واحدهای تکرارشونده) به صورت مارپیچ به هم وصل شده‌اند.



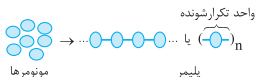
بنابراین:

واحد تکرارشونده پلیمرهای سلولز و نشاسته گندم، گلوکز است و فقط در نحوه اتصال مولکول‌ها با هم فرق دارند.

- پنبه**
- یکی از الیاف طبیعی است و در تولید پوشاک، سهم قابل توجهی دارد.
 - حدود نیمی از لباس‌های تولیدی در جهان، از پنبه تهیه می‌شوند.
 - علاوه بر پوشاک در تولید رویه مبلی، پرده، تور ماهی‌گیری، گاز استریل و ... هم استفاده می‌شود.

پلیمری شدن (بسیارش)

پلیمری شدن: واکنشی است که در آن، مولکول‌های کوچک (مونومرها) در شرایط مناسب، به هم وصل می‌شوند و مولکول‌هایی با زنجیرهای بلند و جرم مولی زیاد (پلیمر) تولید می‌کنند. این هم الگوی کلی واکنش پلیمری شدن:



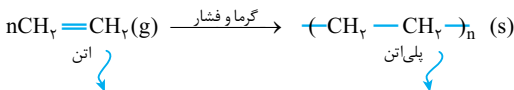
مونومر (تک‌پار): در واکنش پلیمری شدن، به واکنش دهنده‌ها (یعنی همان مولکول‌های کوچک) مونومر می‌گوییم. واحد تکرارشونده: به بخشی از پلیمر که ساختار آن پشت سر هم تکرار می‌شود، واحد تکرارشونده می‌گوییم و آن را درون $()_n$ می‌گذاریم.

۱- واژه پلیمر از واژه یونانی Polys به معنای «بسیار» و meros به معنای «پاره» گرفته شده است.

نکته: تعیین دقیق تعداد مونومرهای شرکت کننده در یک واکنش پلیمری شدن، ممکن نیست و تا حالا هیچ قاعده‌ای برای شمار اتصال مونومرها پیدا نشده است. به همین دلیل نمی‌توانیم برای پلیمرها فرمول مولکولی دقیقی بنویسیم و برای نمایش آن‌ها، واحد تکرارشونده را درون کمانک نوشته و برای آن زیروند n می‌گذاریم.

پلیمری شدن اتن (تشکیل پلی اتن)

هر وقت گاز اتن را در فشار بالا گرما دهیم، جامدی سفیدرنگ با جرم مولی زیاد (اغلب ده‌ها هزار گرم بر مول) تولید می‌شود، به نام پلی اتن:

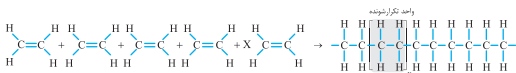


هر اتم کربن به ۴ اتم دیگر متصل است و سیر شده است. هر اتم کربن به سه اتم دیگر متصل است و سیر نشده است. مراحل تشکیل پلی اتن:

مرحله اول: پیوند دوگانه در مولکول‌های اتن می‌شکند.

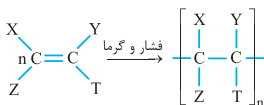
مرحله دوم: مولکول‌های اتن از طرف اتم‌های کربن به هم وصل می‌شوند.

مرحله سوم: این روند ادامه پیدا می‌کند و تعداد زیادی از مولکول‌های اتن به هم اضافه می‌شوند تا در نهایت، مولکول‌هایی با زنجیر کربنی بلند (پلی اتن) به وجود می‌آیند.



- اتن، مولکولی با جرم مولی کم (28 g.mol^{-1}) ← نیروی بین مولکولی ضعیف ← گاز شکل
 - پلی اتن، درشت‌مولکولی با جرم مولی زیاد ($28n \text{ g.mol}^{-1}$) ← نیروی بین مولکولی بسیار قوی ← جامد
- حالت فیزیکی اتن و پلی اتن در دمای اتاق

واکنش پلیمری شدن افزایشی^۱ هر ترکیب آلی که در ساختار خود پیوند دوگانه کربن - کربن ($\text{C}=\text{C}$) در زنجیر کربنی داشته باشد، می‌تواند در واکنش پلیمری شدن افزایشی شرکت کند.



کشف اتفاقی تفلون: تفلون، نام تجاری پلی‌تترافلئورو اتن است که پلانکت خیلی اتفاقی آن را کشف کرد و کلی هم پول به جیب زد!

۱- البته کلمه افزایشی در کتاب درسی نیامده.

مطالعه پلانکت روی انواع سردکننده‌ها ← خارج نشدن گاز از کپسول حاوی تترافلوئورو اتن ← دلیل
تشکیل پلیمر جامد تفلون ته کپسول (جرم کپسول با جرم کپسول پر از گاز برابر بود)

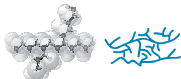
ویژگی‌های تفلون (دلیل کاربرد وسیع تفلون): ۱- نقطه ذوب بالایی دارد و در برابر گرما مقاوم است. ۲- از نظر شیمیایی بی‌اثر است و با مواد شیمیایی واکنش نمی‌دهد. ۳- در حلال‌های آلی حل نمی‌شود. ۴- نجسب است و در ظروف آشپزخانه، کف آشپزخانه و ... کاربرد دارد.

انواع پلی‌اتن: پلی‌اتن، یکی از مهم‌ترین پلیمرهای ساختمانی است که هر سال میلیون‌ها تن از آن در شرکت‌های پتروشیمی تولید و برای ساخت وسایل گوناگون استفاده می‌شود. دو نوع پلی‌اتن داریم: پلی‌اتن سبک و سنگین که هر دو از مونومرهای اتن ساخته می‌شوند، ولی ویژگی‌های متفاوت و گاهی هم متضاد دارند.

۱- پلی‌اتن سنگین (بدون شاخه): در این نوع از پلی‌اتن، مولکول‌های اتن پشت سر هم به یکدیگر وصل می‌شوند و زنجیرهای بلند و بدون شاخه ایجاد می‌کنند.



۲- پلی‌اتن سبک (شاخه‌دار): در این نوع پلی‌اتن، مولکول‌های اتن از کنارها به هم وصل می‌شوند و زنجیرهای شاخه‌دار تولید می‌کنند.



نکته: در پلی‌اتن سنگین (بدون شاخه)، مولکول‌ها سطح تماس بیشتری با هم دارند که باعث می‌شود نیروی بین مولکولی و چگالی بیشتری نسبت به پلی‌اتن سبک (شاخه‌دار) داشته باشند. (نیروی بین مولکولی در هر دو نوع پلی‌اتن از نوع وان‌دروالس است).

ویژگی انواع پلی‌اتن‌ها

- **پلی‌اتن سنگین (بدون شاخه):** نیروی بین مولکولی، چگالی و استحکام بالاتری از پلی‌اتن سبک دارد و کدر است. مثل لوله‌های پلاستیکی، دبه آب، بطری کدر شیر.
- **پلی‌اتن سبک (شاخه‌دار):** نیروی بین مولکولی، چگالی و استحکام کم‌تری (انعطاف‌پذیری بیشتری) نسبت به پلی‌اتن سنگین دارد و شفاف است. مثل کیسه‌های پلاستیکی.

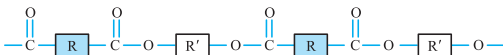
نکته: پلی‌اتن مذاب را در دستگاهی با عمل دمیدن هوا به ورقه نازک پلاستیکی تبدیل می‌کنند.

مقدمه‌ای از پلی‌استرها

نیاز به تولید پوشاک بیشتر و با کاربردهای گسترده‌تر باعث شد تا شیمی‌دان‌ها پلیمرهای جدیدی بسازند که در ساختار آن‌ها اتم‌های اکسیژن و نیتروژن هم وجود دارد. (یعنی پلی‌آمیدها و پلی‌استرها)

پلی‌استرها: دسته‌ای از پلیمرها هستند که از اتم‌های C، H و O تشکیل شده‌اند و از آن‌ها الیاف، نخ و در نهایت پارچه‌های پلی‌استری تولید می‌شود.

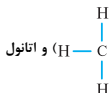
الگوی کلی ساختار پلی‌استرها:



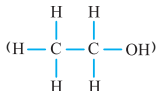
برای این که بفهمیم پلی‌استرها از چه موادی تهیه می‌شوند باید با سه گروه عاملی هیدروکسیل، کربوکسیل و استری و رفتار آن‌ها آشنا شویم.

الکل‌ها

ترکیب‌هایی که در ساختار آن‌ها **یک یا چند گروه هیدروکسیل (OH—)** با یک پیوند اشتراکی به اتم کربن متصل است.



الکل‌های یک‌عاملی، یک گروه عاملی هیدروکسیل دارند. مثل متانول (H—C—OH) و اتانول



الکل‌های دوعاملی، دو گروه عاملی هیدروکسیل دارند. مثل اتیلن گلیکول (CH₂—CH₂)

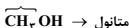


نکته، فرمول عمومی الکل‌های یک‌عاملی، C_nH_{2n+1}OH یا C_nH_{2n+2}O است که آن‌ها را با

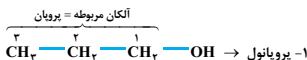


الکل‌ها را بر **وزن آلکانول** نام‌گذاری می‌کنیم. مثل: اتانول → CH₃—CH₂OH

آلکان مربوطه = متان



الکل‌های با بیشتر از دو کربن را از سمتی شماره‌گذاری می‌کنیم که کم‌ترین شماره به OH برسد:

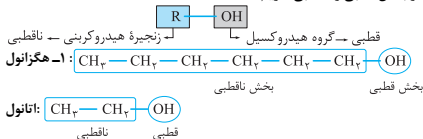


● **بخش ناقطبی**، قسمت‌هایی از مولکول آلی که فقط شامل C و H است.

● **بخش قطبی**، قسمت‌هایی از مولکول آلی که شامل اتم‌های O، N و ... است.

بخش قطبی و ناقطبی در ترکیبات آلی

مثلاً در مولکول الکل‌ها دو بخش قطبی و ناقطبی داریم:



انواع نیروی بین مولکولی موجود در الکل‌ها

- **هیدروژنی** ← چون H متصل به O داریم.
- **وان‌دروالسی** ← چون زنجیر هیدروکربنی ناقطبی داریم.

نکته، اگر در یک مولکول الکل، بخش **ناقطبی** بر **قطبی** غلبه کند، مولکول در کل، **ناقطبی** بوده و **نیروی بین مولکولی غالب** از نوع **وان‌دروالسی** است.

نکته، با افزایش طول زنجیر هیدروکربنی (بخش ناقطبی) در الکل‌ها، **میزان قطبیت** مولکول کم شده و نیروی بین مولکولی وان‌دروالس بر هیدروژنی غلبه می‌کند. پس با افزایش تعداد کربن‌ها، ویژگی‌های ناقطبی الکل (مثل چربی دوستی!) افزایش و انحلال‌پذیری در آب کاهش می‌یابد.

انحلال پذیری الکل های یک عاملی

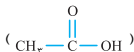
• **الکل هایی با ۱ تا ۵ اتم کربن:** بخش قطبی بر ناقطبی غلبه دارد. ←
نیروی بین مولکولی غالب، **هیدروژنی** است. ← **الکل به خوبی** در آب
حل می شود. (۳ الکل اول یعنی متانول، اتانول و ۱- پروپانول که به
هر نسبتی در آب حل می شوند).

• **الکل هایی با بیش از ۵ اتم کربن:** بخش ناقطبی بر قطبی غلبه دارد.
← **نیروی بین مولکولی غالب، وان دروالسی** است. ← **الکل در
چربی** حل می شود. (آب گریز)

کربوکسیلیک اسیدها

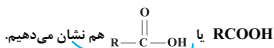
دسته ای از ترکیب های آلی اند که در ساختار آن ها **یک یا چند گروه عاملی کربوکسیل** (—C(=O)OH) وجود دارد. این ترکیب ها **مزه ترش** دارند و مزه ترش میوه هایی مثل انگور، لیموترش، کیوی، گوجه سبز و ... به خاطر وجود مولکول های کربوکسیلیک اسید در آن ها است.

کربوکسیلیک اسیدهای یک عاملی: یک گروه عاملی کربوکسیل دارند مثل اتانویک (استیک) اسید



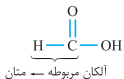
کربوکسیلیک اسیدهای دو عاملی: دو گروه عاملی کربوکسیل دارند. مثل اگزالیک اسید (HO—C(=O)—C(=O)—OH)

نکته: فرمول عمومی کربوکسیلیک اسیدهای یک عاملی، $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$ است که آن را با

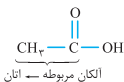


زنجیر هیدروکربنی یا هیدروژن

کربوکسیلیک اسیدها را به صورت **آلکانوئیک اسید** نام گذاری می کنیم. مثل:



از گزش مورچه سرخ وارد بدن شده → **(فورمیک اسید) متانوئیک اسید** →
و باعث سوزش و خارش می شود.



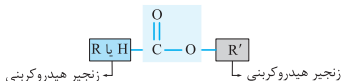
معروف ترین و پرکاربردترین
کربوکسیلیک اسید → **(استیک اسید) اتانوئیک اسید** →
در زندگی روزانه که در **سرکه**
هم وجود دارد.

• **نیروهای بین مولکولی موجود** در کربوکسیلیک اسیدها
• **هیدروژنی** ← به دلیل وجود H متصل به O (بخش قطبی)
• **وان دروالسی** ← به دلیل وجود زنجیر هیدروکربنی ناقطبی
(بخش ناقطبی)

نکته: در کربوکسیلیک اسیدها هم مثل الکل ها با افزایش طول زنجیر هیدروکربنی، بخش ناقطبی
بزرگ تر شده و انحلال پذیری اسید در آب کم تر می شود.

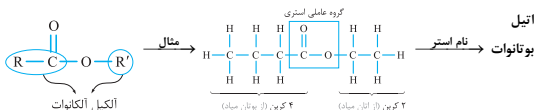
استرها

استرها دسته‌ای از مواد آلی هستند که در ساختار آن‌ها **گروه عاملی استری** (—C(=O)—O—) وجود دارد. **الگوی کلی ساختار مولکول استرها:**



نکته: فرمول عمومی استرهای یک‌عاملی، $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$ است یعنی مثل کربوکسیلیک اسیدها. **پس استرها و کربوکسیلیک اسیدهای هم‌کربن با هم ایزومرنند.**

استرها را بر وزن **آلکیل آلکانوات** نام‌گذاری می‌کنیم. مثل:

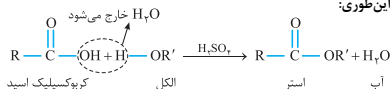


چند نکته در مورد استرها:

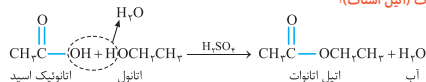
- ۱- استرها منشأ **بوی خوش** شکوفه‌ها، گل‌ها، عطرها و نیز **بو و طعم** میوه‌ها هستند. مثلاً **بو و طعم خوش آناناس** به دلیل وجود استر **اتیل بوتانوات** در آن است.
- ۲- استرها، **H** متصل به **O** ندارند و نمی‌توانند پیوند هیدروژنی برقرار کنند؛ پس نیروی بین مولکولی در استرها فقط از نوع **وان‌دروالسی** است.
- ۳- گروه عاملی استری از واکنش **الکل با کربوکسیلیک اسید در شرایط مناسب** به وجود می‌آید. (تورس‌نامه بعدی باهاش آشنایی شیم).

واکنش استری شدن

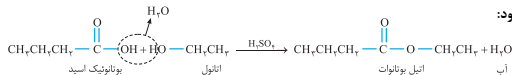
کربوکسیلیک اسیدها و الکل‌ها در شرایط مناسب (محیط اسیدی) با هم واکنش می‌دهند و با از دست دادن آب، به استر تبدیل می‌شوند. این طوری:



واکنش تهیه اتیل اتانوات (اتیل استات):

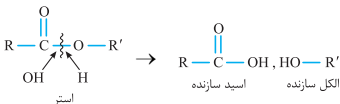


این هم واکنش تهیه **اتیل بوتانوات** که در مقیاس صنعتی از آن برای تولید شوینده با **بوی آناناس** استفاده می‌شود:



روش تشخیص الکل و کربوکسیلیک اسید سازنده استرها:

۱- **از روی ساختار استر:** اول پیوند $\text{C}=\text{O}$ را می‌شکنیم. بعد به اتم اکسیژن، اتم **H** و به اتم کربن، گروه **OH** وصل می‌کنیم. این طوری:

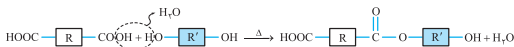


۲- از روی نام استر، نام استر بر وزن آلکیل آلکانوات است که در آن آلکیل، مربوط به الکل سازنده و آلکانوات، مربوط به اسید سازنده است. این طوری:

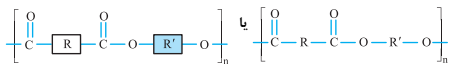


واکنش تشکیل پلی استرها

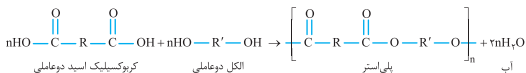
از واکنش یک کربوکسیلیک اسید دو عاملی با یک الکل دو عاملی در شرایط مناسب، یک پلی استر تولید می شود. چگونگی تشکیل پلی استر، اول یکی از گروه های هیدروکسیل (OH) موجود در الکل با یکی از گروه های کربوکسیل ($\text{C}(=\text{O})\text{OH}$) موجود در اسید ترکیب شده و با از دست دادن آب، گروه عاملی استری تولید می شود. این شکلی:



از آن جا که در ساختار فراورده، یک گروه عاملی هیدروکسیل و یک گروه عاملی کربوکسیل وجود دارد، واکنش استری شدن از هر طرف ادامه پیدا می کند و استر بزرگ تری تولید می شود. این روند ادامه پیدا می کند و در آخر مولکول هایی با زنجیر بلند و تعداد زیادی عامل استری تشکیل می شوند به نام پلی استر. این هم الگوی کلی ساختار مولکول پلی استر:



معادله کلی تشکیل پلی استر:



نکته: با استفاده از کربوکسیلیک اسیدها و الکل های دو عاملی مختلف، می توانیم پلی استرهایی با ساختار، رفتار و کاربرد متفاوت تولید کنیم.

پلی آمیدها

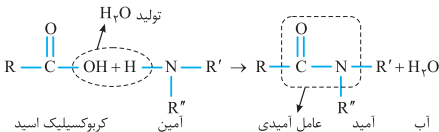
برای آشنایی با پلی آمیدها اول باید با گروه عاملی آمین و آمید آشنا شویم.

آمین ها: ترکیب های آلی با گروه عاملی $\text{N}-$ که در ساختار آن ها اتم های C، H و N وجود دارد. خواص فیزیکی و شیمیایی منحصر به فرد آمین ها به دلیل وجود اتم نیتروژن است. مثلاً بوی ماهی به دلیل وجود متیل آمین و آمین های دیگر است.

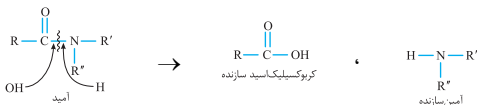
وجود متیل آمین: CH_3-NH_2 (متیل آمین)

وجود دو آمین: $\text{NH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2$

آمیدها: ترکیبات آلی که در ساختار خود گروه عاملی آمیدی $\text{C}(=\text{O})-\text{N}-$ دارند. پس در ساختار آمیدها اتم های C، H، N و O وجود دارد. عامل آمیدی از واکنش میان کربوکسیلیک اسید با آمین (یا آمونیاک) به دست می آید. این شکلی:



روش تشخیص آمین و کربوکسیلیک اسید سازنده آمیدها:

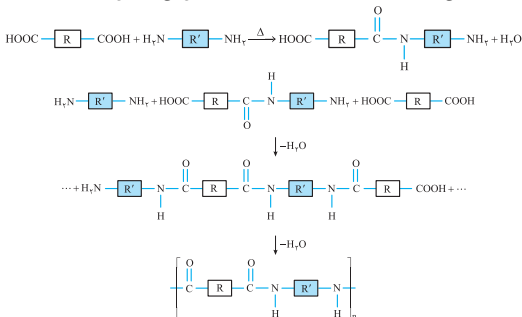


پلی آمیدها: در ساختار پلی آمیدها، گروه عاملی آمیدی $-\text{C}(=\text{O})-\text{N}-$ در طول زنجیر کربنی تکرار می شود. پس در ساختار این پلیمرها اتم های C، H، N و O وجود دارد.

- **پلی آمیدهای طبیعی** که در مو، ناخن، پوست بدن ما، شاخ حیوانات و پشم گوسفند وجود دارند.
- **پلی آمیدهای ساختگی** که در صنایع پتروشیمی از واکنش میان دی آمین ها با دی اسیدها تولید می شوند و یکی از معروف ترین آن ها **کولار** است.

- یکی از معروف ترین **پلی آمیدهای ساختگی** است.
- **پنج برابر** مقاوم تر از فولادهای هم جرم خود است.
- در تهیه **تایر اتومبیل**، **قایق بادبانی**، **لباس های مخصوص مسابقه موتورسواری** و **جلیقه های ضد گلوله** استفاده می شود.
- پوشاک دوخته شده از کولار، **سبک و بسیار محکم** بوده و در برابر ضربه، خراش و بریدگی **مقاوم** است.

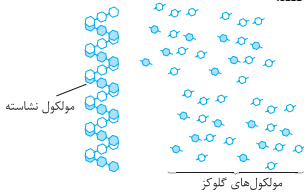
مراحل تولید پلی آمیدها: واکنش تولید پلی آمید، شبیه به تولید پلی استر است. با این فرق که به جای گروه عاملی الکل، **گروه عاملی آمین با گروه کربوکسیل** واکنش می دهد. این طوری:



پلیمرها، ماندگار یا تخریب پذیر

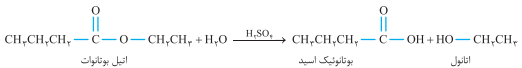
نشاسته: پلی ساکاریدی که از اتصال مولکول های گلوکز به هم تشکیل شده است؛ نان و سیب زمینی پر از نشاسته هستند.

دلیل احساس مزه شیرین هنگام جویدن طولانی مدت نان یا خوردن سیب زمینی پخته ← مولکول های نشاسته در شرایط مناسب (مثل محیط مرطوب با کاتالیزگر یا محیط گرم و مرطوب)، به آرامی به مونومرهای سازنده (گلوکز) تجزیه می شوند و مزه شیرین ایجاد می کنند.



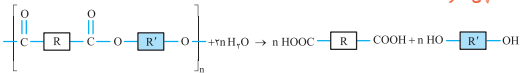
نکته: نشاسته موقع گوارش (که از دهان شروع می‌شود)، به گلوکز تبدیل می‌شود؛ یعنی گوارش نشاسته شامل واکنش تجزیه آن است که به کمک آنزیم‌ها، سرعت آن بیشتر می‌شود.

تجزیه استرها به الکل و اسید سازنده: استرها در شرایط مناسب (محیط اسیدی) با آب واکنش می دهند و به الکل و اسید سازنده تبدیل می شوند که به این واکنش می گوئیم **آبکافت استرها**. مثلاً در اثر آبکافت اتیل بوتانات، اتانول و بوتانئیک اسید تولید می شود:

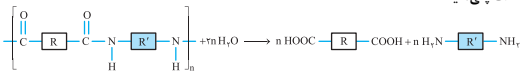


تجزیه پلی آمیدها و پلی استرها: پلی آمیدها و پلی استرها هم در شرایط مناسب با آب واکنش می دهند و به مونومرهای سازنده تبدیل می شوند.

آبکافت پلی استر:



آبکافت پلی آمید:



دلیل پوسیدن پارچه‌ها: مولکول‌های پلیمر سازندهٔ پارچه‌ها با مولکول‌های موجود در محیط اطراف واکنش می‌دهند و برخی از پیوندهای موجود در ساختار آن‌ها (مثل پیوند استری یا آمیدی) شکسته می‌شوند. با شکستن این پیوندها، استحکام الیاف پارچه کم شده و تاروپود آن‌ها از هم جدا می‌شود. تازه! هر چه آهنگ شکستن این پیوندها سریع‌تر باشد، فرایند پوسیده‌شدن پارچه سریع‌تر رخ می‌دهد.

مواد زیست تخریب پذیر: موادی هستند که در طبیعت توسط جانداران ذره بینی به مولکول های ساده و کوچک مثل کربن دی اکسید، متان، آب و ... تبدیل می شوند. مثل پلیمرهای طبیعی که زیست تخریب پذیرند.

سرعت تجزیه انواع یلیمرها:

۱- پلیمرهای طبیعی: این پلیمرها زیست تخریب پذیرند و پس از مدت کوتاهی در طبیعت به مولکول‌های ساده و کوچک تجزیه می‌شوند.

۲- پلیمرهای ساختگی:

الف) پلی استرها و پلی آمیدها: این پلیمرها تجزیه می شوند. ولی آهنگ تجزیه آن ها بسیار کند بوده و به ساختار مونومرهای سازنده آن ها بستگی دارد. پس بسته به جنس لباس، زمان استفاده از این لباس ها متفاوت است.

ب) پلیمرهای حاصل از هیدروکربن‌های سیرنشده، این پلیمرها ماندگارند؛ چون سیرشده‌اند و ساختاری شبیه آلکان‌ها دارند، که باعث می‌شود تمایلی به انجام واکنش شیمیایی نداشته باشند. پس پوشاک تهیه‌شده از آن‌ها در طبیعت تجزیه نمی‌شود و برای سالیان طولانی دست‌نخورده باقی می‌ماند. استفاده از این پلیمرها صرفه اقتصادی دارد اما از نگاه پیشرفت پایدار، تولید و استفاده از آن‌ها الگوی مصرف مطلوبی نیست. چرا؟ چون ماندگاری درازمدت این مواد در طبیعت باعث ایجاد مشکلات فراوانی مثل تبدیل محیط زیست به گورستان زباله، کثیف‌شدن چهره شهرها و محیط زیست، آسیب‌زدن به زندگی جانداران و ... می‌شود که هزینه‌های تحمیل‌شده به اقتصاد یک جامعه را بالا می‌برد.

راهکار عملی برای حفظ و بهره‌برداری بهینه از منابع: ۱- بازیافت پلیمرهای ساختگی ۲- جایگزینی پلیمرهای ساختگی بر پایه نفتی با پلیمرهای زیست‌تخریب‌پذیر.

پلیمر سبز: پلیمرهایی هستند که توسط جانداران ذره‌بینی تجزیه می‌شوند. هرگاه این پلیمرها و کالاهای ساخته‌شده از آن‌ها در طبیعت رها شوند، پس از چند ماه به مولکول‌های ساده مثل آب و کربن دی‌اکسید تبدیل می‌شوند.

مراحل ساخت پلیمر سبز: تهیه فراورده‌های کشاورزی مثل سیب‌زمینی، ذرت و نیشکر → تبدیل نشاسته موجود در این مواد به لاکتیک اسید → تبدیل لاکتیک اسید به پلی‌لاکتیک اسید (پلیمر سبز) در شرایط مناسب.

نکته: شیر ترش‌شده دارای لاکتیک اسید است.

از پلی‌لاکتیک اسیدها در تولید انواع ظروف پلاستیکی یکبارمصرف مثل وسایل آشپزخانه، سفره، سطل زباله، کیسه پلاستیکی و ... استفاده می‌شود. این پلاستیک‌ها امکان تبدیل‌شدن به کود را دارند، پس ردپای کوچک‌تری در محیط زیست بر جای می‌گذارند.