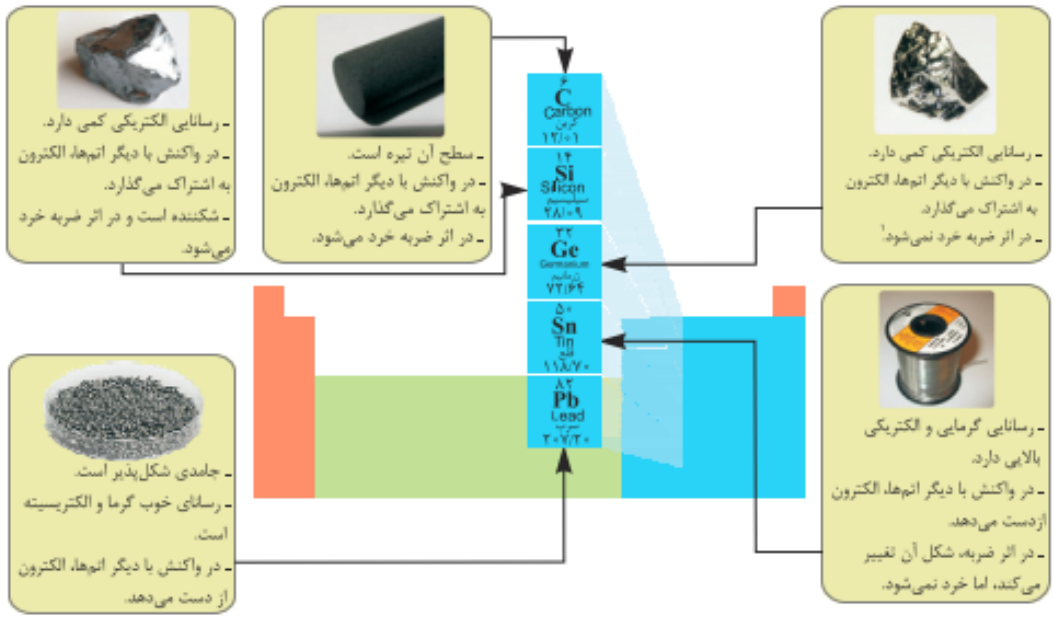
به شکل زیر دقت کنید تا نکات را با هم بررسی کنیم. (۷)



۱ اطلاعات جدول زیر را به خاطر بسپارید:

عنصرهای جدول دوره‌ای		
فلز	نافلز	شبه‌فلز
۱ به‌طور عمده در **سمت چپ و مرکز** جدول قرار دارند.	۱ در **سمت راست و بالای** جدول قرار دارند.	۱ مرز بین فلزها و نافلزها هستند.
۲ رسانایی گرمایی و الکتریکی **بالایی** دارند.	۲ رسانا نیستند.	۲ رسانایی الکتریکی کمی دارند.
۳ چکش‌خوار هستند. (در اثر ضربه تغییر شکل می‌دهند.)	۳ بر اثر ضربه خرد می‌شوند. (چکش‌خوار نیستند.)	۳ می‌توانند چکش‌خوار باشند یا نباشند.
۴ سطح براق و صیقلی دارند.	۴ سطح کدر دارند.	۴ سطح براق دارند.
۵ اغلب در واکنش‌ها الکترون از دست می‌دهند.	۵ **اغلب** در واکنش‌ها، الکترون به اشتراک می‌گذارند.	۵ اغلب الکترون به اشتراک می‌گذارند.
۶ ۹۲ عنصر در جدول تناوبی هستند، به‌جز Hg همگی جامد هستند.	۶ ۱۸ عدد در جدول تناوبی هستند. برم **مایع**، ۱۲ عدد **گاز** و گوگرد، سلنیم، فسفر، کربن و ید **جامد** هستند.	۶ ۸ عدد در جدول تناوبی هستند و همگی جامد هستند.

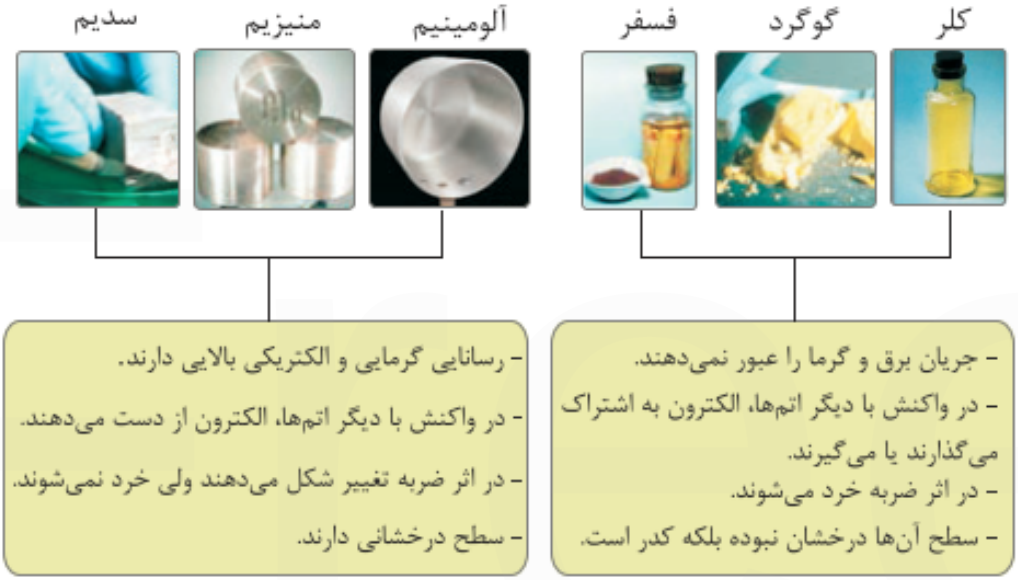
۱- البته ژرمانیم در برابر ضربه خرد می‌شود که در کتاب سال بعد اصلاح شد.

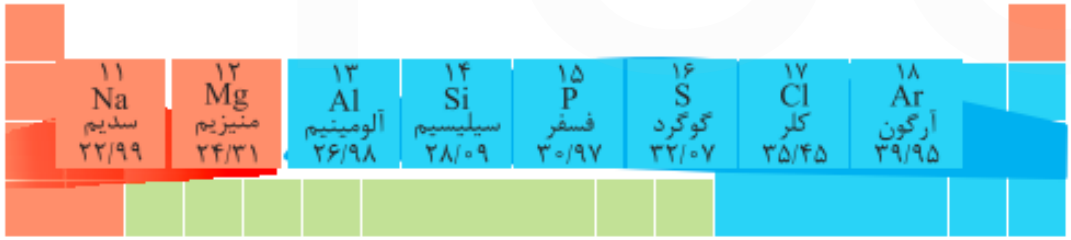
۲ توجه کنید در میان نافلزها، کربن در شکل گرافیت دارای رسانایی الکتریکی خوبی است.

۳ همان‌طور که در عناصر گروه ۱۴ مشخص است، C نافلز، Si و Ge شبه‌فلز و Sn، Pb فلز هستند.

پس در گروه‌های جدول تناوبی از بالا به پایین، خصلت فلزی افزایش می‌یابد.

به شکل زیر دقت کنید تا نکات آن را بررسی کنیم: (۸)





۱ در تناوب سوم:

فسفر، گوگرد، کلر و آرگون (نافلز) ← سیلیسم (شبه‌فلز) ← سدیم، منیزیم و آلومینیم (فلز)

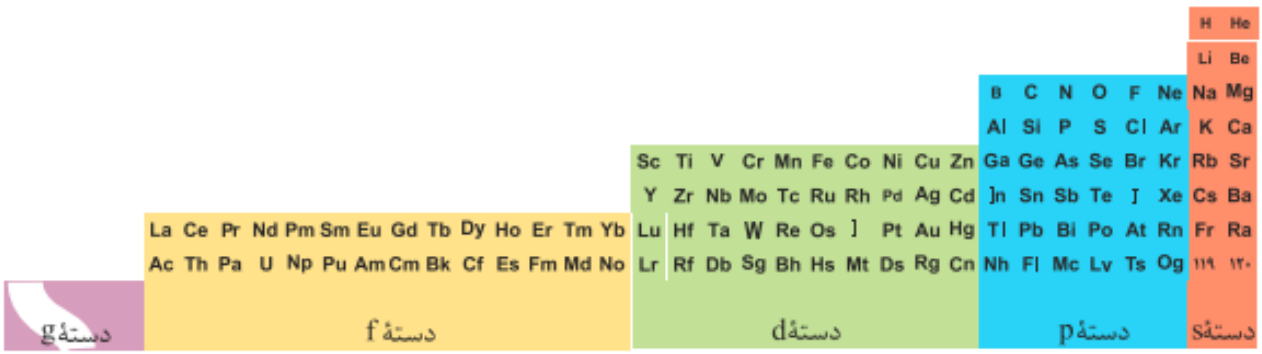
پس نتیجه می‌گیریم:

در جدول تناوبی از چپ به راست، خصلت فلزی در حال کاهش است و خصلت نافلزی افزایش می‌یابد.

۲

نام عنصر	حالت فیزیکی	خصلت	رنگ
فسفر	جامد	نافلز	سفید و قرمز
گوگرد	جامد	نافلز	زرد
کلر	گاز	نافلز	زرد

- **قانون دوره‌ای:** خواص فیزیکی و شیمیایی عنصرها به صورت دوره‌ای تکرار می‌شود که به قانون دوره‌ای عنصرها معروف است. (۹)
- ۱۱۸ عنصر جدول، شناسایی و توسط آیوپاک تأیید شده است، بنابراین به نظر می‌رسد که جست‌وجو برای کشف **عنصرهای طبیعی** به پایان رسیده است و تنها راه افزایش شمار عنصرها، تهیه و تولید آن‌ها به صورت ساختگی است. (۱۰)
- شناسایی عنصرها با عدد اتمی بیشتر از ۱۱۸ سبب خواهد شد تا طبقه‌بندی تازه‌ای از عنصرها ارائه شود؛ زیرا در جدول امروزی جایی برای آن‌ها وجود ندارد. (۱۰)
- **شارل ژانت** شیمی‌دان فرانسوی با کنار هم چیدن عنصرهای شناخته‌شده در زمان خود الگویی ارائه کرد که براساس آن می‌توان عنصرهای با عدد اتمی بزرگ‌تر از ۱۱۸ را نیز طبقه‌بندی کرد. (۱۰)



■ جدول پیشنهادی ژانت با **مدل کوانتومی** هم‌خوانی داشت. در دو ردیف جدید این جدول، زیرلایهٔ g به عنوان زیرلایهٔ پنجم پس از زیرلایه‌های s، p، d و f پر می‌شود.

رفتار عنصرها و شعاع اتم

فلزها (۱۰ و ۱۱)

رفتارهای فیزیکی: داشتن جلا، رسانایی الکتریکی و گرمایی، خاصیت چکش‌خواری، شکل‌پذیری و ...

رفتار شیمیایی: میزان توانایی آن‌ها به از دست دادن الکترون

■ در شرایط معین هر چه اتم فلزی **آسان‌تر** الکترون از دست بدهد، **خصلت فلزی بیشتری** دارد و **فعالیت شیمیایی آن بیشتر** است. (۱۱)

■ برای هر اتم می‌توان شعاعی در نظر گرفت و آن را اندازه‌گیری کرد. *(که البته کار بسیار دشواری است!)*. هر چه شعاع یک اتم **بیشتر** باشد اندازهٔ آن اتم بزرگ‌تر است. (۱۱)

■ شکل زیر واکنش فلزهای لیتیم، سدیم و پتاسیم را با گاز کلر نشان می‌دهد. به شکل دقت کنید تا نکات را بررسی کنیم: (۱۲)

لیتیم　　سدیم　　پتاسیم

۱ این فلزها برای واکنش با کلر، باید الکترون خود را از دست بدهند، پس شدت واکنش فلزی **بیشتر** است که راحت‌تر الکترون خود را از دست بدهد.

(در این‌جا پتاسیم!)

۲ با توجه به این‌که شدت واکنش پتاسیم از بقیه بیشتر و لیتیم از بقیه کم‌تر است می‌توانیم نتیجه بگیریم که پتاسیم **راحت‌تر** و لیتیم **سخت‌تر** الکترون خود را از دست می‌دهد.

۳ الکترونی که قرار است جدا شود، هر چه از هسته **دورتر** باشد **راحت‌تر** جدا می‌شود.

۴ همان‌طور که در آرایش فشـــرده نیز مشخص است الکترون ظرفیتی در پتاســـیم از هسته دورتر اســـت و راحت‌تر جدا می‌شود، پس می‌توان نتیجه گرفت:

«هر چه شعاع یک فلز بزرگ‌تر باشد، آسان‌تر الکترون از دست می‌دهد و واکنش‌پذیری بیشتری دارد.»

$_{3}Li : [_{2}He]2s^{1}$ $_{11}Na : [_{10}Ne]3s^{1}$ $_{19}K : [_{18}Ar]4s^{1}$

■ تولید نور، آزادسازی گرما، تشکیل رسوب و خروج گاز نشانه‌هایی از تغییر شـــیمیایی هستند. هر چه شـــدت نور یا آهنگ خروج گاز آزادشده بیشتر باشد، واکنش شیمیایی سریع‌تر و شـــدیدتر بوده و واکنش‌دهنده فعالیت شیمیایی بیشتری دارد. (۱۲)

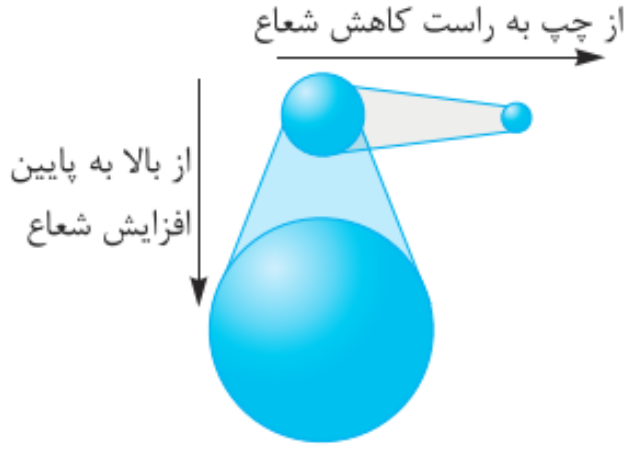
■ برای مثال در عناصر قلیایی خاکی، **اندازهٔ شعاع و واکنش‌پذیری** به صورت مقابل است: (۱۲)

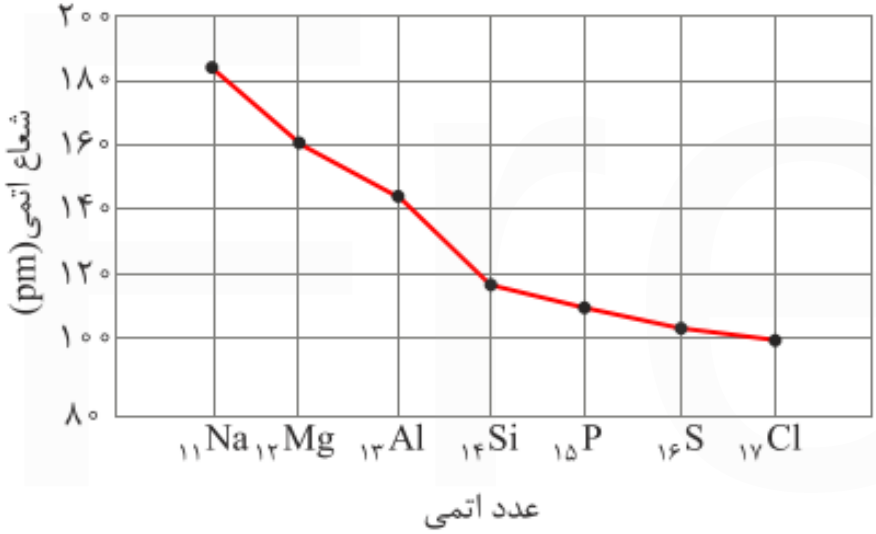
شعاع، واکنش‌پذیری: $Sr > Ca > Mg$

روند شعاع اتمی (۱۳)

در گروه: از بالا به پایین به علت افزایش لایه‌های الکترونی، شعاع **افزایش** می‌یابد.

در ردیف: از چپ به راست شعاع **کاهش** می‌یابد؛ زیرا در یک دوره، تعداد لایه‌های الکترونی ثابت می‌ماند در حالی که تعداد پروتون‌های هسته افزایش می‌یابد.





- نافلزها در واکنش‌های شیمیایی برخلاف فلزها تمایل دارند با گرفتن الکترون به آنیون تبدیل شوند. برای مثال نافلزهای گروه ۱۷ (هالوژن‌ها) با گرفتن یک الکترون به آنیون با یک بار منفی (یون هالید) تبدیل می‌شوند. (۱۳)
- در تولید لامپ چراغ جلوی خودروها از هالوژن‌ها استفاده می‌شود. (۱۳)
- نافلزی راحت‌تر الکترون می‌گیرد که شعاع کوچک‌تری دارد و هستهٔ الکترون را راحت‌تر جذب می‌کند؛ به این ترتیب:

«هر چه شعاع یک نافلز کوچک‌تر باشد راحت‌تر الکترون جذب می‌کند و واکنش‌پذیری آن بیشتر است.» (۱۳)

نام هالوژن	شرایط واکنش با گاز هیدروژن
فلوئور	حتی در دمای $-۲۰۰\ ^\circ C$ به سرعت واکنش می‌دهد.
کلر	در دمای اتاق به آرامی واکنش می‌دهد.
برم	در دمای $۲۰۰\ ^\circ C$ واکنش می‌دهد.
ید	در دمای بالاتر از $۴۰۰\ ^\circ C$ واکنش می‌دهد.

در یک گروه (از بالا به پایین)	
واکنش‌پذیری فلزها	افزایش
واکنش‌پذیری نافلزها	کاهش

- فلزها در حالت‌های کلی رفتارهای مشابهی دارند؛ اما تفاوت‌های قابل توجهی دارند. برای مثال به تفاوت میان آهن و سدیم دقت کنید: (۱۴)

سدیم	آهن
۱ نرم است و با چاقو بریده می‌شود.	۱ فلزی محکم است که در ساخت در و پنجرهٔ فلزی استفاده می‌شود.
۲ سطح آن به سرعت با اکسیژن واکنش می‌دهد و تیره می‌شود.	۲ با اکسیژن در هوای مرطوب **به کندی** واکنش می‌دهد و به زنگ آهن تبدیل می‌شود.

- طلا فلزی است که در گذر زمان جلای فلزی خود را حفظ می‌کند و هم‌چنان خوش‌رنگ و درخشان باقی می‌ماند. به همین دلیل در معماری اسلامی گنبد و گل‌دستهٔ شماری از اماکن مقدس را با ورقهٔ نازکی از طلا تزئین می‌کنند. (۱۴)

دنیای رنگی با عناصر دستهٔ d

- فلزهای دستهٔ d به فلزهای واسطه معروف‌اند؛ در حالی که فلزهای دستهٔ s و p به فلزهای اصلی شهرت دارند. (۱۵)

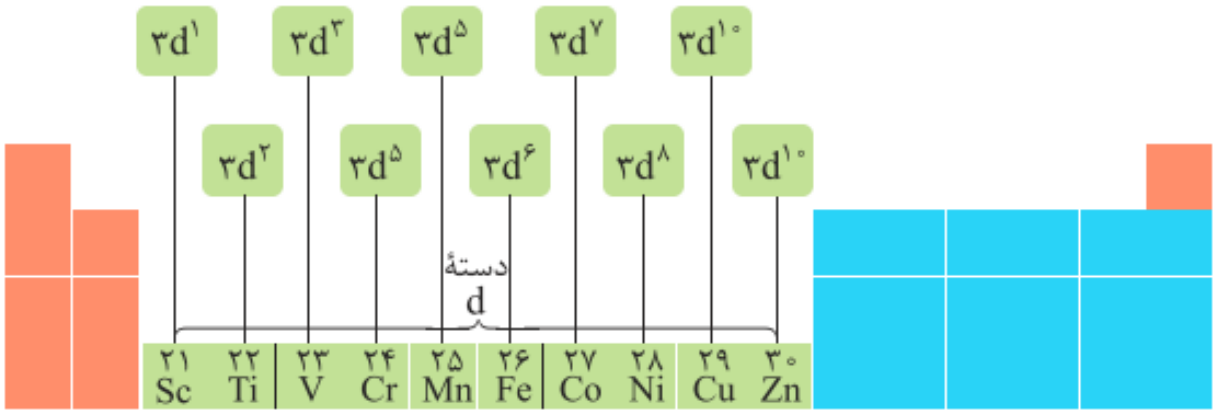
رنگ زیبای برخی از سنگ‌ها به علت حضور عناصر دستهٔ d در آن‌ها است. (۱۵)

زمرد، سبزرنگ

یاقوت، قرمزرنگ

فیروزه، آبی‌رنگ

- فلزهای دستهٔ d، دسته‌ای از عنصرهای جدول دوره‌ای هستند که زیرلایهٔ d اتم آن‌ها در حال پرشدن است. در شکل زیر نخستین سری از این فلزها که در دورهٔ چهارم جدول جای دارند، نشان داده شده است. (۱۵)



- **اغلب** (نه همه!) فلزهای واسطه در طبیعت به شکل ترکیب‌های یونی همچون اکسیدها، کربنات‌ها و ... یافت می‌شوند. برای نمونه آهن، دو اکسید طبیعی با فرمول‌های FeO و Fe_2O_3 دارد. (۱۵)

■ **اغلب** *(نه همه!)* فلزهای واسطه با تشکیل کاتیون به آرایش گاز نجیب نمی‌رسند؛ در حالی که کاتیون حاصل از فلزهای اصلی، **اغلب** به آرایش گاز نجیب می‌رسند. (۱۶)

■ اسکاندیم ($_{21}Sc$) **نخستین فلز واسطه** در جدول دوره‌ای است که در وسایل خانه مانند **تلویزیون رنگی** و **برخی شیشه‌ها** وجود دارد. این عنصر با تشکیل کاتیون Sc^{3+} به آرایش گاز نجیب می‌رسد. (۱۶)

■ *در این قسمت می‌خواهیم راجع به عنصر خاص و زیبای طلا صحبت کنیم.* (۱۷)

۱ فلزی ارزشمند و گران‌بها است.

۲ به اندازه‌ای چکش‌خوار و نرم است که چند گرم از آن را با چکش‌کاری می‌توان به صفحه‌ای با مساحت چند متر مربع تبدیل کرد. به همین دلیل در ساخت برگه‌ها و رشته سیم‌های بسیار نازک (نخ طلا) استفاده می‌شود.

۳ رسانایی الکتریکی **بالایی** دارد و این رسانایی را در شرایط دمایی گوناگون حفظ می‌کند.

۴ با گازهای موجود در هواکره و مواد موجود در بدن انسان واکنش نمی‌دهد.

۵ پرتوهای خورشید را به مقدار زیادی بازتاب می‌کند.

۶ در طبیعت به شکل **فلزی و عنصری** خود نیز یافت می‌شود.

۷ مقدار آن در معادن طلا بسیار کم است. به طوری که برای استخراج مقدار کمی از آن باید از حجم انبوهی خاک معدن استفاده کرد. به همین دلیل **پسماند بسیار زیادی** تولید می‌کند.

۸ برای ساخت یک عدد حلقهٔ عروسی حدود سه تن پسماند ایجاد می‌شود؛ از این رو آثار زیان‌بار زیست‌محیطی ایجاد می‌کند.

عنصرها به چه شکلی در طبیعت یافت می‌شوند؟

نوع عناصر در طبیعت (۱۸)

۱) **اغلب** عنصرها در طبیعت به صورت ترکیب یافت می‌شوند.
۲) **برخی نافلزها** مانند اکسیژن، نیتروژن، گوگرد و ... به شکل آزاد در طبیعت وجود دارند.
۳) نمونه‌هایی از فلزهای نقره، مس و پلاتین نیز در طبیعت به حالت آزاد، گزارش شده است.
۴) در میان فلزها تنها طلا به شکل کلوخه‌ها یا رگه‌های زرد لابه‌لای خاک یافت می‌شود.

- **آهن** فلزی است که در سطح جهان بیشترین مصرف سالانه را در بین صنایع گوناگون دارد و در طبیعت اغلب (*نه همیشه!*) به صورت **اکسید** یافت می‌شود. (۱۸)
- یکی از حوزه‌های پرکاربرد و اقتصادی علم شیمی، یافتن راه‌های گوناگون و مناسب برای استخراج و تولید عنصرها از طبیعت است. (۱۸)
- اگر روی محلول آهن (II) کلرید، مقداری محلول سدیم هیدروکسید بریزیم منجر به تشکیل **رسوب سبز لجنی** آهن (II) هیدروکسید می‌شود. (۱۹)

$$FeCl_2(aq) + 2NaOH(aq) \rightarrow Fe(OH)_2(s) + 2NaCl(aq)$$

رسوب سبز لجنی

- اگر بر روی محلول آهن (III) کلرید، مقداری محلول سدیم هیدروکسید بریزیم منجر به تشکیل **رسوب قرمزرنگ** آهن (III) هیدروکسید می‌شود. (۱۹)

$$FeCl_3(aq) + 3NaOH(aq) \rightarrow Fe(OH)_3(s) + 3NaCl(aq)$$

رسوب قرمزرنگ

■ اگر زنگ آهن را در محلول هیدروکلریک اسید حل کنیم و به آن سدیم هیدروکسید بیفزاییم، **رسوب قرمزرنگ** به دست می‌آید که نتیجه می‌گیریم در زنگ آهن، یون آهن (III) وجود دارد. (۱۹ و ۲۰)

■ واکنش **محلول آبی‌رنگ** مس (II) سولفات با فلز آهن به صورت زیر است:

$$CuSO_4(aq) + Fe(s) \rightarrow Cu(s) + FeSO_4(aq)$$

محلول آبی — جامد قرمز

از این واکنش نتیجه می‌گیریم که واکنش‌پذیری آهن از مس **بیشتر** است. (۲۰)

■ به جدول زیر که واکنش‌پذیری سه گروه از فلزها را با هم مقایسه کرده دقت کنید تا نکات را بررسی کنیم: (۲۰)

رفتار	واکنش‌پذیری		
	زیاد	کم	ناچیز
نام فلز	سدیم، پتاسیم	آهن، روی	مس، نقره، طلا

۱ در شرایط یکسان، فلزهایی که واکنش‌پذیری بیشتری دارند تمایل بیشتری برای تبدیل‌شدن به کاتیون دارند: (۲۰)

تمایل تبدیل‌شدن به کاتیون: مس، نقره و طلا < آهن، روی < سدیم، پتاسیم

۲ هر چه فلز **واکنش‌پذیرتر** باشد در معرض هوا و رطوبت، سریع‌تر واکنش می‌دهد و تأمین شرایط برای **نگه‌داری آن دشوارتر** است. (۲۰)

■ به طور کلی در هر واکنش شیمیایی که به طور **طبیعی** انجام می‌شود، واکنش‌پذیری فراورده‌ها از واکنش‌دهنده‌ها کم‌تر است. (۲۱)

برای مثال به دو واکنش زیر دقت کنید:

$$2FeO(s) + C(s) \xrightarrow{\Delta} CO_2(g) + 2Fe(s)$$

$$Na_2O(s) + C(s) \xrightarrow{\Delta} \text{واکنش نمی‌دهد}$$

در واکنش اول، می‌توان نتیجه گرفت که واکنش‌پذیری کربن (C) از آهن (Fe) **بیشتر** است.

در واکنش دوم، چون واکنش‌پذیری سدیم (Na) از کربن (C) **بیشتر** است پس این واکنش انجام نمی‌شود. (۲۱)

- هر چه فلز فعال‌تر باشد، میل بیشتری برای ایجاد ترکیب دارد و ترکیب‌هایش پایدارتر از خودش است. به بیان دیگر هر چه فلز **واکنش‌پذیرتر** باشد، **استخراج آن فلز دشوارتر** است. (۲۱)
- برای استخراج فلز آهن (Fe) از Fe_2O_3 می‌توان از واکنش Fe_2O_3 با **فلز سدیم** یا **عنصر کربن** استفاده کرد. از آن‌جا که دسترسی به کربن آسان‌تر است و صرفهٔ اقتصادی بیشتری دارد در شرکت‌های فولاد جهان برای استخراج آهن از **کربن** استفاده می‌شود. (۲۱)

$$2Fe_2O_3(s) + 3C(s) \xrightarrow{\Delta} 4Fe(s) + 3CO_2(g)$$

- به واکنش سدیم با Fe_2O_3 که البته برای **استخراج فلز آهن** صرفهٔ اقتصادی ندارد دقت کنید: (۲۱)

$$Fe_2O_3(s) + 6Na(s) \xrightarrow{\Delta} 3Na_2O(s) + 2Fe(s)$$

- به مقدار **فراوردهٔ مورد انتظار** در هر واکنش، **مقدار نظری** و به مقدار فراورده‌ای که **در عمل** به دست می‌آید، **مقدار عملی** می‌گویند. (۲۳)

■ بازدهٔ درصدی: شیمی‌دان‌ها برای محاسبهٔ مقدار واقعی فراوردهٔ تولیدشده در یک واکنش از مفهومی به نام بازدهٔ درصدی استفاده می‌کنند که **کارایی یک واکنش** را نشان می‌دهد. (۲۳)

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times ۱۰۰$$

به سه دلیل ممکن است مقدار واقعی فراورده از مقدار مورد انتظار کم‌تر باشد: (۲۳)

۱) واکنش‌دهنده‌ها ناخالص باشند.
۲) واکنش به طور کامل انجام نشود.
۳) هم‌زمان واکنش ناخواستهٔ دیگری انجام شود.

■ یکی از راه‌های تهیهٔ سوخت سبز، استفاده از بقایای گیاهانی مانند نیشکر، سیب‌زمینی و ذرت است. واکنش **بی‌هوازی تخمیر گلوکز**، از جمله واکنش‌هایی است که در این فرایند رخ می‌دهد. (۲۳)

$$\underset{\text{گلوکز}}{C_۶H_{۱۲}O_۶(aq)} \rightarrow \underset{\text{اتانول}}{۲C_۲H_۵OH(aq)} + ۲CO_۲(g)$$

■ واکنش آهن با محلول هیدروکلریک اسید به صورت زیر است: (۲۴)

$$Fe(s) + ۲HCl(aq) \rightarrow FeCl_۲(aq) + H_۲(g)$$

■ یکی از واکنش‌هایی که در صنعت جوشکاری از آن استفاده می‌شود **واکنش ترمیت** است: $۲Al(s) + Fe_۲O_۳(s) \rightarrow Al_۲O_۳(s) + ۲Fe(l)$

دقت کنید که در این واکنش آن‌قدر حرارت تولید می‌شود که آهن به دست آمده به حالت **مذاب** است. (۲۴)

■ از واکنش آهن مذاب تولیدشده در واکنش ترمیت برای جوش‌دادن خطوط راه‌آهن استفاده می‌شود. (۲۴)

■ همان‌طور که دیدیم آهن (III) اکسید رسوبی قرمزرنگ است که از آن به عنوان رنگ قرمز در نقاشی استفاده می‌کنند. از واکنش Fe_2O_3 با گاز CO، فلز آهن به دست می‌آید: (۲۵)

$$Fe_2O_3(s) + 3CO(g) \rightarrow 2Fe(s) + 3CO_2(g)$$

■ یکی از روش‌های بیرون‌کشیدن فلز از لابه‌لای خاک استفاده از گیاهان است. در این روش در معدن یا خاک دارای فلز، گیاهانی را می‌کارند که می‌توانند آن فلز را جذب کنند. سپس گیاه را برداشت کرده و می‌سوزانند، سپس از خاکستر حاصل، فلز را جداسازی می‌کنند. (۲۵)

جداسازی فلز از خاکستر گیاه ← سوزاندن گیاه ← برداشت گیاه ← کاشت گیاهان جذب‌کنندهٔ فلز در معدن یا خاک

■ بستر اقیانوس‌ها منبعی غنی از **منابع فلزی** گوناگون است. به دلیل نیاز روزافزون جهان به منابع شیمیایی و کاهش میزان این منابع در سنگ‌کره و غلظت بیشتر گونه‌های فلزی موجود در کف اقیانوس نسبت به ذخایر زمینی؛ بهره‌برداری از این منابع شروع شده است. (۲۵ و ۲۶)

علت بهره‌برداری منابع معدنی بستر اقیانوس‌ها (۲۶ و ۲۷)

۱) نیاز روزافزون جهان به منابع شیمیایی
۲) کاهش میزان منابع در سنگ‌کره
۳) غلظت بیشتر گونه‌های فلزی در کف اقیانوس نسبت به ذخایر زیرزمینی

■ گونه‌های زیر اقیانوس‌ها در برخی مناطق به صورت سولفید چندین فلز واسطه و در برخی مناطق به صورت کلوخه‌ها و پوسته‌هایی غنی از فلزهایی مانند منگنز، کبالت، آهن، نیکل، مس و ... است. (۲۶)

جریان فلز بین محیط زیست و جامعه

■ برای بهره‌برداری از معدن‌ها باید **توسعهٔ پایدار** را در نظر گرفت، یعنی همان‌طور که گفتیم باید **مجموع هزینه‌های بهره‌برداری** با در نظر گرفتن محیط زیست در **کم‌ترین مقدار ممکن** باشد. (۲۷)

جامعه‌ای در مسیر توسعهٔ پایدار است که (۲۷)

۱) اقتصاد شکوفا داشته باشد.
۲) به محیط زیست آسیب کم‌تری بزند.
۳) مردم آن جامعه به خوش‌نامی معروف باشند.

■ به شکل زیر دقت کنید تا نکات را بررسی کنیم: (۲۷)

۱ آهنگ مصرف و استخراج فلز **بسیار سریع‌تر** از آهنگ برگشت فلز به طبیعت به شکل سنگ معدن است، بنابراین بهتر است از بازیافت استفاده کنیم. (۲۷)

۲ فواید بازیافت فلزها از جمله فلز آهن (۲۸)

- ردپای کربن دی‌اکسید را کاهش می‌دهد.
- سبب کاهش سرعت گرمایش جهانی می‌شود.
- گونه‌های زیستی کم‌تری را از بین می‌برد.
- به توسعهٔ پایدار کشور کمک می‌کند.

پسماند سرانهٔ سالانهٔ فولاد، ۴۰ کیلوگرم است.

از بازگردانی هفت قوطی فولادی آن‌قدر انرژی ذخیره می‌شود که می‌توان یک لامپ ۶۰ واتی را در حدود ۲۵ ساعت روشن نگه داشت.

در استخراج ۱۰۰۰ کیلوگرم آهن از سنگ معدن، ۲۰۰۰ کیلوگرم سنگ معدن آهن و ۱۰۰۰ کیلوگرم از منابع معدنی دیگر استفاده می‌شود.

در استخراج فلز، تنها درصد کمی از سنگ معدن به فلز تبدیل می‌شود.

نفت، هدیه‌ای شگفت‌انگیز

- نفت‌خام: یکی از سوخت‌های فسیلی است که به شکل مایع غلیظ **سیاه‌رنگ یا قهوه‌ای متمایل به سبز** از دل زمین بیرون کشیده می‌شود. نفت خام مخلوطی از هیدروکربن‌ها است. (۲۸)
- شیمی‌دانان قدیم نمی‌دانستند که در این مخلوط سیاه‌رنگ چه موادی وجود دارد و این مواد چه خواصی دارند و می‌ترسیدند هنگام آزمایش روی آن با اتفاق جدید یا مادهٔ سمی و خطرناکی روبه‌رو شوند. به همین علت نفت خام را به **جنگلی سیاه و ترسناک** تشبیه کردند. (۲۸)

■ پس از پژوهش‌ها و یافتن کاربردهای جدید و مناسب برای مواد موجود در نفت از جمله حل مشکل حمل‌ونقل و ساخت داروهای جدید، نفت به کیمیایی شگفت‌انگیز تبدیل شد که امروزه به آن **طلای سیاه** می‌گویند. (۲۹)

■ هر بشکه نفت خام، ۱۵۹ لیتر است. (۲۹)

نفت خام دو نقش دارد. (۲۹)

۱) منبع تأمین انرژی

۲) مادهٔ اولیه برای تهیهٔ بسیاری از مواد و کالاها

موارد مصرف طلای سیاه

کربن، اساس استخوان‌بندی هیدروکربن‌ها

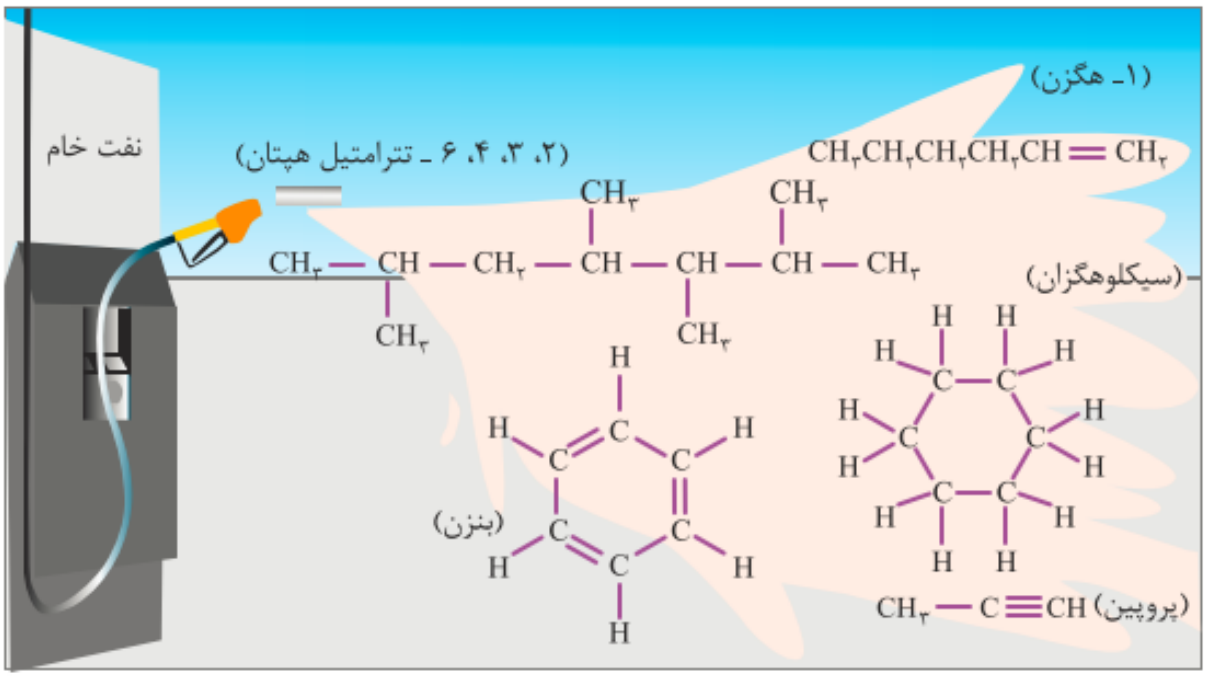
■ کربن در خانهٔ شمارهٔ ۶ در گروه ۱۴ و ردیف دوم جدول دوره‌ای عنصرها قرار دارد. (۳۰)

مدل الکترون ـ نقطه‌ای	آرایش فشرده
$\cdot\dot{C}\cdot$	$[_{2}He]2s^{2}\,2p^{2}$

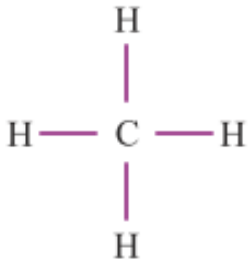
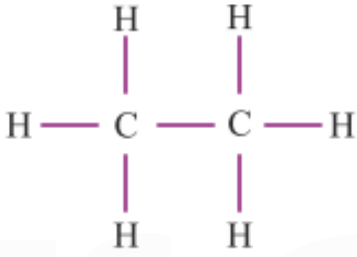
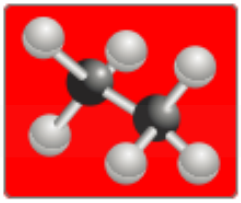
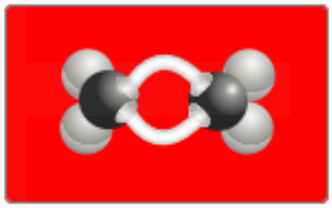
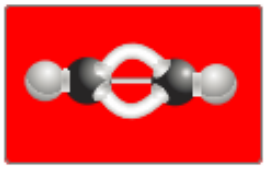
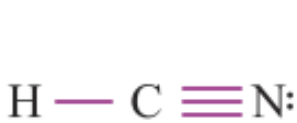
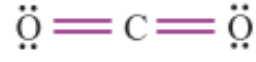
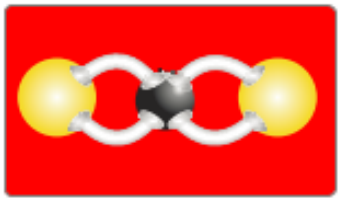
اتم کربن برای رسیدن به آرایش هشت‌تایی، می‌تواند به ۴ حالت مختلف با اتم‌های کناری خود پیوند اشتراکی برقرار کند: (۳۰)

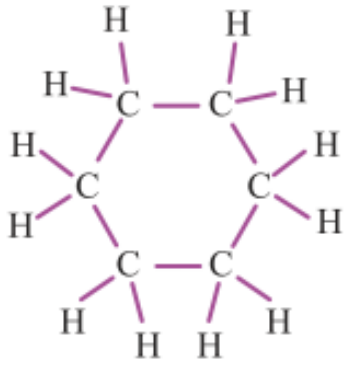
۱) چهار پیوند یگانه
۲) دو پیوند دوگانه
۳) یک پیوند سه‌گانه و یک پیوند یگانه
۴) یک پیوند دوگانه و دو پیوند یگانه

- ترکیب‌های شناخته‌شده از اتم کربن، از مجموع ترکیب‌های شناخته‌شده از دیگر عنصرهای جدول دوره‌ای بیشتر است. (۳۰)
- علت زیادبودن ترکیب‌های کربن این است که کربن افزون بر تشکیل پیوند اشتراکی با **اتم‌های دیگر با خود** نیز می‌تواند انواع پیوندهای یگانه، دوگانه و سه‌گانه را تشکیل دهد. (۳۱)
- نفت خام شامل شمار زیادی از هیدروکربن‌ها است. **هیدروکربن‌ها** ترکیب‌هایی شامل عناصر **هیدروژن** و **کربن** است. با ۵ هیدروکربن موجود در نفت خام در شکل زیر آشنا می‌شوید: (۳۲)



■ با چند ترکیب کربن‌دار معرفی‌شـــده در کتاب درسی در جدول زیر آشنا می‌شوید: (۳۰ و ۳۱)

نام ترکیب	فرمول	ساختار لوویس	مدل گلوله و میله
متان	CH_4		
اتان	C_2H_6		
اتن	C_2H_4		
اتین	C_2H_2		
هیدروژن سیانید	HCN		
کربن دی‌اکسید	CO_2		

نام ترکیب	فرمول	ساختار لوویس	مدل گلوله و میله
سیکلوهگزان	C_6H_{12}		

- اتم کربن می‌تواند با عنصرهای هیدروژن، اکسیژن، نیتروژن، گوگرد و فسفر به شیوه‌های مختلف متصل شود و مولکول شمار زیادی از مواد مانند کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها، آمینواسیدها، آنزیم‌ها، پروتئین‌ها و ... را بسازد. (۳۲)
- کربن می‌تواند دگرشکل‌های متفاوتی مانند گرافیت، الماس و ... را ایجاد کند. (۳۲)

آلکان‌ها، هیدروکربن‌هایی با پیوندهای یگانه

آلکان‌ها (۳۲)

۱) دسته‌ای از هیدروکربن‌ها هستند.
۲) هر اتم کربن با ۴ پیوند یگانه به اتم‌های کناری متصل است.
۳) متان (CH_4) ساده‌ترین و نخستین عضو خانواده است.

انواع آلکان‌ها (۳۲)

۱) راست‌زنجیر: هر اتم کربن به یک یا دو اتم کربن دیگر متصل است.

$CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$

۲) شاخه‌دار: برخی کربن‌ها به سه یا چهار اتم کربن دیگر متصل هستند.

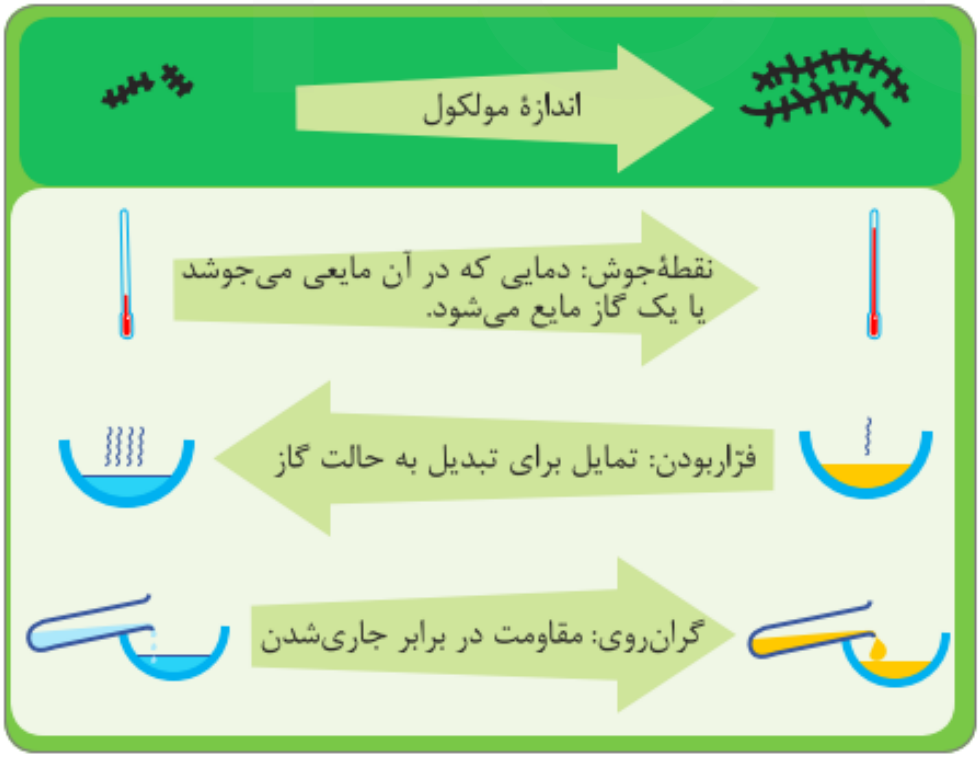
$CH_3-CH(CH_3)-CH_2-CH_3$

- **فرمول ساختاری:** فرمولی که در آن تعداد و چگونگی اتصال اتم‌های کربن و هیدروژن نمایش داده می‌شود. (۳۳)

$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$

- **فرمول نقطه ـ خط:** نمایشی ساده‌تر است که اتم‌های کربن را با نقطه و پیوند بین آن‌ها را با خط تیره نمایش می‌دهند؛ اما اتم‌های هیدروژن نشان داده نمی‌شود.

- به شکل زیر دقت کنید تا نکات را بررسی کنیم. (۳۴ و ۳۵)



۱ تعداد اتم‌های کربن نقش مهمی در رفتار هیدروکربن‌ها دارد و با افزایش تعداد اتم‌های کربن، اندازهٔ مولکول بزرگ‌تر می‌شود.

۲ هر چه **اندازهٔ** مولکول آلکان‌های راست‌زنجیر **بزرگ‌تر** باشد، **پیوندهای وان‌درووالسی** بین آن‌ها **قوی‌تر** شده و **نقطهٔ جوش بیشتری** خواهند داشت:

نقطهٔ جوش: $C_{۲۱}H_{۴۴} > C_{۱۲}H_{۲۶}$

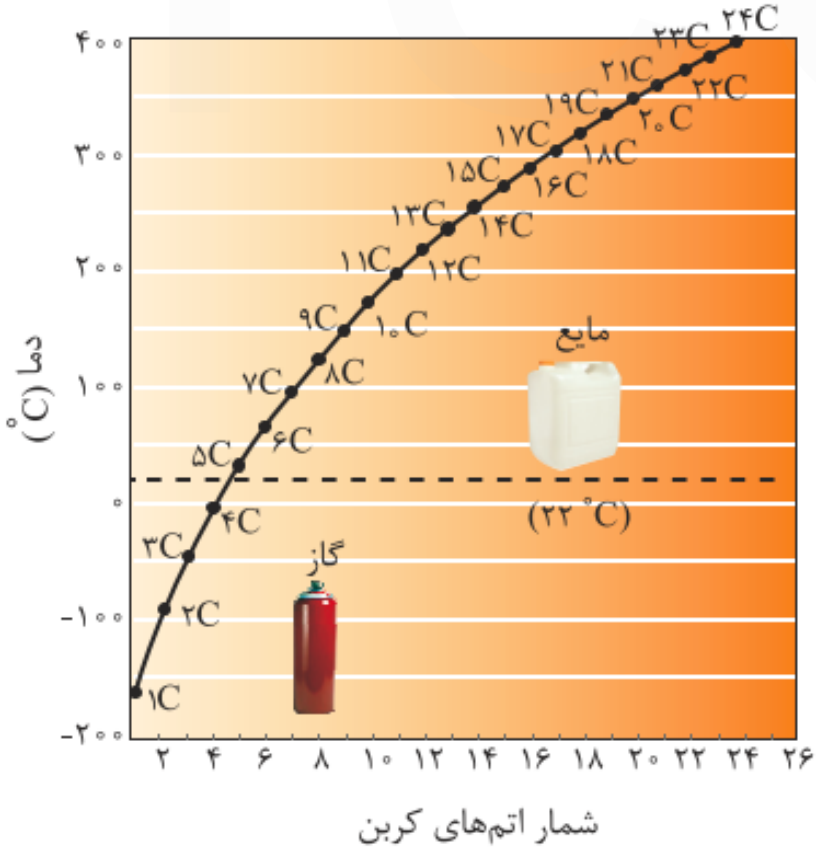
۳ هر چه **نقطهٔ جوش بالاتر** باشد، میزان **فرّاربودن ماده کم‌تر** است.

میزان فرّاربودن: $C_{۱۰}H_{۲۲} < C_{۶}H_{۱۴}$

۴ هر چه میزان **جاذبه‌های بین‌مولکولی قوی‌تر** باشد، **حرکت و جنبش** مولکول‌ها نیز **کم‌تر** است و **میل به جاری‌شدن** نیز **کم‌تر** می‌گردد؛ بنابراین **گران‌روی بیشتر** خواهد شد و در واقع **ماده چسبنده‌تر** است:

چسبندگی: گریس $(C_{۱۸}H_{۳۸})$ > وازلین $(C_{۲۵}H_{۵۲})$

۵ آلکان‌های ۱ تا ۴ کربنه در دمای ۲۲ °C گازی‌شکل و بقیه مایع هستند. (۳۵)



ویژگی‌های آلکان‌ها: (۳۵ و ۳۶)

۱) دارای فرمول عمومی C_nH_{2n+2} هستند.
۲) **ناقطبی بوده** و در آب حل نمی‌شوند.
۳) از آن‌ها می‌توان برای **محافظت فلزها** استفاده کرد. برای این کار فلز را در آلکان‌های مایع قرار می‌دهند یا سطح فلز را با آلکان مایع می‌پوشانند تا مانع رسیدن آب به سطح فلز شود و از خوردگی جلوگیری کند.
۴) چون همهٔ پیوندهای آن‌ها یگانه است به آن‌ها اصطلاحاً **سیرشده** می‌گویند.
۵) تمایل چندانی به انجام واکنش شیمیایی ندارند.
۶) چون واکنش‌پذیری کمی دارند، میزان سمی‌بودن آن‌ها **کم** بوده و استنشاق آن‌ها بر شش‌ها و بدن تأثیر چندانی ندارد و تنها سبب کاهش مقدار اکسیژن در هوای دم می‌شود.

- هیچ‌گاه برای برداشتن بنزین از باک خودرو یا بشکه از مکیدن شیلنگ استفاده نکنید، زیرا بخارهای بنزین وارد شش‌ها شده و از انتقال گازهای تنفسی در شش‌ها جلوگیری می‌کند. (۳۶)
- سوخت برخی از فندک‌ها، گاز بوتان بوده که تحت فشار پر می‌شوند. (۳۵)

آلکن‌ها، هیدروکربن‌هایی با یک پیوند دوگانه

- این هیدروکربن‌ها در ساختار خود یک پیوند دوگانهٔ کربن ـ کربن دارند ($C=C$). (۳۹)
- برای نام‌گذاری آلکن‌های راست‌زنجیر کافی است، پسوند «**آن**» را در نام آلکان راست‌زنجیر بردارید و به جای آن پسوند «**ـِ ن**» قرار دهید. سپس محل پیوند دوگانه را با شمارهٔ نخستین کربنی که به پیوند دوگانه متصل است، مشخص کنید. (۳۹)

اتن $CH_2=CH_2$

پروپن $CH_3-CH=CH_2$

۱- بوتن $\overset{4}{C}H_3-\overset{3}{C}H_2-\overset{2}{C}H=\overset{1}{C}H_2$

۱- هگزان $\overset{6}{C}H_3-\overset{5}{C}H_2-\overset{4}{C}H_2-\overset{3}{C}H_2-\overset{2}{C}H=\overset{1}{C}H_2$

۲- بوتن $\overset{1}{C}H_3-\overset{2}{C}H=\overset{3}{C}H-\overset{4}{C}H_3$

اتن (اتیلن) (۳۹ و ۴۰)

۱ **نخستین** عضو خانوادهٔ آلکن‌ها است.

۲ در **بیشتر گیاهان** وجود دارد.

۳ **موز و گوجه‌فرنگی رسیده**، گاز اتن آزاد می‌کنند.

۴ اتن باعث **رسیدن سریع‌تر** میوه‌های نارس می‌شود.

۵ در کشاورزی از این گاز به عنوان «**عمل‌آورنده**» استفاده می‌شود.

۶ **سنگ بنای صنایع پتروشیمی** است و با استفاده از آن حجم انبوهی از مواد گوناگون مانند اتانول را تولید می‌کند.

■ آلکن‌ها برخلاف آلکان‌ها، **واکنش‌پذیری بیشتری** دارند و در واکنش‌های گوناگونی شرکت می‌کنند. واکنش‌پذیری زیاد آلکن‌ها به این دلیل است که در ساختار آن‌ها دو اتم کربن به سه اتم دیگر متصل بوده و از این رو **سیرنشده** هستند. (۴۰)

■ با واردکردن گاز اتن در مخلوط آب و اسید در شرایط مناسب، اتانول در مقیاس صنعتی تولید می‌شود. (۴۰)

$$CH_2=CH_{2(g)} + HOH_{(l)} \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3CH_2OH_{(l)}$$

■ اتانول، الکلی دوکربنی، **بی‌رنگ و فرّار** است که **به هر نسبتی** در آب حل می‌شود. این الکل یکی از مهم‌ترین حلال‌های صنعتی است که در تهیهٔ مواد دارویی، بهداشتی و آرایشی به کار می‌رود. از اتانول در بیمارستان‌ها به عنوان **ضدعفونی‌کننده** استفاده می‌شود. (۴۰)

■ از دیگر واکنش‌های گاز اتن، ترکیب‌شدن با **برم مایع** است. هرگاه گاز اتن را در محلولی از برم وارد کنیم **رنگ قرمز** محلول از بین می‌رود. این تغییر رنگ نشان‌دهندهٔ واکنش زیر است.

$$CH_2=CH_2(g) + Br_2(l) \longrightarrow CH_2(Br)-CH_2(Br)(l)$$

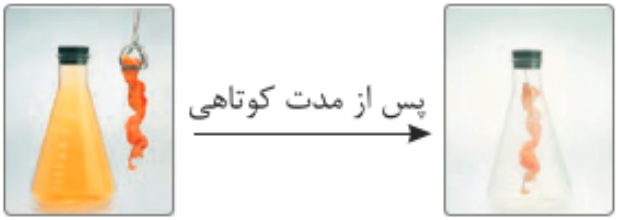
قرمزرنگ

۱، ۲ـ دی‌برومو اتان (بی‌رنگ)

همهٔ آلکن‌ها در این واکنش شرکت می‌کنند به گونه‌ای که این واکنش یکی از **روش‌های شناسایی آلکن‌ها** از دیگر هیدروکربن‌های **سیرشده** است. (۴۰)

■ صنعت پتروشیمی یکی از صنایع مهم جهان است. در این صنعت، ترکیب‌ها، مواد و وسایل گوناگونی از نفت یا گاز طبیعی به دست می‌آید که به فراورده‌های **پتروشیمیایی** معروف هستند. (۴۰)

■ با توجه به شکل مقابل که واکنش چربی گوشت با بخار برم را نشان می‌دهد می‌توانیم نتیجه بگیریم که چربی موجود در گوشت **سیرنشده** است. (۴۱)



آلکین‌ها، سیرنشده‌تر از آلکن‌ها

■ به هیدروکربن‌های سیرنشده با یک پیوند سه‌گانهٔ کربن ـ کربن، آلکین می‌گویند. (۴۱)

- برای نام‌گذاری آلکین‌ها به جای پسوند «آن» در نام آلکان، پسوند «ین» قرار می‌گیرد. (۴۱)
- اتین ($HC \equiv CH$) **ساده‌ترین** آلکین و پروپین ($CH_3 - C \equiv CH$) **دومین** عنصر خانوادهٔ آلکین‌ها است. (۴۱)
- در **جوشکاری کاربیدی**، از سوختن گاز اتین، دمای لازم برای جوش‌دادن قطعه‌های فلزی تأمین می‌شود. (۴۱)
- آلکین‌ها نیز واکنش‌پذیری زیادی دارند و با مواد شیمیایی مختلف واکنش می‌دهند. (۴۱)

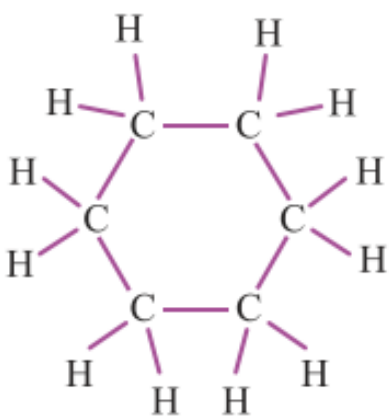
هیدروکربن‌های حلقوی

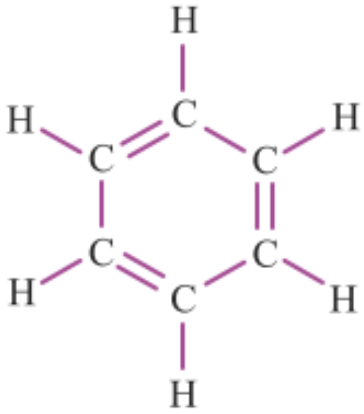
- سیکلو (cyclo) پیشوندی به معنای **حلقوی** است که برای نام‌گذاری برخی ترکیب‌های آلی حلقوی به کار می‌رود. (۴۲)

برای نمونه، سه هیدروکربن حلقوی را بررسی می‌کنیم:

- سیکلوهگزان (C_6H_{12})
- بنزن (C_6H_6)
- نفتالن ($C_{10}H_8$)

- **سیکلوهگزان (C_6H_{12})** یک هیدروکربن **حلقوی سیرشده** است که حلقه‌ای از شش اتم کربن دارد. (۴۲)

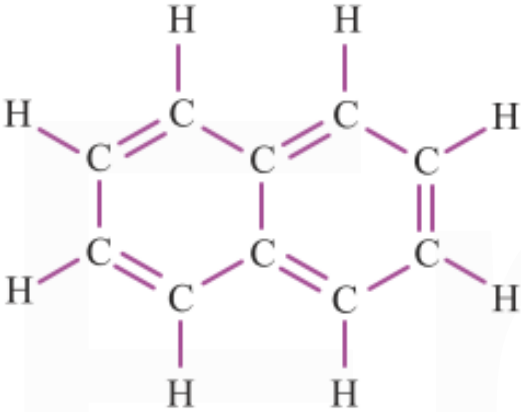


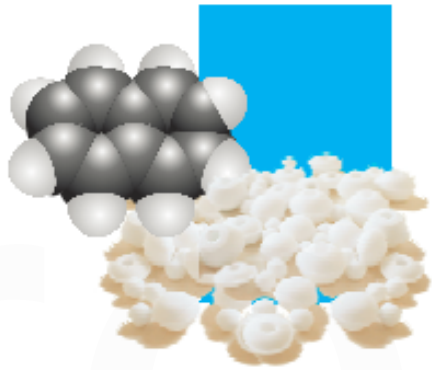


بنزن

■ **بنزن** (C_6H_6) هیدروکربنی **حلقوی و سیرنشده** است که سرگروه خانوادهٔ مهمی از هیدروکربن‌ها به نام **آروماتیک** است. (۴۲)

■ **نفتالن** ($C_{10}H_8$) نیز از دستهٔ آروماتیک‌ها است که مدت‌ها به عنوان **ضد بید** برای نگه‌داری **فرش و لباس** کاربرد داشته است. (۴۲)





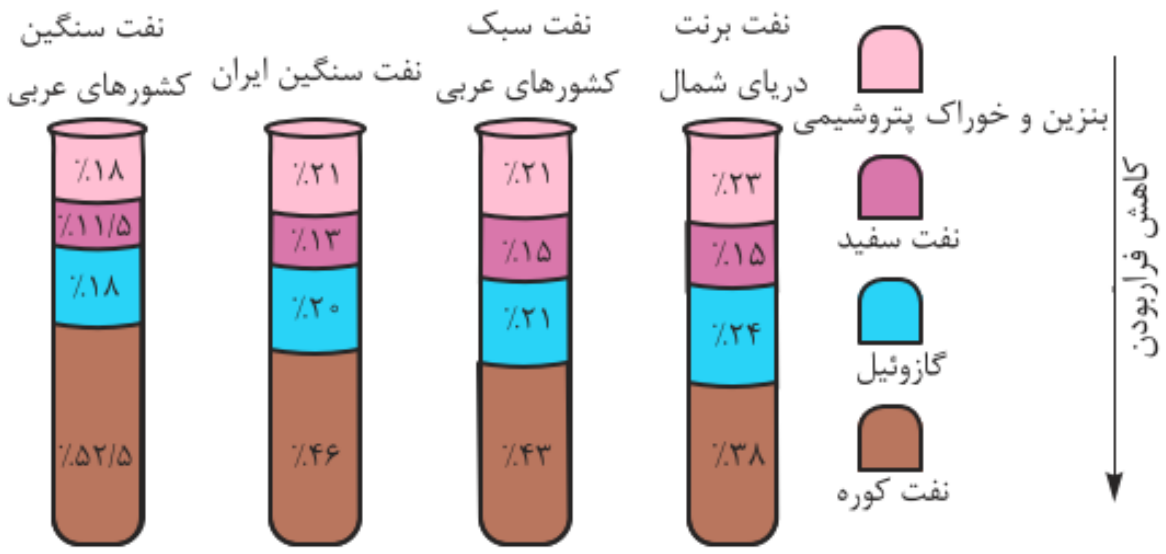
نفتالن

نفت، ماده‌ای که اقتصاد جهان را دگرگون ساخت

■ نفت خام مخلوطی از هیدروکربن‌های گوناگون، برخی نمک‌ها، اسیدها، آب و ... است. البته میزان نمک و اسید در نفت خام **کم** و در نواحی گوناگون متفاوت است. (۴۳)

■ **آلکان‌ها** بخش عمدهٔ هیدروکربن‌های موجود در نفت خام را تشکیل می‌دهند و به دلیل واکنش‌پذیری کم **اغلب به عنوان سوخت** به کار می‌روند، به طوری که بیش از ۹۰ درصد نفت خام صرف **سوزاندن** و تأمین انرژی می‌شود و تنها **مقدار کمی** از آن به عنوان **خوراک پتروشیمی** کاربرد دارد. (۴۳)

■ به شکل صفحهٔ بعد که چهار نوع نفت خام براساس مواد و اجزای سازنده مقایسه شده‌اند دقت کنید تا نکات آن را بررسی کنیم: (۴۳)



۱ با توجه به این‌که هر چه یک هیدروکربن بزرگ‌تر باشد، نقطهٔ جوش آن بیشتر و فرّاربودن آن کم‌تر است. نتیجه می‌گیریم:

کاهش فرّاربودن ⇒ افزایش جاذبه‌های بین مولکولی ⇒ اندازهٔ مولکول‌ها
بنزین< نفت سفید< گازوئیل< نفت کوره

۲ نفت

- سبک: چگالی کم دارد، مقدار نفت کوره در آن **کم‌تر** است.
- سنگین: چگالی زیاد دارد، مقدار نفت کوره در آن **بیشتر** است.

۳ هر چه نفت خام دارای **بنزین و خوراک پتروشیمی** بیشتری باشد، **ارزشمندتر و گران‌تر** است. به همین دلیل قیمت نفت برنت دریای شمال از بقیه **بیشتر** و نفت سنگین کشورهای عربی از بقیه کم‌تر است.

- پس از جداکردن نمک‌ها، اسید و آب، نفت خام را **پالایش** می‌کنند. در واقع با استفاده از **تقطیر جزءبه‌جزء**، هیدروکربن‌های آن را به صورت مخلوط‌هایی با نقطهٔ جوش نزدیک به هم جدا می‌کنند. (۴۴)
- برای پالایش، نفت خام را درون محفظه‌ای بزرگ **گرما** می‌دهند و آن را به برج تقطیر هدایت می‌کنند. (۴۴)
- در برج تقطیر از پایین به بالا دما **کاهش** می‌یابد. هنگامی که نفت خام داغ به قسمت پایین برج وارد می‌شود، مولکول‌های **سبک‌تر و فرّارتر** از مایع بیرون

آمده و به سوی بالای برج حرکت می‌کنند. به تدریج که بالاتر می‌روند **سرد شده** و به **مایع** تبدیل می‌شوند و در سینی‌هایی که در فاصله‌های گوناگونی از برج قرار دارند وارد می‌شوند. بدین ترتیب **مخلوط‌هایی با نقطهٔ جوش نزدیک** به هم از نفت خام جدا می‌شوند. (۴۴)

مراحل پالایش نفت خام

حرارت‌دادن نفت خام در محفظه‌ای بزرگ

⇩

هدایت نفت خام به برج تقطیر (در این برج از پایین به بالا دما کاهش می‌یابد.)

⇩

بیرون‌آمدن مولکول‌های سبک‌تر و فرّارتر مانند مواد پتروشیمیایی و حرکت به بالای برج

⇩

مولکول‌هایی که بالا می‌روند سرد شده به مایع تبدیل می‌شوند.

⇩

مواد تبدیل‌شده به مایع وارد سینی‌های برج تقطیر می‌شوند.

⇩

مخلوط‌هایی با نقطهٔ جوش نزدیک به هم از نفت خام جدا می‌شوند و از برج خارج می‌شوند.

منافع پالایش نفت خام (۴۴)

۱) سوخت ارزان و مناسب در اختیار صنایع قرار می‌دهد.
۲) منجر به تولید انرژی الکتریکی ارزان‌قیمت می‌شود.

■ **زغال‌سنگ** یکی از سوخت‌های فسیلی است که می‌تواند جایگزین نفت شود ولی با توجه به جدول زیر استفاده از زغال‌سنگ سبب ورود **مقدار بیشتری آلاینده** به هواکره شده و **اثر گلخانه‌ای** را افزایش می‌دهد. (۴۵)

نام سوخت	گرمای آزادشده (kJ / g)	فراورده‌های سوختن	مقدار کربن دی‌اکسید به ازای هر کیلوژول انرژی تولیدشده (g)
بنزین	۴۸	CO_2, CO, H_2O	۰/۰۶۵
زغال‌سنگ	۳۰	$SO_2, CO_2, NO_2, CO, H_2O$	۰/۱۰۴

- برای بهبود کارایی زغال‌سنگ دو کار انجام می‌شود: (۴۵)

۱ **شست‌وشوی زغال‌سنگ** به منظور **حذف گوگرد** و ناخالصی‌های دیگر

۲ **به دام انداختن گاز گوگرد دی‌اکسید** خارج‌شده از نیروگاه‌ها با عبور گازهای خروجی از روی **کلسیم اکسید**

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

- یکی از مشکلات زغال‌سنگ، شرایط دشوار استخراج آن است. در سدهٔ اخیر ۵۰۰۰۰۰ نفر در سطح جهان بر اثر انفجار یا فروریختن معدن جان خود را از دست داده‌اند. (۴۵)

نکاتی دربارهٔ گاز متان (۴۵)

۱) گازی **سبک، بی‌بو و بی‌رنگ** است.

۲) در معدن می‌تواند از زغال‌سنگ آزاد شود.

۳) اگر مقدار آن در هوای معدن بیش از **۵ درصد شود**،احتمال انفجار وجود دارد.

- یکی از راه‌های جلوگیری از انفجار، کاهش متان در هوای معدن با استفاده از تهویهٔ مناسب و قوی است. (۴۵)

خصوصیات حمل‌ونقل هوایی (۴۵)

مزایا

۱) سریع‌ترین حالت حمل‌ونقل است.
۲) نیاز به جاده‌سازی و تعمیرات آن ندارد.
۳) خدمات‌رسانی خوب در مواقع اضطراری حتی در نقاط دوردست دارد.

عیب

۴) هزینهٔ آن بالا است.

- سوخت هواپیما از پالایش نفت خام در برج‌های تقطیر تولید می‌شود. این سوخت به طور عمده از **نفت سفید** که شامل آلکان‌هایی با **ده تا پانزده کربن** است تهیه می‌شود. (۴۶)
- یکی از مسائل مهم در تأمین سوخت، انتقال آن به مراکز توزیع و استفادهٔ آن است که در حدود ۶۶ درصد آن از طریق خط لوله و بقیه با استفاده از راه‌آهن، نفتکش جاده‌پیما و کشتی‌های نفتی انجام می‌شود. (۴۶)
- **سیلیسیم** عنصر اصلی سازندهٔ **سلول‌های خورشیدی** است که از واکنش زیر تهیه می‌شود: (تمرین ۳ صفحهٔ ۴۷)

$$SiO_2(s) + 2C(s) \xrightarrow{3000\ ^\circ C} Si(l) + 2CO(g)$$

- **تیتانیم (Ti)** فلزی محکم، کم‌چگال و مقاوم در برابر خوردگی است که در خانهٔ ۲۲ جدول تناوبی، ردیف چهارم و گروه ۴ جدول تناوبی جای دارد. (تمرین ۶ صفحهٔ ۴۸)
- معدن مس سرچشمهٔ کرمان، بزرگ‌ترین تولیدکنندهٔ مس است. برای تهیهٔ مس خام از سنگ معدن واکنش زیر انجام می‌شود.

$$Cu_2S(s) + O_2(g) \rightarrow 2Cu(s) + SO_2(g)$$

این واکنش به علت تولید گاز SO_2 و مصرف اکسیژن تأثیر زیان‌باری روی محیط زیست دارد. (تمرین ۷ صفحهٔ ۴۸)

مقدمات آشنایی با غذا

- دانشمندان اجزای بنیادی **جهان مادی** را **ماده و انرژی** می‌دانند، که این دو با یکدیگر ارتباط دارند. (۴۹)
- غذا همواره نقش محوری در رشد، تندرستی و زندگی انسان داشته است. به طوری که نیاکان ما بیشتر وقت خود را صرف تهیهٔ غذا می‌کردند. (۵۰)
- یکی از مهم‌ترین و شاید دشوارترین مسئولیت‌های هر دولت، تأمین غذای افراد جامعه است. (۵۰)
- پیشرفت دانش و فناوری موجب شده است که تولید فراورده‌های کشاورزی و دامی افزایش یابد و غذا به روش صنعتی تولید شود. در تولید انبوه، به دلیل فساد مواد غذایی و دشواری نگه‌داری آن‌ها، حفظ کیفیت و ارزش مواد غذایی اهمیت بسزایی دارد. (۵۰)
- **سرانهٔ مصرف مواد غذایی:** مقدار میانگین مصرف هر ماده را به ازای هر فرد در یک گسترهٔ زمانی **معین** نشان می‌دهد. (۵۱)
- گوشت قرمز و ماهی علاوه بر **پروتئین** دارای انواع ویتامین و مواد معدنی هستند. (۵۱)
- **شیر** و فراورده‌های آن، منبع مهمی برای تأمین **پروتئین** و به ویژه **کلسیم** هستند. (۵۱)
- سرانهٔ مصرف **نان، برنج، شکر، نمک خوراکی و روغن** در ایران از متوسط جهانی بالاتر است. (۵۱)

کارهایی که غذا انجام می‌دهد، تأمین انرژی مورد نیاز برای: (۵۱)

۱) حرکت ماهیچه‌ها
۲) ارسال پیام عصبی
۳) جابه‌جایی یون‌ها و مولکول‌ها از دیوارهٔ هر یاخته
۴) ساخت و رشد بخش‌های گوناگون بدن

- همهٔ کارهایی که غذا انجام می‌دهد، وابسته به انجام واکنش‌های شیمیایی هستند که **هر یک آهنگ ویژه‌ای** دارند؛ واکنش‌هایی که دمای بدن را نیز کنترل و تنظیم می‌کنند. (۵۱ و ۵۲)
- تغذیهٔ درست شامل وعده‌های غذایی است که مخلوط مناسبی از انواع ذره‌ها را در بر می‌گیرد و سوءتغذیه هنگامی خودنمایی می‌کند که وعده‌های غذایی با کمبود نوع خاصی از آن‌ها همراه باشد. البته افزایش نامتناسب برخی مولکول‌ها و یون‌ها در وعده‌های غذایی سبب افزایش وزن و دیگر بیماری‌ها خواهد شد. (۵۲)

غذا، ماده و انرژی

- بدن ما برای انجام فعالیت‌های ارادی و غیرارادی گوناگون به ماده و انرژی نیاز دارد.

مثال ۱ وقتی قند خون پایین باشد، می‌توان با خوردن سیب یا نوشیدن شربت آبلیمو و عسل آن را جبران کرد.

مثال ۲ وقتی بدن دچار **کمبود آهن** باشد، می‌توان با خوردن **اسفناج و عدسی** کمبود آهن را جبران کرد.

پس ارزش مواد غذایی در تأمین ماده و انرژی مورد نیاز بدن یکسان نیست. (۵۲)

- هنگام روزه‌داری به ویژه نزدیک افطار اغلب احساس سرما و گرسنگی می‌کنید. در این شرایط، بدن نیاز به ماده و انرژی دارد تا دمای خود را

کنترل کند. پس از افطار احساس گرمی دلچسبی خواهید داشت زیرا انرژی مواد غذایی در حال آزادشدن است. (۵۲)

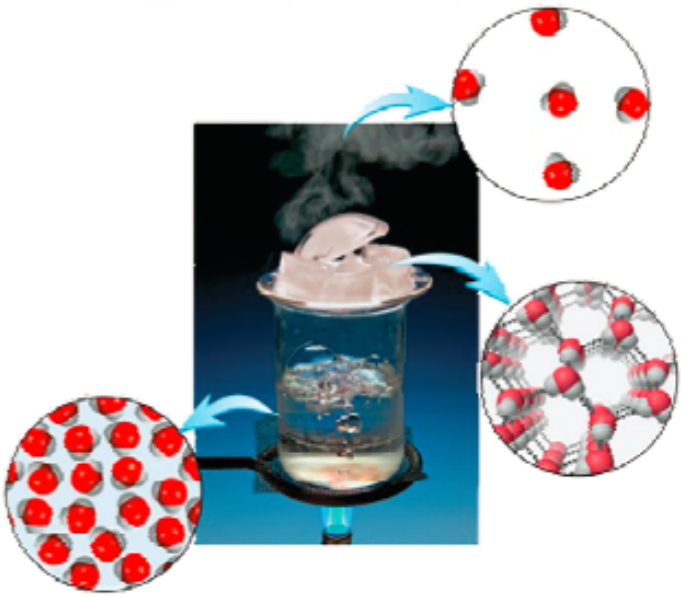
- یکی از راه‌های آزادشدن انرژی مواد، سوزاندن آن‌ها است. به‌جز سوخت‌هایی مانند گاز شهری (متان)، بنزین، زغال، الکل و ... مواد غذایی نیز دارای انرژی هستند. (۵۳)
- میزان انرژی موجود در یک مادهٔ غذایی به دو عامل بستگی دارد: (۵۴)

۱ **جرم**: برای مثال سوزاندن ۲ گرم مغز گردو انرژی بیشتری از ۱ گرم مغز گردو آزاد می‌کند.

۲ **نوع**: برای مثال سوزاندن ۲ گرم مغز گردو انرژی بیشتری از ۲ گرم ماکارونی آزاد می‌کند.

دمای یک ماده از چه خبر می‌دهد؟

- دما: معیاری برای توصیف **میانگین تندی** و **میانگین انرژی جنبشی** ذره‌های سازندهٔ ماده است. یکای رایج دما، درجهٔ سلسیوس ($^\circ C$) است، در حالی که یکای دما در «SI»، کلوین (K) می‌باشد. نماد دما برحسب سلسیوس «θ» و نماد دما برحسب کلوین، «T» است. (۵۵)
- هر چه **دما بالاتر** باشد، جنبش‌های نامنظم ذره‌های آن **شدیدتر** است و مولکول‌ها **سریع‌تر** حرکت می‌کنند. برای مثال این جنبش‌ها در آب گرم شدیدتر از آب سرد است. در شکل مقابل، اثر دما بر جنبش مولکول‌های یخ، آب و بخار آب را می‌بینید. (۵۴)

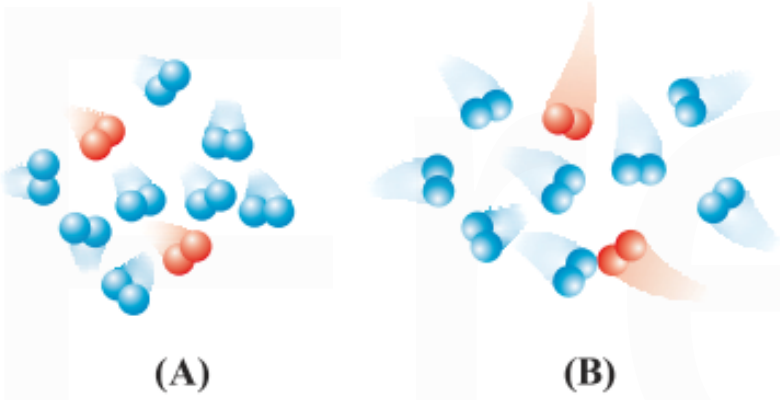


■ جنبش‌های نامنظم ذره‌ها در حالت گاز شدیدتر از مایع و آن هم شدیدتر از حالت جامد است.

■ اگر کاکائو و خوراکی‌های محتوی آن را در دست بگیرید، پس از مدتی ذوب شده و حالت خمیری و روان پیدا می‌کند، زیرا دمای آن افزایش یافته و جنبش ذره‌های سازنده شدیدتر می‌شود. (۵۴)

■ بوی غذای گرم **آسان‌تر و سریع‌تر** از غذای سرد به مشام می‌رسد، زیرا جنبش مولکول‌های گاز آن سریع‌تر است. (۵۴)

■ شکل‌های مقابل دو نمونه از هوای صاف را با جرم یکسان نشان می‌دهد، به نکات زیر دقت کنید: (۵۵)



۱ شکل A می‌تواند نمونه‌ای از هوا در شب و B همان هوا را در ظهر نشان دهد، زیرا جنبش مولکول‌های B بیشتر است و هوا باید گرم‌تر باشد.

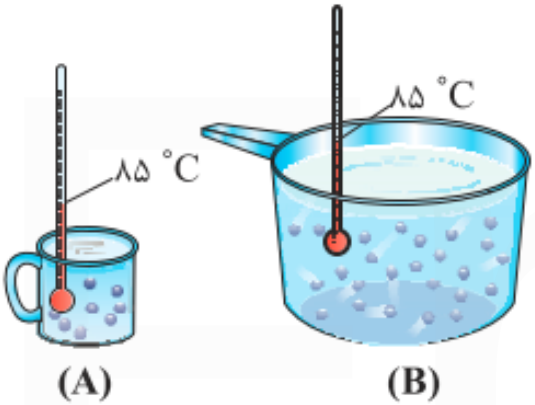
۲ شکل A می‌تواند نمونه‌ای از هوای زمستان و B همان هوا را در تابستان نشان دهد. *(به همان دلیل جملهٔ بالا!)*

۳ **مجموع انرژی جنبشی** در شکل B بیشتر از A است، زیرا تعداد مولکول‌ها **یکسان** است، پس جمع انرژی‌ها در حالت B بیشتر خواهد بود.

■ انرژی گرمایی: **مجموع انرژی جنبشی** ذره‌های سازندهٔ یک نمونه ماده، انرژی گرمایی آن ماده است. (۵۵)

یک مقایسه:

دما	انرژی گرمایی
میانگین انرژی جنبشی است.	مجموع انرژی جنبشی است.
واحد آن « $^{\circ}C$ » و یا «K» است.	واحد آن واحد انرژی است، مانند J، Cal و ...
به جرم وابسته نیست.	به جرم وابسته است.
به میانگین تندی و میانگین انرژی جنبشی وابسته است.	به دما وابسته است.



با توجه به شکل مقابل، دمای دو ظرف A و B برابر است، پس میانگین تندی آن‌ها برابر است، اما گرمای ظرف B بیشتر از A است؛ چون جرم بیشتری دارد. (۵۵)

روغن و چربی از جمله ترکیب‌های آلی هستند که به دلیل تفاوت در ساختار، رفتارهای فیزیکی و شیمیایی متفاوتی دارند. روغن دارای حالت فیزیکی مایع بوده اما چربی جامد است. هم‌چنین مولکول‌های روغن پیوندهای دوگانه و واکنش‌پذیری بیشتری دارند. (۵۶)

ارزش دمایی « $1\ ^{\circ}C$ » برابر با « $1\ K$ » است؛ از این رو، در فرایندهایی که دما تغییر می‌کند « $\Delta\theta = \Delta T$ » خواهد بود. (۵۶)

تهیهٔ غذای آب‌پز، تجزیهٔ متفاوت دما و گرما

دما، توصیف ویژگی یک ماده است. برای افزایش دما می‌توانیم به ظرف گرما بدهیم، پس **گرمادادن فرایندی است که می‌تواند باعث تغییر دما شود.** در واقع دادوستد گرما می‌تواند باعث تغییر دما شود. (۵۶)

- اشاره به گرمای یک نمونه ماده از نظر علمی کار درستی نیست. (۵۶)
- **گرما به مقدار وابسته** است، یعنی هر چه مقدار یک ماده **بیشتر** باشد، گرمای **بیشتری** برای افزایش دمای آن ماده نیاز داریم. (۵۶)
- گرما را با نماد Q نشان می‌دهند و یکای آن در «SI»، ژول «J» است. (۵۷)

$$1\,J = 1\,kg\,m^{2}s^{-2}$$

- ظرفیت گرمایی: ظرفیت گرمایی هر ماده، هم‌ارز گرمای لازم برای **افزایش دمای آن به اندازهٔ یک درجهٔ سلسیوس** است. (۵۷)

$$Q = \text{ظرفیت گرمایی} \times \Delta\theta$$

- ظرفیت گرمایی ویژه (c): مقدار گرمای **لازم برای افزایش دمای یک گرم ماده** به اندازهٔ یک درجهٔ سلسیوس است. (۵۷) $Q = mc\Delta\theta$
- به شکل دقت کنید تا نکات آن را با هم بررسی کنیم: (۵۷ و ۵۸)

۲۰۰ g روغن زیتون (۲۵ °C) $\xrightarrow{۱۹۷۰۰\ J}$ ۲۰۰ g روغن زیتون (۷۵ °C)

۲۰۰ g آب (۲۵ °C) $\xrightarrow{۴۱۸۰۰\ J}$ ۲۰۰ g آب (۷۵ °C)

۱ انرژی لازم برای افزایش دمای ۲۰۰ گرم آب از ۲۵ °C به ۷۵ °C ← ۴۱۸۰۰ ژول

انرژی لازم برای افزایش دمای ۲۰۰ گرم روغن زیتون از ۲۵ °C به ۷۵ °C ← ۱۹۷۰۰ ژول

۲ ظرفیت گرمایی آب > ظرفیت گرمایی روغن زیتون ← تخم‌مرغ در

این فرایند در آب می‌پزد، اما در روغن زیتون تغییر محسوسی نمی‌کند. چون روغن زیتون گرمای کم‌تری برای افزایش دما کسب می‌کند.

۳ ظرفیت گرمایی علاوه بر **نوع ماده** به **مقدار** آن نیز وابسته است؛ پس هر چه مقدار آب و روغن زیتون را زیاد کنیم، انرژی بیشتری برای این تغییر دما نیاز داریم.

۴ برای به دست آوردن ظرفیت گرمایی ویژهٔ آب و روغن زیتون می‌توانیم به صورت زیر عمل کنیم:

$$Q = mc\Delta\theta$$

$$۴۱۸۰۰ = ۰/۲ \times c_{\text{آب}} \times ۵۰ \Rightarrow c_{\text{آب}} = ۴۱۸۰ \frac{J}{kg\,^\circ C}$$

$$۱۹۷۰۰ = ۰/۲ \times c_{\text{روغن زیتون}} \times ۵۰ \Rightarrow c_{\text{روغن زیتون}} = ۱۹۷۰ \frac{J}{kg\,^\circ C}$$

۵ رابطهٔ بین **ظرفیت گرمایی ویژه و ظرفیت گرمایی** به صورت زیر است:

$$Q = mc\,\Delta\theta \Rightarrow c = \frac{Q}{m\Delta\theta}$$

$$Q = \text{ظرفیت‌گرمایی} \times \Delta\theta \Rightarrow \text{ظرفیت‌گرمایی} = \frac{Q}{\Delta\theta}$$

$$\Rightarrow \boxed{\text{ظرفیت‌گرمایی} = m \times c}$$

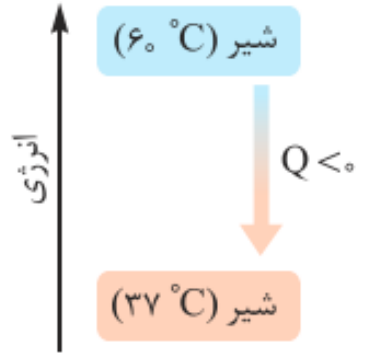
- گرما: مقدار انرژی گرمایی است که به دلیل تفاوت در دما جاری می‌شود. (۵۸)

جاری‌شدن انرژی گرمایی

اگر شیر گرم در حدود ۶۰ °C را بنوشیم، **شیر گرم را سامانه و بدن را محیط** پیرامون آن در نظر می‌گیرند، حالا به نکات دقت کنید: (۵۸ و ۵۹)

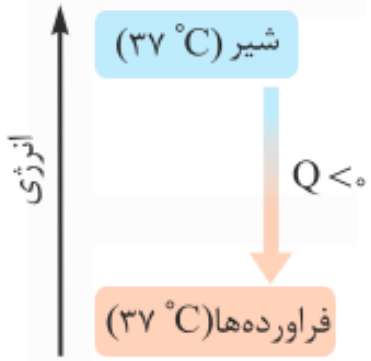
۱ ابتدا شیر، مقداری انرژی به شکل گرما از دست می‌دهد تا با بدن هم‌دما شود. این فرایند با جاری‌شدن انرژی از سامانه به محیط همراه است و **دمای سامانه کاهش** می‌یابد ($\Delta\theta < 0$)؛ این ویژگی نشان می‌دهد که $Q < 0$ بوده و با فرایندی **گرماده** سروکار داریم:

نمودار این فرایند را در مقابل می‌بینید:



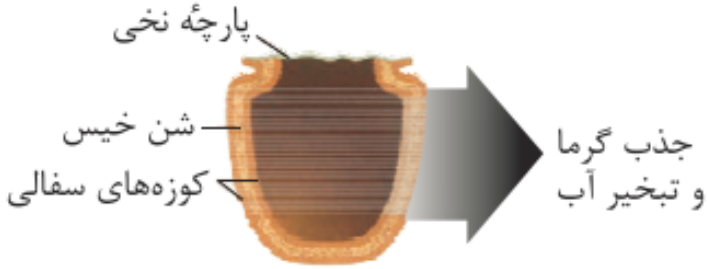
گرما + شیر (۳۷ °C) ⇒ شیر (۶۰ °C)

۲ **بخش عمدهٔ انرژی** شیر هنگام گوارش و سوخت‌وساز به بدن می‌رسد که با انجام واکنش‌های شیمیایی گوناگونی همراه است. این فرایند نیز **گرماده** است ولی دما ثابت مانده است. در واقع با این‌که دما ثابت است، باز هم میان سامانه و محیط پیرامون، انرژی دادوستد می‌شود.



■ بستنی یک خوراکی خنک و سرشار از مواد مغذی است. فرایند هم‌دماشدن آن در بدن با **جذب انرژی**، در حالی که گوارش و سوخت‌وساز آن با **آزادشدن انرژی** همراه است. (۵۹)

■ یخچال صحرایی توسط محمد باه‌آبا معلم مسلمان نیجریایی طراحی شد. او دو ظرف سفالی (ساخته‌شده از خاک رس) را درون یکدیگر قرار داد و فضای میان آن‌ها را با شن خیس پر کرد و درپوش آن را پوششی نخی و مرطوب قرار داد تا تهویه به آسانی انجام شود. (۶۲و۶۳)



■ آب در بدنهٔ سفالی ظرف بیرونی نفوذ کرده و به آرامی تبخیر می‌شود:

$$H_2O(l) + 44/1\,kJ \rightarrow H_2O(g)$$

مطابق این معادله، یک مول آب ۴۴/۱ کیلوژول گرما می‌گیرد تا تبخیر شود. جذب گرما در این فرایند باعث افت دما شده و فضای درونی دستگاه خنک می‌شود. (۶۰)

■ این دستگاه به سرعت در مقیاس صنعتی تولید و فراگیر شد. شرکت رولکس کشور سوئیس هر دو سال یک بار، دو قطعه از تولیدات قیمتی خود را به ایشان اهدا می‌کند. (۶۰)

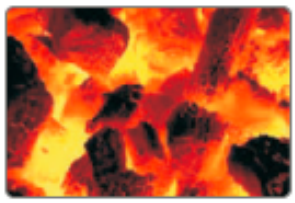
گرما در واکنش‌های شیمیایی (گرماشیمی)

■ یک ویژگی بنیادی در همهٔ واکنش‌های شیمیایی **دادوستد گرما با محیط** است. از این رو یک واکنش شیمیایی می‌تواند گرماگیر یا گرماده باشد. (۶۱)

■ ترموشیمی (گرماشیمی): شاخه‌ای از علم شیمی است که به بررسی **کمی و کیفی** گرمای واکنش‌های شیمیایی، تغییر آن و تأثیری که بر **حالت ماده** دارد، می‌پردازد. (۶۱)

(الف)

(ب)

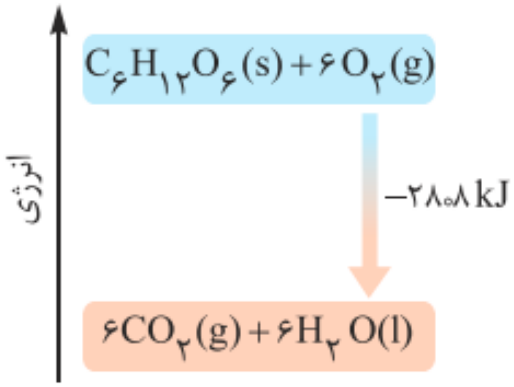


(پ)

الف. مواد غذایی پس از گوارش، انرژی لازم برای سوخت‌وساز یاخته‌ها را در بدن تأمین می‌کند.

ب. سوختن سوخت‌ها، انرژی لازم برای حمل‌ونقل و نیز گرمایش محیط‌های گوناگون را فراهم می‌کند.

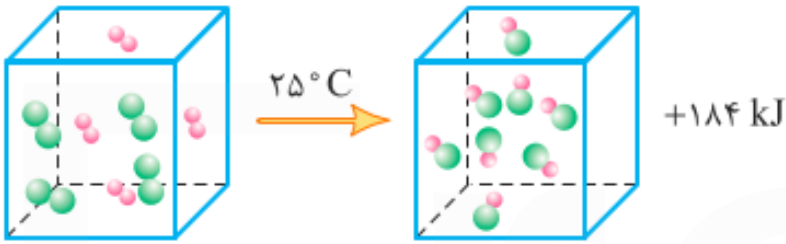
پ. زغال کک، واکنش‌دهنده‌ای رایج در **استخراج آهن** بوده که تأمین‌کنندهٔ انرژی لازم برای انجام این واکنش نیز هست.



■ به نمودار واکنش اکسایش گلوکز برای تولید انرژی در بدن دقت کنید:

جالب این است که با وجود تولید انرژی در این واکنش، دمای بدن تغییر محسوسی نمی‌کند، در واقع واکنش در دمای ثابت انجام می‌شود ($\Delta\theta = 0$). (۶۱ و ۶۲)

■ به واکنش $H_2(g)+Cl_2(g) \longrightarrow 2HCl(g)+184\ kJ$ دقت کنید:



پژوهش‌ها نشان می‌دهد که گرمای آزادشده ناشی از **تفاوت انرژی گرمایی** (مجموع انرژی جنبشی ذره‌ها) در مواد واکنش‌دهنده و فراورده نیست. (۶۲)

■ شیمی‌دان‌ها گرمای جذب یا آزاد شده در هر واکنش شیمیایی را به طور عمده وابسته به تفاوت میان **انرژی پتانسیل** مواد واکنش‌دهنده و فراورده می‌دانند. (۶۲)

■ **انرژی پتانسیل:** انرژی پتانسیل یک نمونه ماده، انرژی نهفته‌شده در آن است، انرژی که ناشی از نیروهای نگه‌دارندهٔ ذره‌های سازندهٔ آن است. (۶۲)

■ در برخی منابع، انرژی پتانسیل موجود در یک نمونه ماده با نام انرژی شیمیایی یاد می‌شود. (۶۲)

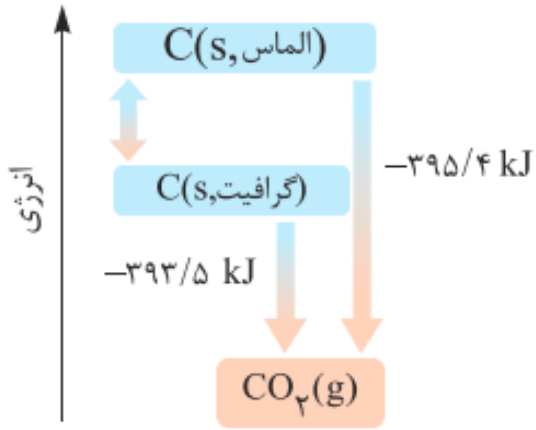
■ انجام یک واکنش شیمیایی و تغییر در شیوهٔ اتصال اتم‌ها به یکدیگر، تفاوت آشکاری در انرژی پتانسیل وابسته به آن‌ها ایجاد می‌کند؛ تفاوت انرژی‌ای که در واکنش‌ها به شکل گرما ظاهر می‌شود. (۶۲)

■ به واکنش سوختن دو آلوتروپ کربن، یعنی الماس و گرافیت دقت کنید:

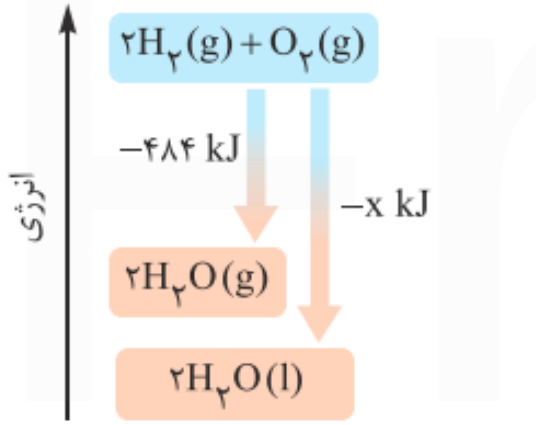
$$C(s, \text{گرافیت}) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + ۳۹۳/۵\ kJ$$

$$C(s, \text{الماس}) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + ۳۹۵/۴\ kJ$$

با توجه به این موضوع متوجه می‌شویم که الماس ماده‌ای ناپایدارتر از گرافیت است. به نمودار دقت کنید: (۶۳)



■ اگر واکنش $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g) + ۴۸۴\ kJ$ را داشته باشیم می‌توانیم نتیجه بگیریم در واکنش $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l) + x$ ، x عددی بزرگ‌تر از ۴۸۴ kJ است و علامت آن هم قطعاً منفی است به نمودار دقت کنید تا موضوع را بهتر متوجه شوید. (۶۳)



■ گرمای یک واکنش در دما و فشار ثابت به چهار عامل بستگی دارد: (۶۳)

۱ نوع مواد واکنش‌دهنده

۲ نوع فراورده

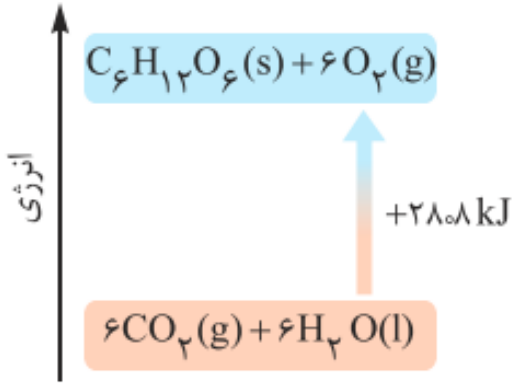
۳ مقدار واکنش‌دهنده

۴ حالت فیزیکی کل مواد شرکت‌کننده در واکنش

آنتالپی، همان محتوای انرژی است

■ محتوای انرژی یا آنتالپی: شیمی‌دان‌ها به **مجموع انرژی جنبشی و پتانسیل** یک سامانه در دما و فشار اتاق، محتوای انرژی یا آنتالپی آن

سـامانه می‌گویند و آن را با H نشـان می‌دهند. به این ترتیب، همهٔ مواد پیرامون ما در دما و فشار اتاق، آنتالپی معینی دارند. (۶۴)



آنتالپی واکنش در فتوسنتز

- برای مثال در نمـودار مقابل، مواد با محتوای انـرژی (آنتالپی) کم‌تر به مـوادی با محتوای انـرژی (آنتالپی) بیشتر تبدیل شده‌اند. (۶۴)
- از آن‌جـا کـه دادوسـتد انـرژی در واکنش‌های شیمیایی به‌طور عمده (نه کلاً!) به شکل گرما آزاد می‌شود، شیمی‌دان‌ها **تغییر آنتالپی** هر واکنش را **هم‌ارز با گرمایی** می‌دانند که **در فشار ثابت** با محیط پیرامون دادوستد می‌شود و آن را با Q_p نمایش می‌دهند. (۶۴)

$$\Delta H(\text{واکنش}) = H(\text{مواد فراورده}) - H(\text{مواد واکنش‌دهنده}) = Q_p$$

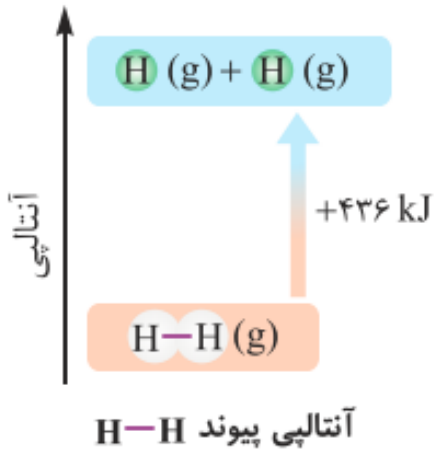
- برای یک واکنش، اغلب به جای تغییر آنتالپی واکنش، واژهٔ آنتالپی واکنش به کار می‌رود. (۶۴)
- واکنش تبدیل گاز N_2O_4 به NO_2، یک واکنش گرماگیر است که ΔH آن مثبت می‌باشد. (۶۵)

$$\underset{\text{بی‌رنگ}}{N_2O_4(g)} \rightarrow \underset{\text{قهوه‌ای‌رنگ}}{2NO_2(g)}$$

- مقدار عددی « ΔH » یک فرایند، بزرگی آن را نشان می‌دهد، در حالی که علامت مثبت و منفی تنها نشان‌دهندهٔ گرماگیر و گرماده بودن آن است. (۶۵)

آنتالپی پیوند و میانگین آن

- انجام یک واکنش شیمیایی، نشانه‌ای از تغییر در شیوهٔ اتصال اتم‌ها به یکدیگر است که به تغییر در ساختار و خواص مواد منجر می‌شود. یکی از خواصی که در واکنش‌های شیمیایی تغییر می‌کند، محتوای انرژی مواد است. (۶۵)



آنتالپی پیوند H—H

■ شواهد تجربی نشان می‌دهد که انرژی لازم برای شکستن پیوندهای اشتراکی موجود در یک مول $H_2(g)$ و تبدیل آن به دو مول $H(g)$، حدود ۴۳۶ kJ است. به نمودار دقت کنید: (۶۵)

■ در ترموشیمی به مقدار ۴۳۶ kJ، آنتالپی پیوند «H — H» می‌گویند و آن را با نماد $\Delta H(H—H) = ۴۳۶\ kJ \cdot mol^{-1}$ نشان می‌دهند. (۶۶)

■ در مولکول‌هایی که اتم مرکزی به چند اتم کناری یکسان با پیوندهای اشتراکی متصل است، به کار بردن **میانگین آنتالپی پیوند** مناسب‌تر است. برای مثال در واکنش $CH_4(g) + ۱۶۶۰\ kJ \rightarrow C(g) + ۴H(g)$، میانگین آنتالپی پیوند « C — H » برابر $۴۱۵\ kJ \cdot mol^{-1}$ گزارش شده است، یعنی $\frac{۱۶۶۰}{۴}$ که برابر ۴۱۵ است. (۶۶)

■ دقت داشته باشید که در آنتالپی پیوند، همهٔ مواد در حالت **گازی** هستند. (۶۷)

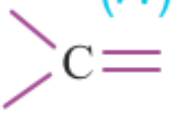
پیوند با زندگی

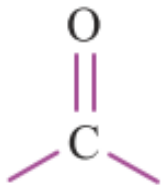
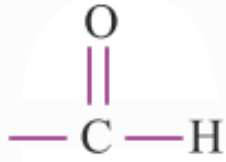
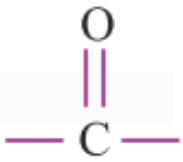
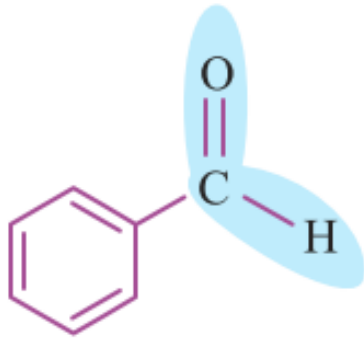
خواص ادویه‌ها (۶۷)

- دادن رنگ، بو و مزه به غذاها
- مصرف دارویی

■ خواص ادویه‌ها به **مواد آلی** موجود در آن‌ها وابسته است که در ساختار خود افزون بر اتم‌های هیدروژن و کربن، اتم‌های اکسیژن، گاهی نیتروژن و گوگرد نیز دارند. (۶۶ و ۶۷)

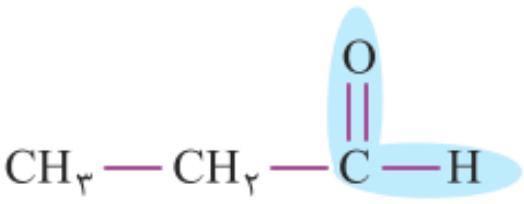
■ **گروه عاملی:** **آرایش منظمی** از اتم‌ها است که به مولکول آلی دارای آن، خواص **فیزیکی و شیمیایی** منحصر به فردی می‌دهد. (۶۷)

■ آرایش اتم‌های کربن و اکسیژن با پیوند دوگانه ()، نشانهٔ وجود یک گروه عاملی به نام **کربونیل** است، گروهی که به **آلدهیدها و کتون‌ها** خواص ویژه‌ای می‌بخشد. (۶۷)

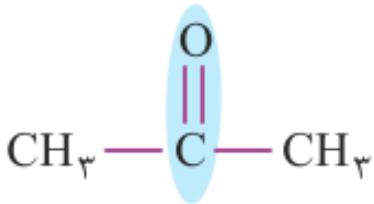
نام گروه عاملی	آلدهیدها	کتون‌ها
گروه عاملی	 کربونیل	
شکل آرایش گروه عاملی		
فرمول مولکولی	$C_nH_{2n}O$	
اولین	(متانال)	(پروپانون)
مثال	بنزآلدهید در بادام 	۲- هپتانون در میخک

■ **ایزومر:** شیمی‌دان‌ها به موادی که **فرمول مولکولی یکسان** اما **ساختار متفاوتی** دارند **ایزومری** (همپار) می‌گویند. (۶۸)

■ با توجه به تعریف بالا، **آلدهیدها و کتون‌ها با تعداد کربن برابر، ایزومر یا همپار هستند**، برای مثال پروپانال و پروپانون هر دو دارای فرمول C_3H_6O هستند ولی ساختار آن‌ها متفاوت است.

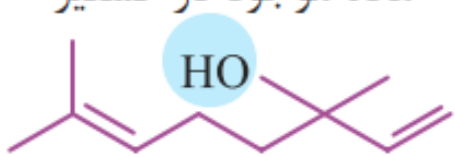
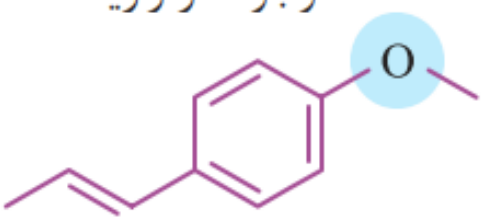


پروپانال

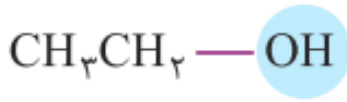


پروپانون

■ در ساختار برخی ادویه‌ها، گروه‌های عاملی دیگری وجود دارد. گروه‌هایی که یک اتم اکسیژن به یک یا دو اتم کربن با پیوند یگانه متصل است. این گروه‌های عاملی به شکل (—O—H) **هیدروکسیل** و به شکل (—O—) **اتری** نام دارند. (۶۷)

	الکل‌ها	اترها
گروه عاملی	هیدروکسیل	اتری
شکل آرایش گروه عاملی	—O—H	—O—
فرمول مولکولی	$C_nH_{2n+2}O$	
اولین	CH_3OH متانول	$CH_3—O—CH_3$ دی‌متیل اتر
مثال	مادهٔ موجود در گشنیز 	مادهٔ موجود در رازیانه 

■ **الکل‌ها و اترها با تعداد کربن برابر، ایزومر هستند**؛ برای مثال اتانول و دی‌متیل اتر هر دو دارای فرمول عمومی C_2H_6O هستند، ولی ساختار آن‌ها متفاوت است.

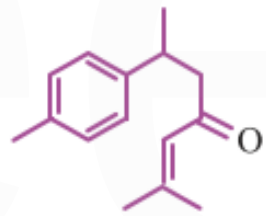


اتانول

دی متیل اتر

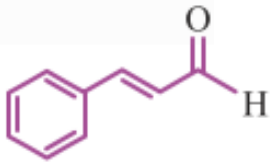
■ دقت کنید که **الکل‌ها** به دلیل وجود هیدروژن متصل به اکسیژن، دارای **پیوند هیدروژنی** هستند، ولی اترها پیوند هیدروژنی ندارند؛ بنابراین با تعداد کربن برابر، **نقطهٔ جوش** الکل‌ها **بیشتر** از اترها است.

■ ترکیب موجود در **زردچوبه** دارای گروه عاملی **کتونی** است و ترکیب موجود در **دارچین** دارای گروه عاملی **آلدهیدی** است. (۶۸)



زردچوبه

دارچین



آنتالپی سوختن، تکیه‌گاهی برای تأمین انرژی

■ بدن ما از غذا مواد گوناگونی دریافت می‌کند. این مواد شامل کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها، پروتئین‌ها، آب، ویتامین‌ها و مواد معدنی است. (۶۸)

■ کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها و پروتئین‌ها ⟵ افزون بر تأمین مواد اولیه برای سوخت‌وساز یاخته‌ها، منابعی برای تأمین انرژی آن‌ها نیز هستند. (۶۸)

■ تنها کربوهیدرات‌ها هستند که در بدن به گلوکز شکسته شده و گلوکز حاصل از آن‌ها در خون حل می‌شود. گلوکز همان قند خون است؛ این ماده هنگام اکسایش در یاخته‌ها، انرژی تولید می‌کند. (۶۸ و ۶۹)

■ به جدول ارزش سوختی این مواد غذایی دقت کنید:

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

همان‌طور که می‌بینید، انرژی حاصل از اکسایش یک گرم چربی، بیشتر از دو مادهٔ غذایی دیگر است، به همین دلیل هر مقدار اضافی از مواد و انرژی دریافتی از مواد غذایی به طور عمده به شکل چربی در بدن ذخیره شده و باعث چاقی می‌شود. (۶۹)

■ با این‌که همهٔ واکنش‌های سوختن گرماده است، اما ارزش سوختی در منابع معتبر علمی بدون علامت منفی گزارش شده است. (۶۹)

■ برای تهیهٔ غذا به انرژی نیاز داریم که به طور عمده از واکنش‌های سوختنِ سوخت‌های فسیلی تأمین می‌شود. (۶۹)

■ چون به طور عمده واکنش‌های سوختن در دمای ۲۵ °C بررسی می‌شود، آب حاصل از واکنش سوختن به **صورت مایع** در نظر گرفته می‌شود؛ برای مثال به واکنش زیر دقت کنید: (۶۹)

$$CH_4(g) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(l) + 890\ kJ \cdot mol^{-1}$$

■ **آنتالپی سوختن:** آنتالپی سوختن یک ماده را هم‌ارز آنتالپی واکنشی در نظر می‌گیریم که در آن یک مول ماده در اکسیژن کافی به طور کامل می‌سوزد. (۶۹)

■ یکی از فراورده‌های سوختن کامل مواد آلی در **دمای اتاق**، H_2O است که حالت مایع دارد. (۶۹)

■ هر چه جرم یک هیدروکربن بیشتر باشد، گرمای حاصل از سوختن آن بیشتر است؛ برای مثال گرمای سوختن یک مول پروپان (C_3H_8) با جرم مولی ۴۴ گرم، کم‌تر از یک مول ۱- بوتن (C_4H_8) با جرم مولی ۵۶ گرم است. (۷۰)

■ با توجه به دو واکنش زیر، درمی‌یابیم که گرمای حاصل از سوختن یک مول C_2H_6، **بیشتر از الکلی با همان تعداد کربن** است. (۷۰)

$$2C_2H_6(g)+7O_2(g) \xrightarrow{25\,^\circ C} 4CO_2(g)+6H_2O(l)+3120\,kJ$$

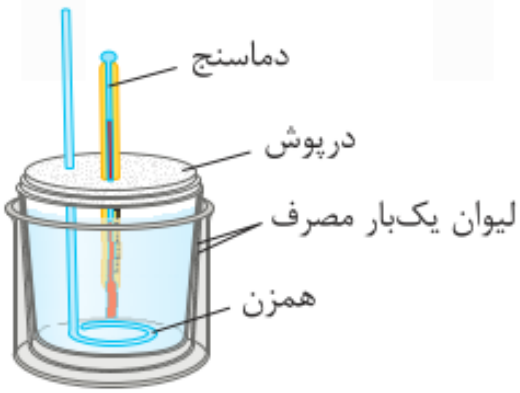
$$C_2H_5OH(g)+3O_2(g) \xrightarrow{25\,^\circ C} 2CO_2(g)+3H_2O(l)+1368\,kJ$$

■ **سوخت‌های سبز** در ساختار خود افزون بر **هیدروژن و کربن، اکسیژن** نیز دارند و از پسماندهای گیاهانی مانند سویا، نیشکر و دیگر دانه‌های روغنی استخراج می‌شوند. اتانول نیز یک سوخت سبز به شمار می‌آید. (۷۰)

■ با مقایسهٔ دو واکنش فوق، متوجه می‌شویم که به ازای سوختن هر گرم اتانول، CO_2 کم‌تری تولید می‌شود و آلایندگی کم‌تری وارد محیط زیست می‌شود. (۷۰)

گرماسنجی، روش مستقیم اندازه‌گیری یک واکنش

■ در روش **مستقیم** تعیین آنتالپی واکنش از دستگاهی به نام **گرماسنج** استفاده می‌شود. نمونهٔ سادهٔ آن **گرماسنج لیوانی** نام دارد که می‌توان با استفاده از دو لیوان یک بار مصرف (پلی‌استایرنی) آن را تهیه کرد، لیوان‌هایی که عایق گرما هستند و درپوش آن را یونولیت گذاشت. (۷۰)



■ برای تعیین گرما در گرماسنج لیوانی به ترتیب زیر عمل می‌کنیم: (۷۱)

اندازه‌گیری دمای اولیهٔ آب یا محلول ← اندازه‌گیری دمای مواد پس از انجام فرایند

← به دست آوردن $\Delta\theta$ ← چون جرم و ظرفیت گرمایی ویژهٔ مواد را داریم

← $Q_p = mc\Delta\theta = \Delta H$ (۷۱)

- گاز متان نخستین بار از سطح مرداب‌ها جمع‌آوری شده، از این رو به **گاز مرداب** معروف است. در حال حاضر این گاز بخش عمدهٔ گاز شهری را تشکیل می‌دهد. (۷۱)
- آنتالپی بسیاری از واکنش‌ها را نمی‌توان به روش مستقیم به دست آورد؛ زیرا:

۱ واکنش، مرحله‌ای از یک واکنش پیچیده است.

۲ واکنش به آسانی انجام نمی‌شود و تأمین شرایط بهینه برای انجام آن بسیار دشوار است.

در این حالت از روش‌های اندازه‌گیری غیرمستقیم استفاده می‌کنیم. (۷۱)

جمع‌پذیری گرمای واکنش‌ها، قانون هس

- گاز متان از تجزیهٔ گیاهان به وسیلهٔ باکتری‌های بی‌هوازی در زیر آب تولید می‌شود، ولی انجام واکنش زیر در شرایط آزمایشگاه، بسیار سخت است. (۷۱)

$$C(s\text{, گرافیت}) + ۲H_۲(g) \rightarrow CH_۴(g)$$

این واکنش از جمع سه واکنش زیر به دست می‌آید. (۷۱)

۱ $C(s\text{,گرافیت}) + O_۲(g) \rightarrow CO_۲(g), \Delta H_۱ = -۳۹۳/۵\ kJ$

۲ $H_۲(g) + \frac{۱}{۲}O_۲(g) \rightarrow H_۲O(l), \Delta H_۲ = -۲۸۶\ kJ$

۳ $CH_۴(g) + ۲O_۲(g) \rightarrow CO_۲(g) + ۲H_۲O(l), \Delta H_۳ = -۸۹۰\ kJ$

- اگر واکنش شیمیایی با ΔH وابسته به آن بیان شود، به آن واکنش **گرما(ترمو) شیمیایی** می‌گویند. (۷۱)
- قوانین جمع‌پذیری واکنش‌ها: (۷۲)

۱ اگر واکنشی را در عددی ضرب کنیم، ΔH آن نیز در آن عدد ضرب می‌شود.

$$\begin{cases} A \rightarrow B & \Delta H = m \\ xA \rightarrow xB & \Delta H = xm \end{cases}$$