



شیمی پایه

یازدهم

تهیه و تنظیم: سید محمد عاقل



شیمی

فصل اول: قدر هدایای زمینی را بدانیم

WWW.SHIMIAGHEL.IR



گسترش فناوری به میزان دسترسی به مواد مناسب وابسته است، به طوری که کشف و درک خواص یک ماده جدید پرچمدار توسعه فناوری است. برای نمونه گسترش صنعت خودرو مدیون شناخت و دسترسی به فولاد است. همچنین پیشرفت صنعت الکترونیک بر اجزایی مبتنی است که از موادی به نام نیمه رساناها ساخته می‌شوند. مواد در زندگی ما نقشی شگرف و مؤثر دارند به طوری که صنایع گوناگون مانند غذا، پوشاک، حمل و نقل، ساختمان، ارتباطات و هر بخش از زندگی ما کم‌وبیش تحت تأثیر مواد قرار دارند. اغراق نیست اگر رشد و گسترش تمدن بشری را درگرو کشف و شناخت مواد جدید بدانیم. بررسی تمدن‌ها از گذشته تا کنون نشان می‌دهد که توسعه جوامع انسانی به توانمندی افرادی هوشمند گره خورده است. آنان که توانسته اند برای رفع نیازهای خود و جامعه، موادی تولید کنند یا با دست کاری مواد، خواص آنها را تغییر دهند. انسان‌های پیشین فقط از برخی مواد طبیعی مانند چوب، سنگ، خاک، پشم و پوست بهره می‌بردند، اما با گذشت زمان توانستند موادی مانند سفال را تولید و برخی فلزها را نیز استخراج کنند که خواص مناسب‌تری داشتند.

با گسترش دانش تجربی، شیمی‌دان‌ها به رابطه میان خواص مواد با عنصرهای سازنده آنها پی بردند. آنها همچنین دریافتند که گرما دادن به مواد و افزودن آنها به یکدیگر سبب تغییر و گاهی بهبود خواص می‌شود. با این روند، آنها به توانایی انتخاب مناسب‌تری ماده برای یک کاربرد معین دست یافتند تا جایی که می‌توانند موادی نو با ویژگی‌های منحصر به فرد و دلخواه طراحی کنند. امروزه با رشد توسعه فناوری، هزاران ماده تهیه و تولید شده که زندگی مدرن و پیچیده امروزی را ممکن کرده است.

### چرخه مواد در طبیعت

شکل زیر شما را با چرخه مواد آشنا می‌کند و برای این کار از یه دوچرخه شروع کرده! فلز مورد استفاده در ساخت دوچرخه، از فراوری سنگ معدن دارای این فلز به دست می‌آید. لاستیک مورد استفاده در دوچرخه هم از فراوری نفت به دست می‌آید. نفت از فشرده شدن بقایای برخی از گیاهان و جانوران بین لایه‌های سنگ کره طی میلیون‌ها سال، تشکیل شده است. خلاصه! جایگاه شکل گیری نفت هم مثل سنگ معدن، کره زمین است و به طور کلی دوچرخه از کره زمین به دست می‌آید.



هر ساله مقدار زیادی از مواد از کره زمین استخراج می‌شوند. در مراحل بعدی، این مواد فراوری شده و از آنها فلز، مواد شیمیایی و... به دست می‌آید. از این مواد هم، تولید لوازم و ابزارهای مختلفی مانند خودرو، لوازم خانه، وسایل الکترونیکی و... استفاده می‌شود. پس می‌توان گفت که همه مواد طبیعی و مصنوعی از کره زمین به دست می‌آیند.

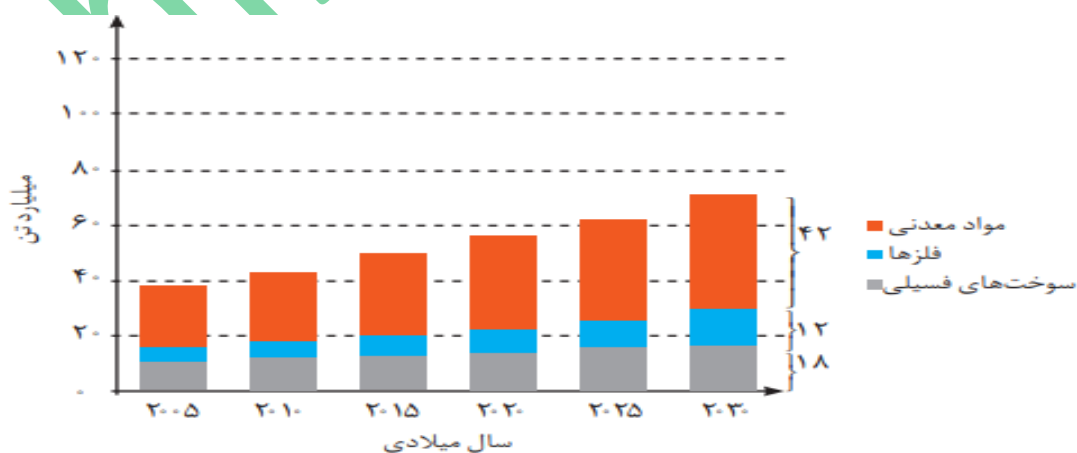


### توجه

طی فرایند تولید وسایل و ابزارهای مورد نیاز، مقداری از منابع انرژی و مواد تلف می‌شوند و خود وسایل هم پس از مصرف و گذشت تاریخ مصرف شان به زباله و مواد دورریز تبدیل می‌شوند. همه این ضایعات و پسماندهای تولید شده، طی مدت زمان معینی که بیشتر وقتاً خیلی طولانی‌تر! دوباره به طبیعت باز می‌گردد. بنابراین می‌توان گفت موادی که از طبیعت به دست می‌آیند، دوباره به طبیعت باز می‌گردند و در نتیجه **جرم کل مواد** در کره زمین ثابت می‌ماند. همه مواد طبیعی و همه مواد مصنوعی از کره زمین به دست می‌آیند.

### بررسی یک نمودار!

منشأ همه مواد و فناوری‌های مورد استفاده زمین است. میزان تولید و مصرف نسبی 3 تا از این منابع که از زمین استخراج می‌شود در نمودار آمده است.



## نکات مربوط به نمودار:

1- در بین این مواد، بیشترین مقدار استخراج از کره زمین در هر سال، مربوط به مواد معدنی و کمترین مقدار استخراج، مربوط به فلزهاست:

فلزها > سوخت‌های فسیلی > مواد معدنی : مقایسه مقادیر استخراج سالانه از کره زمین

### توجه

استخراج فلزها از سال 2005 تا 2030 حدوداً دو برابر شده ولی در این مدت استخراج مواد معدنی و سوخت‌های فسیلی کمتر از 2 برابرشون افزایش یافته است؛ پس آهنگ رشد استخراج و مصرف فلزها در جهان بیشتر از مواد معدنی و سوخت‌های فسیلی است.

2- با توجه به نمودار داده شده، مجموع میزان استخراج مواد معدنی، فلزها و سوخت‌های فسیلی از حدود 38 میلیارد تن در سال 2005، به حدود 70 میلیارد تن در سال 2030 می‌رسد.

3- چون خود کتاب درسی پرسیده! بدانید که در سال 2015 به تقریب 7 میلیارد تن فلز در جهان استخراج و مصرف شده است.

زندگی روزانه ما به منابع شیمیایی وابسته است، چرا که بسیاری از لوازمی که استفاده می‌کنیم از مواد استخراج شده از زمین ساخته شده‌اند به مثال‌های زیر توجه نمایید:

(الف) استکان شیشه‌ای از شن و ماسه ساخته می‌شود.

(ب) قاشق از فولاد زنگ نزن (فولادی که پس از طی مراحل طولانی سنگ معدن به دست می‌آید) ساخته شده است.

(پ) برای طعم دادن به غذا از نمک به دست آمده از خشکی و دریا استفاده می‌کنیم.

(ت) برای رشد سبزیجات و میوه‌ها از کودهای پتاسیم، نیتروژن و فسفردار استفاده می‌کنیم.

(ث) سوخت مورد استفاده در خانه یا خودرو از دل زمین استخراج می‌شود.

4- منابع شیمیایی گوناگون به طور یکسان در جهان توزیع نشده‌اند به عنوان مثال در نقاط مختلف جهان فراوانی آلومینیم متفاوت است در ضمن مقدار فلزهای مختلف در جهان نیز با هم متفاوت است.

### توجه

پراکندگی منابع شیمیایی گوناگون در نقاط مختلف جهان می‌تواند یکی از دلایل پیدایش تجارت جهانی باشد. شیمی‌دان‌ها برای یافتن پاسخ پرسش‌های زیر در پی کشف الگوها و روندهای موجود در رفتار مواد و عناصر هستند.

## جمع بندی

چرخه مواد در طبیعت: اکتشاف - استخراج - فراوری - تولید لوازم - فرسوده شدن لوازم

- بازگشت به طبیعت

منابع شیمیایی گوناگون در جهان به طور یکسان توزیع نشده‌اند.

همه مواد طبیعی و مصنوعی به نوعی از کره زمین به دست می‌آیند.

استخراج مواد از زمین

1-1: گسترش فناوری به میزان ..... مواد مناسب وابسته است. برای نمونه، گسترش صنعت خودرو مدیون دسترسی به ..... و پیشرفت صنعت الکترونیک بر اجزایی مبتنی است که از ..... ساخته می‌شوند.

- (1) دسترسی به - فولاد - نیمه رساناها  
(2) دسترسی به - فولاد - نارساها  
(3) تولید - آهن - رساناها  
(4) دسترسی به - آهن - نیمه رساناها

2-1: با توجه به شکل داده شده که فرایند کلی تولید دوچرخه را نشان می‌دهد، کدام موارد از مطلب زیر درست هستند؟



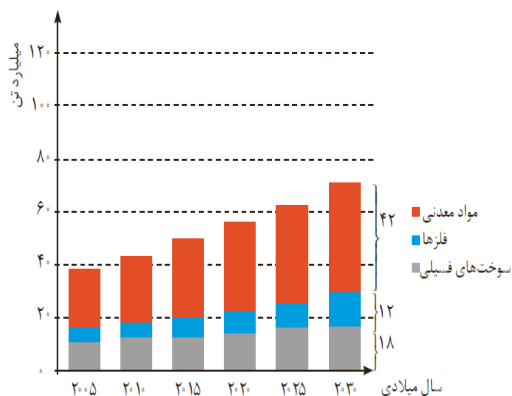
الف) در فرایند تولید ورقه‌های فولادی و تایر دوچرخه، موادی دور ریخته می‌شوند و زباله‌ها را ایجاد می‌کنند.  
ب) منشأ تمامی اجزای سازنده یک دوچرخه، کره زمین است.  
پ) تمامی مواد دریافت شده از کره زمین برای تولید یک وسیله، به صورت خام می‌توانند مورد استفاده قرار بگیرند.  
ت) پس از چندین سال، قطعات دوچرخه فرسوده می‌شوند و این قطعات فرسوده ممکن است در محیط رها شوند یا مورد بازیافت قرار بگیرند.

- (1) (ب)، (ت)      (2) (الف)، (ب)، (ت)      (3) (الف)، (پ)، (ث)      (4) (ب)، (پ)

3-1: نمودار روبه‌رو، برآورد میزان تولید و مصرف نسبی برخی مواد را در جهان نشان می‌دهد. با توجه به آن چند مورد از مطالب زیر درست است؟

الف) در سال 2015، به تقریب 20 میلیارد تن فلز در جهان استخراج و مصرف شده است.

ب) در سال 2030، به تقریب، حدود 70 میلیارد تن از مجموع مواد مورد بررسی در نمودار، استخراج و مصرف می‌شوند.



پ) مقایسه میزان استخراج مواد معدنی، فلزها و سوخت‌های فسیلی به صورت (فلزها > مواد معدنی > سوخت‌های فسیلی) است.

ت) در بین سال‌های 2005 تا 2030، میزان افزایش استفاده از مواد معدنی، بیشتر از سوخت‌های فسیلی و فلزها بوده است.

1 (1) 2 (2)

3 (3) 4 (4)

4-1: همه گزینه‌های زیر درست است، به جز .....

1) پیشرفت صنایع، منجر به گسترش شهرها و روستاها و افزایش سطح رفاه در جامعه شد.

2) تأمین نیازهای همه افراد، به همراه تولید انواع دستگاه‌ها و ابزار آلات سبب شده است که سالانه حجم انبوهی از منابع شیمیایی بهره برداری شود.

3) شکل روبه‌رو، پراکندگی متوازن منابع را در زمین نشان می‌دهد که دلیل پیدایش تجارت جهانی است.

4) شیمی‌دان‌ها برای یافتن پاسخ پرسش‌های خود درباره منابع موجود زمین، در پی کشف الگوها و روندهای موجود در رفتار مواد و عناصر هستند.



## گروه 14 جدول تناوبی

1- گروه 14 جدول دوره‌ای عناصر از بالا به پایین عبارتند از: کربن (C)، سیلیسیم (Si)، ژرمانیم (Ge)، قلع (Sn) و سرب (Pb)

2- آرایش الکترونی لایه ظرفیت این عناصر به صورت  $ns^2np^2$  می‌باشد بنابراین تمام عناصر گروه 14 به دسته p جدول دوره‌ای عناصر تعلق دارند.

توجه

در این گروه کربن نافلز، سیلیسیم و ژرمانیم شبه فلز و قلع و سرب فلز هستند.

3- در گروه 14 از بالا به پایین خصلت فلزی افزایش و خصلت نافلزی کاهش می‌یابد.

4- عناصر گروه 14 دارای ویژگی‌های خاصی هستند، به عنوان مثال کربن، سطحی تیره دارد و در اثر ضربه خرد می‌شود. قلع و سرب نیز دارای خواص فلزی هستند، به عنوان مثال هر دو رسانای خوب گرما و الکتریسیته بوده و در واکنش با دیگر اتم‌ها الکترون از دست می‌دهند.

نکته

بررسی ویژگی‌های برخی عناصر دوره سوم و گروه 14 جدول دوره‌ای

فلزها و نافلزها و شبه فلز موجود در دوره سوم

1- عناصر این دوره با سدیم ( $_{11}\text{Na}$ ) از گروه اول آغاز شده و به آرگون ( $_{18}\text{Ar}$ ) در گروه 18 ختم می‌شوند.

دسته s

دسته p

$_{11}\text{Na}$      $_{12}\text{Mg}$      $_{13}\text{Al}$      $_{14}\text{Si}$      $_{15}\text{P}$      $_{16}\text{S}$      $_{17}\text{Cl}$      $_{18}\text{Ar}$

2- در بین عناصر این دوره عنصر از دسته d (عنصر واسطه) وجود ندارد و تمام عناصر این دوره تعلق به دسته s یا p هستند.

3- در بین عناصر این دوره سدیم ( $\text{Na}$ )، منیزیم ( $\text{Mg}$ ) و آلومینیم ( $\text{Al}$ ) خواص مشترک فلزی دارند. منظور از خواص فلزی موارد زیر است:

(الف) در واکنش با دیگر اتم‌ها تمایل به از دست دادن الکترون دارند.

(ب) رسانایی گرمایی و الکتریکی بالا دارند.

(پ) سطح درخشانی دارند.

(ت) در اثر ضربه تغییر شکل می‌دهند (شکل پذیرند)، ولی خرد نمی‌شوند. در واقع چکش خوار هستند.

هر عنصری که خواص بالا را داشته باشد، فلز است به بیان دیگر هر فلزی دارای خواص بالا می‌باشد.

4- در این دوره عناصر فسفر ( $\text{P}$ )، گوگرد ( $\text{S}$ )، کلر ( $\text{Cl}$ ) نافلز بوده و خواص مشترکی دارند در زیر به مهم‌ترین خواص نافلزی اشاره می‌کنیم:

(الف) در واکنش با دیگر اتم‌ها، الکترون به اشتراک می‌گذارند یا الکترون می‌گیرند.

(ب) جریان برق و گرما را عبور نمی‌دهند (رسانای گرما و برق نیستند).

(پ) سطح آنها درخشان نبوده بلکه کدر است.

(ت) چکش خوار نیستند و در اثر ضربه خرد می‌شوند.

هر عنصری که دارای خواص بالا باشد نافلز است به بیان دیگر هر نافلزی خواص بالا را دارد

1- در دوره سوم جدول تناوبی عناصر  $\text{Na}$ ،  $\text{Mg}$  و  $\text{Al}$  در شرایط مناسب به ترتیب با از دست دادن 1، 2 و 3 الکترون به کاتیون‌های پایدار  $\text{Na}^+$ ،  $\text{Mg}^{2+}$  و  $\text{Al}^{3+}$  تبدیل می‌شوند.

2- کاتیون عناصر Na، Mg و Al هم الکترون بوده و دارای 10 الکترون می‌باشند. این کاتیون‌ها به آرایش گاز نجیب تناب دوم (تناب قبل از خود) یعنی نئون ( $^{10}\text{Ne}$ ) می‌رسند.

#### توجه

فلزهای قلع (Sn) و سرب (Pb) با از دست دادن الکترون به آرایش گاز نجیب نمی‌رسند.

3- برخی از اتم‌ها با تشکیل پیوند اشتراکی به آرایش پایدار هشتایی می‌رسند به عنوان مثال کربن با تشکیل چهار پیوند یگانه با اتم‌های کربن و یا دو پیوند دوگانه با اتم‌های اکسیژن به آرایش هشتایی پایدار می‌رسد، در زیر ساختار لوویس این دو ترکیب را مشاهده می‌کنید:

4- نافلزهای فسفر (P)، گوگرد (S)، کلر (Cl) پس از شرکت در پیوند یونی و با گرفتن به ترتیب 3 و 2 و 1 الکترون به آنیون‌های  $\text{P}^{3-}$ ،  $\text{S}^{2-}$  و  $\text{Cl}^{-}$  تبدیل شده و به آرایش پایدار گاز نجیب آرگون می‌رسند:  
البته این نافلزها با تشکیل پیوند اشتراکی نیز به آرایش هشتایی می‌رسند.



#### توجه

آرگون (Ar) یک نافلز است اما تمایل به گرفتن الکترون ندارد و میل ترکیبی آن بسیار ناچیز بوده و در واکنش‌ها شرکت نمی‌کند. به طوری که تا کنون هیچ ترکیب شیمیایی پایداری از این عنصر شناخته نشده است.

#### نکته

گوگرد جامدی زرد رنگ و کلر گازی زرد رنگ است. در حالی که فسفر خالص که غالباً فسفر سفید است، به رنگ سفید دیده می‌شود. فسفر را معمولاً زیر آب نگهداری می‌کنند، زیرا در مجاورت اکسیژن هوا بسیار واکنش پذیر بوده و مشتعل می‌شود.

عنصرهای دوره سوم و گروه 14 در واکنش با اتم‌های دیگر چند روش مختلف را در پیش می‌گیرند:  
الف) دسته‌ای از آنها که فلز هستند الکترون از دست می‌دهند و پیوند یونی تشکیل می‌دهند که عبارتند از:  
فلزهای سدیم (Na)، منیزیم (Mg)، آلومینیم (Al)، قلع (Sn) و سرب (Pb)  
ب) دسته‌ای از آنها که نافلز یا شبه فلز هستند الکترون به اشتراک گذاشته و پیوند اشتراکی تشکیل می‌دهند که عبارتند از:

کربن (C)، سیلیسیم (Si)، ژرمانیم (Ge)

پ) دسته‌ای از آنها که نافلز هستند و الکترون به اشتراک گذاشته و پیوند اشتراکی تشکیل می‌دهند و یا راه دومی در پیش گرفته و الکترون می‌گیرند و پیوند یونی تشکیل می‌دهند که این نافلزها عبارتند از:  
فسفر (P)، گوگرد (S)، کلر (Cl)

## شبه فلزها

شبه فلزها، همانند مرزی بین فلزها و نافلزها قرار دارند. خواص فیزیکی شبه فلزها، بیشتر به فلزها شبیه بوده در حالی که رفتار شیمیایی آنها همانند نافلزها است.

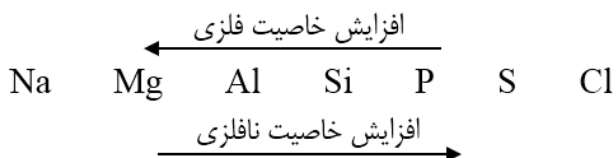
### توجه

شبه فلز عنوانی برای طبقه بندی عناصر است که به عناصری گفته می شود که خواص آنها میان فلز و نافلز است. شبه فلزها معمولاً رسانایی الکتریکی دارند (نیمه رسانا هستند). رسانایی الکتریکی شبه فلزها از فلزها کمتر است و به طور کامل رسانا نیستند.

2- سیلیسیم (Si) یک شبه فلز از گروه 14 و دوره سوم می باشد. سیلیسیم عنصری درخشان است (مانند فلزها) و شکننده است و در اثر ضربه خرد می شود (مانند نافلزها) و رسانایی الکتریکی کمی دارد. سیلیسیم در واکنش با دیگر اتم ها الکترون به اشتراک می گذارد. در واقع می توان گفت سیلیسیم خواصی ما بین فلزها و نافلزها دارد.

### توجه

ژرمانیم (واقع در گروه 14 و دوره چهارم) شبه فلز است و رسانایی الکتریکی کمی دارد و در واکنش با دیگر اتم ها الکترون به اشتراک می گذارد و در اثر ضربه خرد شده و شکننده است. در این دوره (همانند دوره های دیگر) از سمت چپ به راست خصلت فلزی کاهش یافته و بر خصلت نافلزی افزوده می شود:



### توجه

در بین عناصر دوره سوم سدیم (Na) بیشترین خصلت فلزی و کلر (Cl) بیشترین خصلت نافلزی را دارد.

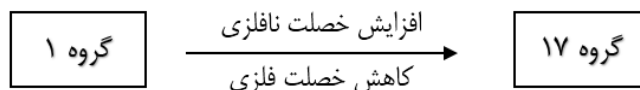
مجموعاً 8 عنصر شبه فلز در جدول تناوبی وجود دارد که عبارتند از: بور (B)، سیلیسیم (Si)، ژرمانیم (Ge)، آرسنیک (As)، آنتیموان (Sb)، تلوریم (Te)، پولونیم (Po) و استاتین (At).

- 1) در هر یک از دوره های دوم و سوم، تنها یک شبه فلز وجود دارد.
  - 2) در هر یک از دوره های چهارم، پنجم و ششم، دو شبه فلز وجود دارد.
  - 3) در هر یک از گروه های 13 و 17، تنها یک شبه فلز وجود دارد.
  - 4) در هر یک از گروه های 14، 15 و 16، دو شبه فلز وجود دارد.
- شکل زیر برخی کاربردهای فلزها مبتنی بر ویژگی های آنها را نشان می دهد.



## روند تغییرات خواص فلزی و نافلزی در جدول دوره‌ای عناصر

جدول دوره‌ای عناصر شامل 7 ردیف (تناوب) است. هر تناوب از سمت چپ با یک فلز گروه 1 (فلز قلیایی) شروع می‌شود و در سمت راست پس از عبور از یک نافلز گروه 17 (هالوژن‌ها) در انتهای تناوب به یک گاز نجیب می‌رسد. در هر دوره از جدول دوره‌ای عناصرها و از چپ به راست از خاصیت فلزی (تمایل به از دست دادن الکترون و تشکیل کاتیون) کاسته و بر خاصیت نافلزی (تمایل به گرفتن الکترون و تشکیل آنیون) افزوده می‌شود.



■ مثال: مقایسه خصلت فلزی در بین عناصر تناوب سوم به صورت مقابل است:



## روند تغییرات خاصیت فلزی و نافلزی در گروه‌ها

1- در یک گروه از جدول دوره‌ای عناصرها از بالا به پایین خصلت فلزی افزایش ولی خصلت نافلزی کاهش می‌یابد.

توجه

در یک گروه فلزی از جدول دوره‌ای عناصرها از بالا به پایین تمایل به از دست دادن الکترون افزایش می‌یابد. در گروه‌های 16، 15 و 17 عناصرهای بالاتر خاصیت نافلزی بیشتری دارند. زیرا از بالا به پایین خاصیت نافلزی کم می‌شود. در واقع از بالا به پایین تمایل به گرفتن الکترون کاهش می‌یابد.

2- در گروه‌های اصلی کم‌ترین خصلت فلزی متعلق به اولین عنصر گروه (عنصر تناوب دوم) می‌باشد. از طرفی در این گروه‌ها بیشترین خصلت فلزی متعلق به عنصری است که در انتهای گروه (تناوب هفتم) قرار دارد. به عنوان مثال در گروه اول جدول دوره‌ای، فرانسیم بیشترین خصلت فلزی و لیتیم کم‌ترین خصلت فلزی را دارد.



عناصر گروه اول عبارتند از:

3- در گروه 14 جدول دوره‌ای از بالا به پایین خصلت فلزی افزایش می‌یابد. به طوری که سه عنصر ابتدای این گروه یعنی کربن و سیلیسیم و ژرمانیم در واکنش با دیگر اتم‌ها فقط الکترون به اشتراک می‌گذارند، در حالی که قلع و سرب در واکنش با دیگر اتم‌ها الکترون از دست می‌دهند و خصلت فلزی دارند.

توجه

در گروه 14 جدول دوره‌ای کربن نافلز، سیلیسیم و ژرمانیم، شبه فلز، قلع و سرب نیز فلز هستند.

**5-1: گوگرد، جامد، ..... رنگ و کلر ..... با رنگ ..... است. هم چنین فسفر به رنگ ....**

.... دیده می‌شود.

- |                             |                              |
|-----------------------------|------------------------------|
| (1) زرد - جامد - زرد - قرمز | (2) زرد - گازی - زرد - زرد   |
| (3) زرد - گازی - زرد - سفید | (4) زرد - گازی - سفید - سفید |

**1-6:** چند مورد از مطالب زیر درست است؟

الف) در آرایش الکترونی  $^{15}\text{P}$ ، پنج زیر لایه از الکترون پُر شده است و 3 لایه توسط الکترون اشغال شده است.

ب) آرایش الکترونی فشرده اتم‌های  $^{32}\text{Ge}$  و  $^{55}\text{Cs}$  را می‌توان با استفاده از گازهای نجیب آرگون و زنون نوشت.

پ) در اتم دومین عنصر نافلزی تناوب سوم، تعداد الکترون‌های دارای  $(l=1)$ ،  $1/5$  برابر تعداد الکترون‌های  $(l=0)$  است.

ت) تعداد الکترون‌های موجود در آخرین زیر لایه  $p$  اتم  $^{50}\text{Sn}$ ،  $\frac{1}{3}$  برابر تعداد الکترون‌های موجود در آخرین زیر لایه اتم  $^{18}\text{Ar}$  است.

1 (1)      2 (2)      3 (3)      4 (4)

**1-7:** پاسخ صحیح هر سه پرسش زیر در کدام گزینه آمده است؟

الف) وجود سطح صیقلی و درخشان در میان کدام دسته از عناصرها دیده می‌شود؟

ب) در میان عناصرهای گروه 14، چند عنصر در واکنش با دیگر اتم‌ها، الکترون به اشتراک می‌گذارد؟

پ) نسبت تعداد الکترون‌ها در آخرین زیر لایه  $p$  عنصر  $^{82}\text{Pb}$  به تعداد الکترون‌ها در آخرین زیر لایه  $p$  آخرین عنصر فلزی تناوب 3 برابر چند است؟

1) فلزها و شبه فلزها - 1-3      2) فلزها و شبه فلزها - 2-3  
3) فلزها و شبه فلزها - 2-2      4) فقط فلزها - 2-3

**1-8:** در چه تعداد از عبارتهای زیر، همه ویژگی‌های بیان شده درباره عنصر مورد نظر درست است؟

الف) کربن ( $^{6}\text{C}$ ): تیره، شکننده، تمایل به از دست دادن الکترون

ب) ژرمانیم ( $^{32}\text{Ge}$ ): متعلق به دوره 4 جدول، خرد نشدن در اثر ضربه، تمایل به اشتراک الکترون

پ) سرب ( $^{82}\text{Pb}$ ): متعلق به گروه 14 جدول، شکل پذیر، رسانای خوب گرما و الکتریسیته

ت) سیلیسیم ( $^{14}\text{Si}$ ): شکننده، هم دوره با  $^{11}\text{Na}$ ، رسانایی الکتریکی کم

1 (1)      2 (2)      3 (3)      4 (4)

**1-9:** در هر دوره از جدول دوره‌ای، از چپ به راست از خاصیت ..... کاسته و بر خاصیت ..... .

..... افزوده می‌شود. در گروه‌های 15، 16 و 17 عناصرهای ..... خاصیت نافلزی بیشتری دارند زیرا

از بالا به پایین، خاصیت ..... زیاد می‌شود.

1) فلزی - نافلزی - پایین تر - فلزی      2) نافلزی - فلزی - پایین تر - نافلزی

3) فلزی - نافلزی - بالاتر - فلزی      4) نافلزی - فلزی - بالاتر - نافلزی

**10-1:** چند مورد از مطالب زیر در مورد عنصرهای دوره سوم، درست‌اند؟

الف) چهارمین عنصر این دوره، خواصی شبیه چهاردهمین عنصر دوره بعدی دارد.

ب) به جز گاز نجیب این دوره، سایر عنصرهای این دوره جامد هستند.

پ) بیشترین خصلت نافلزی در این دوره مربوط به  $^{17}\text{Cl}$  است.

ت) بدون در نظر گرفتن گاز نجیب، شمار عنصرهای فلزی و نافلزی در این دوره برابر است.

1 (1)      2 (2)      3 (3)      4 (4)

**روند تغییر شعاع اتمی در جدول دوره‌ای**

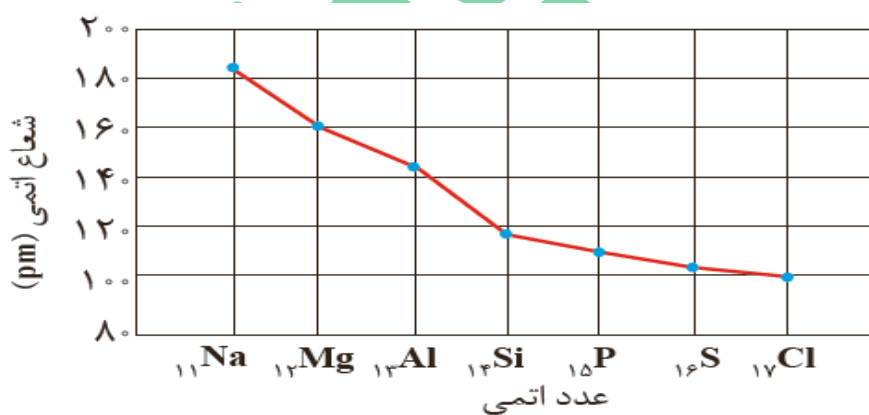
مطابق مدل کوانتومی، اتم را همانند کره‌ای در نظر می‌گیرند که الکترون‌ها در پیرامون هسته و در لایه‌های الکترونی

در حال حرکت هستند؛ بنابراین برای هر اتم می‌توان، شعاع اتمی در نظر گرفت و آن را اندازه‌گیری کرد.

شعاع اتمی را با یکای پیکومتر ( $pm$ ) گزارش می‌کنند. ( $1pm = 10^{-12}m$ )

در یک گروه از بالا به پایین، شعاع اتمی افزایش می‌یابد، زیرا تعداد لایه‌های الکترونی در هر گروه با افزایش عدد اتمی، بیشتر می‌شود.

در یک دوره، از چپ به راست، شعاع اتمی کاهش می‌یابد، زیرا در یک دوره با وجود ثابت ماندن لایه‌های الکترونی، شمار پروتون‌های هسته و در نتیجه جاذبه هسته افزایش می‌یابد. بدین ترتیب نیروی میان هسته و آخرین الکترون افزایش یافته و شعاع اتمی کاهش می‌یابد.



**۱** در یک دوره، بیشترین شعاع اتمی متعلق به عناصر اول (فلزهای قلیایی) و کمترین شعاع اتمی (با چشم پوشی از گازهای نجیب) متعلق به عنصر گروه 17 (هالوژن‌ها) است.

**۲** نمودار بالا، تغییر شعاع اتمی عناصر دوره سوم را نشان می‌دهد. با توجه به این نمودار می‌توان گفت که به طور کلی، در یک دوره از چپ به راست، تفاوت بین شعاع اتمی عنصرهای متوالی کاهش می‌یابد.

### نکته

بیشترین تفاوت شعاع اتمی در نمودار مقابل یا همان شیب نمودار، متعلق به تفاوت شعاع اتمی فلز  $Al$  و شبه فلز  $Si$  است.

**1-11:** چه تعداد از عبارت های زیر، درست است؟

- (آ) تفاوت شعاع اتمی عنصرهای  $Li$  و  $Na$  از تفاوت شعاع اتمی عنصرهای  $Na$  و  $F$  کمتر است.  
 (ب) تفاوت شعاع اتمی عنصرهای  $Mg$  و  $F$  از تفاوت شعاع اتمی عنصرهای  $S$  و  $F$  بیشتر است.  
 (پ) شعاع اتمی عنصری با لایه ظرفیت  $4s^1$  از شعاع اتمی عنصری با لایه ظرفیت  $3s^2$  بیشتر است.  
 (ث) نمودار فوق می تواند تغییر شعاع اتمی عنصرهای دوره سوم را نشان دهد.

1 (1) 2 (2) 3 (3) 4 (4)

**1-12:** اختلاف شعاع اتمی در کدام دو عنصر زیر به ترتیب کمترین و بیشترین مقدار است؟

- (آ)  $Cl$  -  $S$  (ب)  $Al$  -  $Mg$  (پ)  $P$  -  $Mg$   
 (ت)  $Si$  -  $Na$  (ث)  $Si$  -  $Cl$   
 1 - آ - پ 2 - ب - پ 3 - آ - ت 4 - ب - ث

**1-13:** شیب نمودار تغییر شعاع اتمی کدام سه عنصر، بیشتر است؟

- 1  $C$ ،  $N$  و  $O$  2  $Si$ ،  $P$  و  $S$   
 3  $As$ ،  $Se$  و  $Br$  4  $Na$ ،  $Mg$  و  $Al$

نکات مربوط به شعاع:

- 1 - شعاع فلز از شعاع یون خودش که کاتیون است، بیشتر است.
- 2 - شعاع نافلز از شعاع یون خودش که آنیون است کمتر است.
- 3 - در کاتیون های هم الکترون، هر چه بار کاتیون کمتر باشد، شعاع بیشتر است.
- 4 - در آنیونهای هم الکترون، هر چه بار آنیون بیشتر باشد، شعاع بیشتر است.
- 5 - شعاع آنیون و کاتیون و اتم خنثی هم الکترون، به صورت زیر است:  
 شعاع آنیون بیشتر از اتم خنثی و اتم خنثی هم از کاتیون، بیشتر است.

## فلزهای قلیایی

فلزهای قلیایی در گروه اول جدول دوره ای جای داشته و از بالا به پایین عبارت اند از:  $Li$ ،  $Na$ ،  $K$ ،  $Rb$ ،  $Cs$  و  $Fr$ .

آرایش الکترونی لایه ظرفیت فلزهای قلیایی به صورت  $ns^1$  است. این عناصر با از دست دادن یک الکترون و تشکیل کاتیون  $M^+$  به آرایش گاز نجیب دروه قبل از خود می رسند؛ به همین دلیل، بسیار واکنش پذیرند و در طبیعت به حالت آزاد(عنصری) یافت نمی شوند.

### مثال

جلای نقره ای فلز سدیم در مجاورت هوا به سرعت از بین رفته و کدر می شود.

اغلب فلزهای قلیایی به قدری نرم هستند که با چاقو بریده می شوند.

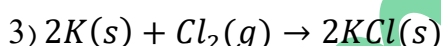
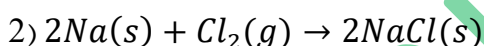
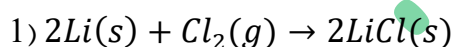
با افزایش شعاع اتمی از بالا به پایین، خصلت فلزی و واکنش پذیری فلزهای این گروه افزایش می یابد.

$Fr > Cs > Rb > K > Na > Li$ : خصلت فلزی و فعالیت شیمیایی

تولید نور، آزادسازی گرما، تشکیل رسوب و خروج گاز، نشانه هایی از تغییر شیمیایی است، به طوری که هر چه شدن نور یا آهنگ خروج گاز آزاد شده بیشتر باشد، واکنش شیمیایی سریع تر بوده و واکنش دهنده فعالیت شیمیایی بیشتری دارد.

### مثال

شکل های زیر واکنش فلزهای لیتیم، سدیم و پتاسیم را با گاز کلر نشان می دهند. با توجه به شدت نورهای آزاد شده در این تصاویر می توان فهمید که فعالیت شیمیایی این سه فلز به صورت  $Li < Na < K$  است.



لیتیم (سرخ)

سدیم (زرد)

پتاسیم (بنفش)

## فلزهای قلیایی خاکی

عناصر گروه دوم از بالا به پایین عبارت اند از:  $Be$ ،  $Mg$ ،  $Ca$ ،  $Sr$ ،  $Ba$  و  $Ra$ .

این عناصر به فلزهای قلیایی خاکی مشهور هستند و همانند فلزهای قلیایی، در طبیعت به حالت آزاد یافت نمی شوند. آرایش الکترونی لایه ظرفیت عناصر این گروه به صورت  $ns^2$  است. این عناصر با از دست دادن دو الکترون و تشکیل کاتیون  $M^{2+}$  به آرایش گاز نجیب دروه قبل از خود می رسند.

خصلت فلزی و واکنش پذیری فلزهای قلیایی خاکی از بالا به پایین با افزایش شعاع اتمی، افزایش می یابد:

$Ra > Ba > Sr > Ca > Mg > Be$ : خصلت فلزی و فعالیت شیمیایی

### نکته

در یک دوره از جدول دوره ای، خصلت فلزی و فعالیت شیمیایی عناصر گروه اول از گروه دوم بیشتر است:

گروه دوم > گروه اول: خصلت فلزی و فعالیت شیمیایی

## هالوژن‌ها

به نافلزهای گروه 17 جدول دوره ای که عبارت‌اند از:  $F$ ،  $Cl$ ،  $Br$  و  $I$ ، هالوژن گفته می‌شود. هالوژن‌ها در طبیعت به حالت آزاد یافت نمی‌شوند و در حالت آزاد و عنصری به شکل مولکول‌های دواتمی ( $X_2$ ) هستند.

از هالوژن‌ها در تولید لامپ چراغ‌های جلوی خودرو استفاده می‌شود. آرایش الکترونی لایه ظرفیت عناصر گروه 17 به صورت  $ns^2np^5$  است و با دریافت یک الکترون و تشکیل یون هالید ( $X^-$ ) به آرایش گاز نجیب هم دوره خود می‌رسند. از آن‌جا که شعاع اتمی با خصلت نافلزی رابطه عکس دارد، خصلت نافلزی و فعالیت شیمیایی هالوژن‌ها به صورت زیر مقایسه می‌شود:

خصلت نافلزی و فعالیت شیمیایی:  $F_2 > Cl_2 > Br_2 > I_2$

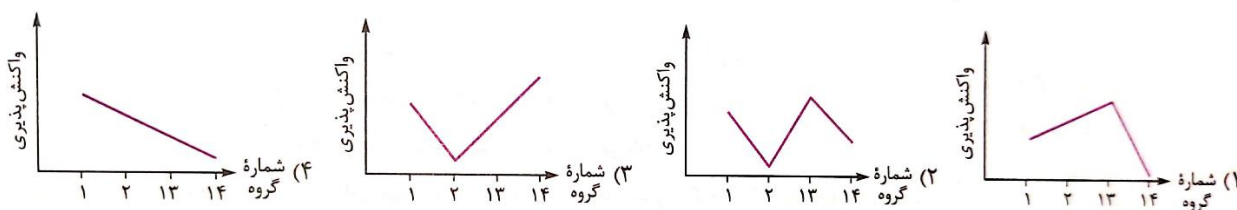
### مثال

در جدول مقابل به واکنش‌پذیری هالوژن‌ها، شدت و شرایط واکنش آنها با گاز هیدروژن اشاره شده است:

| نام هالوژن | شرایط واکنش با گاز هیدروژن                       |
|------------|--------------------------------------------------|
| فلوئور     | حتی در دمای $-200^\circ C$ به سرعت واکنش می‌دهد. |
| کلر        | در دمای اتاق به آرامی واکنش می‌دهد.              |
| برم        | در دمای $200^\circ C$ واکنش می‌دهد.              |
| ید         | در دمای بالاتر از $400^\circ C$ واکنش می‌دهد.    |

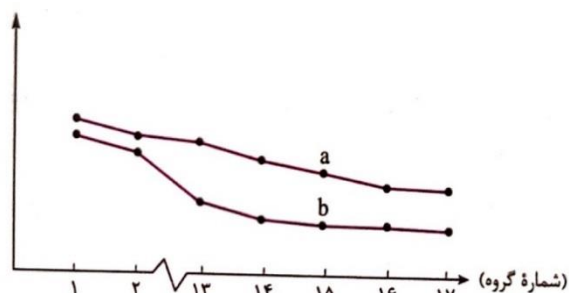
در عناصر این گروه، از بالا به پایین نقطه ذوب و جوش افزایش می‌یابد، به طوری که در دمای اتاق،  $F_2$  و  $Cl_2$  گازی شکل،  $Br_2$  مایع و  $I_2$  جامد هستند.

**1-14:** روند کلی واکنش‌پذیری، چهار عنصر نخست از سمت چپ دوره دوم جدول دوره ای (تناوبی) در برابر اکسیژن در دمای اتاق، به ترتیب شماره گروه آنها، کدام است؟



**1-15:** نمودار مقابل، به روند تغییر کدام ویژگی عنصرهای دوره دوم و سوم جدول دوره ای نسبت به

شماره گروه آنها، مربوط است و **a** و **b** در آن، به ترتیب از راست به چپ، کدام دو عنصر هستند؟



(1) شعاع اتمی، N, P

(2) شعاع اتمی، P, N

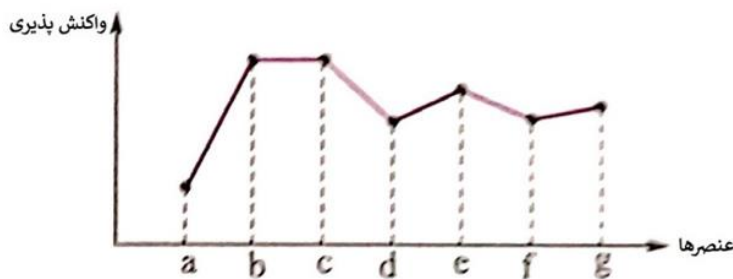
(3) واکنش پذیری، P, Si

(4) واکنش پذیری، Si, P

**1-16:** با بررسی نمودار شکل زیر که واکنش پذیری شماری از عنصرهای دوره دوم جدول تناوبی را به

صورت نامرتب نشان می دهد، می توان دریافت

که ..... است.



(1) a: کربن، c: فلئور، g: اکسیژن

(2) c: اکسیژن، f: نیتروژن، a: کربن

(3) f: کربن، e: بریلیم، b: فلئور

(4) b: نیتروژن، d: بور، e: لیتیم

**1-18:** چند مورد از مطالب زیر، درباره عنصر  $X_{35}$  درست است؟

(آ) با عنصر  $Y_{17}$  هم گروه و با عنصر  $Z_{20}$  هم دوره است.

(ب) می تواند در تشکیل ترکیب های یونی و کووالانسی شرکت کند.

(پ) بزرگترین شعاع اتمی را در میان عنصرهای هم دوره خود دارد.

(ت) حالت فیزیکی متفاوت با عنصرهای هم دوره و هم گروه خود دارد.

(1) 1 (2) 2 (3) 3 (4) 4

**1-19:** با توجه به نمادهای فرضی زیر که برای جایگاه برخی عنصرهای جدول دوره ای فرض شده است،

کدام گزینه به ترتیب پاسخ درست پرسش های داده شده را نشان می دهد؟ (گزینه ها را از راست به چپ

به ترتیب (آ)، (ب) و (پ) بخوانید.)

A: پنجمین عنصر دسته p B: چهاردهمین عنصر دسته p C: هفتمین عنصر دسته s D: سومین عنصر دوره سوم

(آ) در بین عنصرهای بالا چند عنصر وجود دارد که در ترکیب با سایر عنصرها فقط الکترون به اشتراکی می گذارد؟

(ب) اختلاف شعاع اتمی کدام دو عنصر از همه بیشتر است؟

(پ) کدام فلز با یازدهمین عنصر دسته p شدیدتر واکنش می دهد؟

(1)  $B - 2$  و  $D - A$  (2)  $C - 2$  و  $D - B$  (3)  $C - 1$  و  $C - A$  (4)  $B - 1$  و  $C - A$

## عنصرهای دسته d (واسطه)

عنصرهای دسته d، همگی فلز هستند و در گروه 3 تا 12 و دوره چهارم تا هفتم قرار گرفته اند. فلزهای دسته d به فلزهای واسطه معروف اند در حالی که فلزهای دسته s و p به فلزهای اصلی شهرت دارند. فلزهای دسته d (واسطه)، دسته‌ای از عنصرهای جدول دوره‌ای هستند که زیرلایه d آنها در حال پرشدن است. آرایش الکترونی لایه ظرفیت این عناصر به صورت  $(n-1)d ns$  است. نخستین سری از این فلزها که در دوره چهارم جدول جای دارند، دارای عدد اتمی 21 تا 30 هستند. آرایش الکترونی لایه ظرفیت این عناصر در جدول زیر آمده است:

| عنصر       | $_{21}Se$   | $_{22}Ti$   | $_{23}V$    | $_{24}Cr$   | $_{25}Mn$   | $_{26}Fe$   | $_{27}Co$   | $_{28}Ni$   | $_{29}Cu$      | $_{30}Zn$      |
|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------|----------------|
| لایه ظرفیت | $3d^1 4s^2$ | $3d^2 4s^2$ | $3d^3 4s^2$ | $3d^5 4s^1$ | $3d^5 4s^2$ | $3d^6 4s^2$ | $3d^7 4s^2$ | $3d^8 4s^2$ | $3d^{10} 4s^1$ | $3d^{10} 4s^2$ |

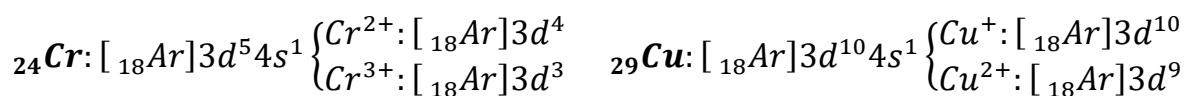
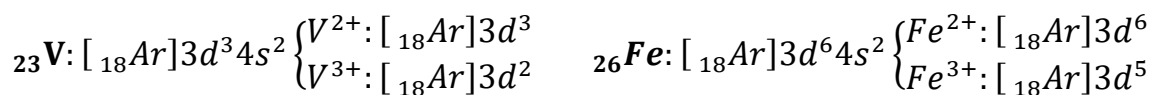
**یادآوری** همان‌طور که در جدول بالا مشاهده می‌کنید، آرایش الکترونی  $24Cr$  و  $29Cu$  از قاعده آفایپروی نمی‌کند.

اغلب فلزهای واسطه در طبیعت به شکل ترکیب یافت می‌شوند؛ ترکیب‌های یونی همچون اکسیدها و کربنات‌ها، برای مثال آهن، دو اکسید طبیعی با فرمول‌های  $FeO$  و  $Fe_2O_3$  دارد.

**نکته** برخی فلزهای واسطه مانند طلا ( $Au$ ) و پلاتین ( $Pt$ ) در طبیعت به حالت عنصری نیز یافت می‌شوند. علت ایجاد رنگ‌های زیبا در سنگ‌های قیمتی و شیشه‌های رنگی، وجود برخی کاتیون‌ها و ترکیب‌های فلزهای واسطه است. برای مثال رنگ آبی فیروزه، رنگ قرمز یاقوت و رنگ سبز زمرد به دلیل وجود یون‌های فلزهای واسطه در آنها است. در سطح کنکور با فلزهای واسطه زیر که بیش از یک نوع کاتیون پایدار تشکیل می‌دهند، آشنا می‌شوید:

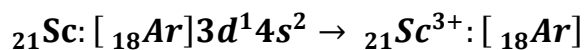
| فلز        | وانادیم              | کروم                | آهن                 | مس                 |
|------------|----------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| کاتیون     | $V^{3+}$ $V^{2+}$    | $Cr^{3+}$ $Cr^{2+}$ | $Fe^{3+}$ $Fe^{2+}$ | $Cu^{2+}$ $Cu^{+}$ |
| نام کاتیون | وانادیم (III) $(II)$ | کروم (III) $(II)$   | آهن (III) $(II)$    | مس (II) $(I)$      |

رسم آرایش الکترونی یون‌های فلزهای واسطه فلزهای دسته d به هنگام تشکیل کاتیون، از بیرونی‌ترین زیرلایه خود (یعنی ns) شروع به از دست دادن الکترون می‌کنند. در صورت نیاز به جداکردن الکترون‌های بیشتر، از زیرلایه  $(n-1)d$  کمک می‌گیریم.



سه نکته زیر را در مورد فلزهای واسطه یا کاتیون آنها به خاطر بسپارید:

(1) برخی از عنصرهای واسطه مانند فلزهای گروه 3، با تشکیل کاتیون سه بار مثبت به آرایش هشت تایی گاز نجیب قبل از خود می رسند، اسکاندیم ( $21Sc$ ) که نخستین فلز واسطه در جدول دوره ای است، با تشکیل تنها یک کاتیون پایدار ( $Sc^{3+}$ ) به آرایش گاز نجیب آرگون می رسد. در ضمن از اسکاندیم در وسایل خانه مانند تلویزیون رنگی و برخی شیشه ها استفاده می شود.



(2) کاتیون حاصل از فلزهای اصلی (دسته s و p)، اغلب به آرایش پایدار گاز نجیب می رسند، در عوض کاتیون های حاصل از فلزهای دسته واسطه (دسته d)، اغلب به آرایش گاز نجیب نمی رسند.

(3) تیتانیم ( $22Ti$ )، فلزی محکم، کم چگال و مقاوم در برابر خوردگی است که یکی از کاربردهای آن استفاده در بدنه دوجرخه است.

**1-20:** کدام مطلب درباره نیکل ( $28Ni$ ) و تیتانیم ( $22Ti$ )، نادرست است؟

(1) نیکل عنصری واسطه و تیتانیم عنصری اصلی است.

(2) شعاع اتمی نیکل از شعاع اتمی تیتانیم کوچک تر است.

(3) نیکل و تیتانیم، هر دو در یک دوره جدول تناوبی جای دارند.

(4) نیکل در گروه 10 و تیتانیم در گروه 4 جدول تناوبی جای دارند.

**1-21:** کدام عبارت زیر، در ست است؟

(1) اتم عنصری که در سومین لایه الکترونی خود 12 الکترون دارد، متعلق به گروه ششم جدول دوره ای است.

(2) در عنصرهای واسطه دوره چهارم، دو عنصر وجود دارد که مجموع عدد کوانتومی اصلی و فرعی الکترون های بیرونی ترین زیرلایه آنها برابر 4 است.

(3) شمار عنصرهای واسطه دوره سوم و چهارم جدول دوره ای با هم یکسان و برابر 10 است.

(4) در چهارمین عنصر واسطه دوره چهارم، شمار الکترون های زیرلایه  $3d$  و  $4s$  با هم برابر است.

**1-22:** در اتم کدام عنصر (به ترتیب از راست به چپ)، شمار الکترون های زیرلایه های  $3d$  و  $3p$  برابر و در اتم کدام

عنصر، شمار الکترون های زیرلایه ی  $3d$  با شمار الکترون های زیرلایه  $4s$  برابر است؟

(1)  $26Fe$  و  $22Ti$       (2)  $26Fe$  و  $24Cr$

(3)  $24Cr$  و  $25Mn$       (4)  $24Cr$  و  $22Ti$

**1-23:** چند مورد از مطالب زیر درست هستند؟

(آ) همه عنصرهای واسطه دوره ی چهارم که دارای عدد اتمی زوج هستند، تعداد الکترون های زیرلایه  $3d$  آنها عددی زوج است.

(ب) نخستین عنصری که لایه الکترونی  $n = 3$  کاملاً پر دارد، می تواند مانند فلزهای قلیایی، کاتیون یک بار مثبت تشکیل دهد.

(پ) در دوره سوم جدول تناوبی، شمار عنصرهای نافلزی از مجموع شمار عنصرهای فلزی و شبه فلزی بیشتر است.

(ت) در شش عنصر واسطه دوره چهارم جدول تناوبی، شمار الکترون های دارای  $n = 3$  بیش از  $1/5$  برابر شمار الکترون های دارای  $n = 2$  است.

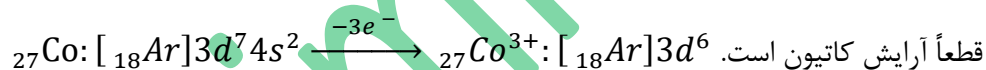
(1) 1      (2) 2      (3) 3      (4) 4

## 24-1: مجموع n و l الکترون های لایه ظرفیت اتم عنصر M از دوره چهارم جدول دوره ای برابر با 23

است. کدام گزینه در مورد آن نادرست است؟

- (1) عدد اتمی عنصر M می تواند برابر با 33 باشد.
- (2) کاتیون  $M^{3+}$  به آرایش هشت تایی گاز نجیب دوره قبل از خود نمی رسد.
- (3) عنصر M می تواند عنصری واسطه از گروه 5 جدول دوره ای باشد.
- (4) اتم عنصر M می تواند حداکثر دارای 8 الکترون با  $l = 0$  و 13 الکترون با  $l = 1$  باشد.

**نکته:** اگر یک آرایش الکترونی به  $1s^2$  یا  $np^6$  ختم شده باشد، گونه مربوط می تواند یک گاز نجیب (اتم بدون بار)، یک کاتیون و یا یک آنیون باشد که به آرایش گاز نجیب رسیده است. اگر در یک آرایش الکترونی زیر لایه  $3d$  بدون حضور  $4s$ ، وجود داشته باشد، آرایش مورد نظر حتماً به یک کاتیون تعلق دارد.



طلا

طلا ( ${}_{79}\text{Au}$ ) فلزی ارزشمند و گرانبها است که علاوه بر ویژگی های مشترک فلزها، ویژگی های منحصر به فردی نیز دارد. در جدول زیر به برخی از این ویژگی ها اشاره شده است:

| ویژگی                                                          | کاربرد                                               |
|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| چکش خوار و نرم                                                 | ساخت برگه ها و رشته های بسیار نازک (نخ طلا)          |
| رسانایی الکتریکی بالا و حفظ این رسانایی در شرایط دمایی گوناگون | قطعات رایانه و ویلچر                                 |
| واکنش ندادن آن با گازهای هواکره و مواد موجود در بدن            | ساخت جواهرات و اعضای مصنوعی و استفاده در دندان پزشکی |
| بازتاب زیاد پرتوهای خورشیدی                                    | کلاه فضانوردان                                       |

هر چند طلا در طبیعت به شکل عنصری نیز یافت می شود، اما 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 می شود و آثار زیانبار زیست محیطی را به دنبال دارد.

### عنصرها به چه شکلی در طبیعت یافت می‌شوند؟

یافته‌ها نشان می‌دهد که اغلب عنصرها در طبیعت به شکل ترکیب یافت می‌شوند، زیرا اغلب عنصرها واکنش پذیرند. جدول زیر نمونه‌هایی از شکل یافت شده عناصر در طبیعت را نشان می‌دهد:

| عنصر         | کلسیم                                  | سدیم                               | منگنز                                        | گوگرد                |
|--------------|----------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------|
| شکل در طبیعت | کانی سفید کلسیم کربنات<br>( $CaCO_3$ ) | کانی سفید سدیم کلرید<br>( $NaCl$ ) | کانی صورتی منگنز (II) کربنات<br>( $MnCO_3$ ) | کانی زردرنگ<br>$S_8$ |

برخی نافلزها و فلزها به صورت عنصری در طبیعت یافت می‌شوند؛ نافلزهایی مانند اکسیژن ( $O_2$ )، نیتروژن ( $N_2$ )، گوگرد ( $S_8$ ) و همه گازهای نجیب و فلزهایی مانند نقره، مس، پلاتین و طلا.

#### نکته

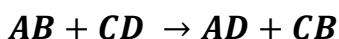
برخی فلزها مانند نقره و مس، هم به صورت عنصری (آزاد) و هم به صورت ترکیب یافت می‌شوند. تنها طلا به شکل کلوخه‌ها یا رگه‌های زردرنگ در لایه خاک یافت می‌شود.

آهن ( $Fe_{26}$ ) یکی از فلزهای واسطه است که در سطح جهان بیشترین مصرف سالانه فلزها را در بین صنایع گوناگون دارد.

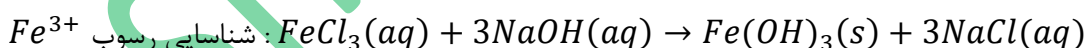
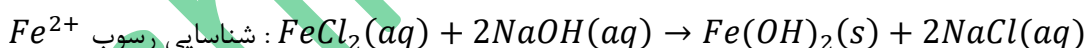
فلزهای گروه‌های اول و دوم، فلز آلومینیوم و نافلزهای گروه 17 و هم چنین گاز هیدروژن به صورت آزاد (عنصری) در طبیعت یافت نمی‌شوند.

### شناسایی کاتیون‌های آهن

برای نوشتن فرآورده‌ها در واکنش میان محلول دو نمک، کافی است کاتیون هر ترکیب را به آنیون ترکیب دیگر وصل کنید:



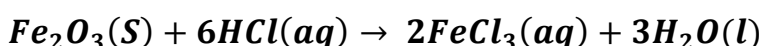
برای شناسایی یون  $Fe^{2+}$  و  $Fe^{3+}$  از یون هیدروکسید ( $OH^-$ ) استفاده می‌شود، به طوری که یون‌های  $Fe^{2+}$  و  $Fe^{3+}$  با یون هیدروکسید به ترتیب رسوب سبزرنگ آهن (II) هیدروکسید و رسوب قرمز - قهوه‌ای آهن (III) هیدروکسید را تولید می‌کنند.



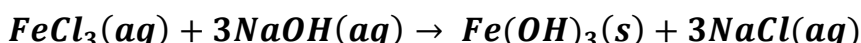
#### تذکر

با توجه به شکل کتاب درسی،  $FeCl_3$  محلولی زردرنگ و محلول‌های  $NaCl$  و  $NaOH$  بی‌رنگ هستند. در زنگ آهن ( $Fe_2O_3$ )، یون  $Fe^{3+}$  وجود دارد. اگر فرض شود که نمی‌دانیم کدام یون آهن در زنگ آهن وجود دارد، با توجه به واکنش‌های زیر و تشکیل رسوب قرمز - قهوه‌ای آهن (III) هیدروکسید می‌توان نتیجه گرفت که یون  $Fe^{3+}$  در این رسوب یافت می‌شود.

1) ابتدا زنگ آهن را با محلول هیدروکلریک اسید واکنش می‌دهیم:



2) به محلول به دست آمده، سدیم هیدروکسید اضافه می‌کنیم:



**1-25:** با توجه به دو واکنش زنگ آهن با هیدروکلریک اسید و محلول حاصل از این واکنش با سدیم

هیدروکسید، چند مورد از موارد زیر درست است؟ (عدد اتمی عنصر 26 می باشد).

- تعداد الکترون های موجود در زیرلایه 3d کاتیون محصول واکنش اول با یون  $Mn^{2+}$  25 برابر است.
- نسبت مجموع ضرایب استوکیومتری محصولات در واکنش اول به مواد اولیه در واکنش دوم برابر 1/25 است.
- در اثر مخلوط کردن محلول حاصل در ظرف واکنش اول با سدیم هیدروکسید، رسوب قرمز - قهوه‌ای رنگ تولید می‌شود.

■ در واکنش دوم در اثر واکنش 1 مول سدیم هیدروکسید، 1 مول رسوب تولید می‌شود.

1 (1)      2 (2)      3 (3)      4 (4)

### بررسی واکنش پذیری عناصرها

به طور کلی واکنش پذیری هر عنصر به معنای تمایل آن برای انجام واکنش است. هر چه واکنش پذیری اتم های عنصری بیشتر باشد، در شرایط یکسان، تمایل آن برای تبدیل شدن به ترکیب و انجام واکنش بیشتر است. در قسمت های مختلف کتاب درسی یازدهم به واکنش پذیری عناصر مختلف اشاره شده است. بهتر است ترتیب زیر را در مورد واکنش پذیری عناصرها به خاطر بسپارید:

واکنش پذیری: فلزهای گروه 1 و 2  $Au < Ag < Cu < Fe < Zn < Ti < C < Al$

«در هر واکنش شیمیایی که به طور طبیعی انجام می‌شود، واکنش پذیری فرارده ها از واکنش دهنده ها کمتر است.» بنابراین اگر در دو سمت معادله واکنش یک عنصر آزاد وجود داشته باشد، شرط انجام پذیری، فعالیت شیمیایی بیشتر عنصر آزاد سمت چپ، از فعالیت شیمیایی عنصر آزاد سمت راست است. جمع بندی: اگر واکنش زیر به طور طبیعی انجام شود، واکنش پذیری A از B بیشتر است.

واکنش پذیری : A از B بیشتر است  $A + BC \rightarrow AC + B$

تست: کدام واکنش زیر به طور طبیعی انجام پذیر نیست؟



✓ پاسخ: هر چهار واکنش پذیری عنصر آزاد دو سمت واکنش بررسی می‌کنیم. شرط انجام پذیر بودن واکنش، واکنش پذیری بیشتر عنصر آزاد سمت چپ است:

انجام پذیر  $Al > Fe \Rightarrow 2Al + Fe_2O_3 \rightarrow$  واکنش پذیری 1)

انجام پذیر  $Ti > Fe \Rightarrow 3Ti + 2Fe_2O_3 \rightarrow$  واکنش پذیری 2)

انجام پذیر  $C > Fe \Rightarrow 2FeO + C \rightarrow$  واکنش پذیری 3)

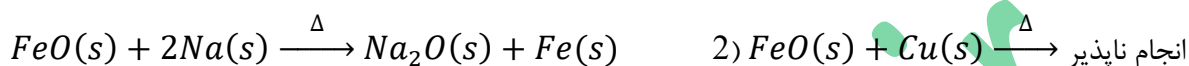
انجام پذیر  $C < Na \Rightarrow 2Na_2O + C \rightarrow$  واکنش پذیری 4)

هر چه واکنش پذیری عنصری بیشتر باشد:

- تمایل اتم های آن به انجام واکنش شیمیایی بیشتر است.
- در شرایط یکسان، راحت تر به یون تبدیل می شود.
- میل بیشتری به ایجاد ترکیب با دیگر عناصر دارد.
- میزان پایداری ترکیب حاصل از آن نسبت به خود عنصر بیشتر است.

**1-26:** با توجه به واکنش های زیر، اگر واکنش (1) انجام پذیر و واکنش (2) انجام ناپذیر باشد، چه تعداد از

عبارت های داده شده درست است؟



1)

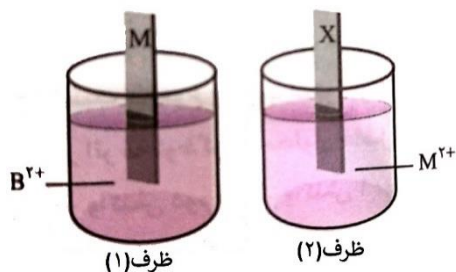
- (آ) تمایل آهن برای تبدیل شدن به کاتیون، از مس بیشتر اما از سدیم کمتر است.
- (ب) در هوای مرطوب، سدیم سریع تر از آهن و مس واکنش می دهد.
- (پ) تأمین شرایط نگه داری فلزهای مس و آهن نسبت به سدیم آسان تر است.
- (ت) همانند فلز سدیم، وجود نمونه هایی از فلز مس در طبیعت امکان پذیر است.

1) (1) 2) (2) 3) (3) 4) (4)

**1-27:** با توجه به شکل زیر، اگر در هر دو ظرف (1) و (2) واکنش انجام شود، می توان نتیجه گرفت که شرایط برای

استخراج فلز ..... دشوارتر بوده و فلز ..... در هوای مرطوب با سرعت کمتری واکنش می دهد. (گزینه ها

به ترتیب از راست به چپ می باشند).



(1) M-X (2) X-B

(3) B-X (4) B-M

**1-28:** چند مورد از مطالب زیر درست است؟

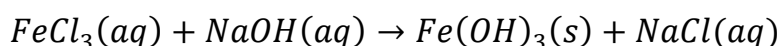
(آ) یون  $Fe^{2+}$  یکی از سازنده های زنگ آهن است.

(ب) واکنش فلز مس با آهن (II) اکسید، انجام ناپذیر است.

(پ) نمک به دست آمده از واکنش هیدروکلریک اسید با فلز آهن و زنگ آهن، یکسان است.

(ث) از واکنش 0/05 مول آهن (III) کلرید با سدیم هیدروکسید کافی، 5/35 گرم رسوب تشکیل می شود.

(Fe = 56, O = 16, H = 1: g.mol<sup>-1</sup>) (معادله واکنش موازنه شود).



1) (1) 2) (2) 3) (3) 4) (4)

**1-29:** با توجه به واکنش های زیر، چند مورد از مطالب داده شده درباره فلزات A, B, C و D همواره درست است؟

I)  $B^{2+}(aq) + C(s)$  واکنش انجام نمی شود

II)  $A(s) + B^{2+}(aq) \rightarrow B(s) + A^{2+}(aq)$

III)  $D(s) + A^{2+}(aq) \rightarrow$  واکنش انجام نمی شود

آ) در واکنش یون  $B^{2+}$  با D رسوب تشکیل می شود.

ب) محلول سولفات A را می توان در ظرفی از جنس فلز B نگه داری کرد.

پ) عناصر A, B, C و D می توانند به ترتیب روی، آهن، مس و طلا باشند.

ت) تأمین شرایط نگه داری و استخراج فلز A از سایر فلزات دشوارتر و برای فلز C از سایر فلزات آسان تر است.

1 (1) 2 (2) 3 (3) 4 (4)

**1-30:** کدام واکنش انجام پذیر بوده و پس از انجام شدن، جرم مواد جامد درون ظرف واکنش کاهش می یابد؟ (معادله ها موازنه نشده هستند.)

( $Ag = 108, Zn = 65, Cu = 64, Fe = 56, Mg = 24: g. mol^{-1}$ )

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

2)  $Zn(s) + AgNO_3(aq) \rightarrow Zn(NO_3)_2(aq) + Ag(s)$

3)  $Zn(s) + CuSO_4(aq) \rightarrow ZnSO_4(aq) + Cu(s)$

4)  $Cu(s) + MgSO_4(aq) \rightarrow CuSO_4(aq) + Mg(s)$

**1-31:** به مخلوطی از  $FeO$  و  $Na_2O$  به وزن 6/5 گرم با کربن گرما داده می شود. اگر حجم گاز کربن دی

اکسید تولید شده در شرایط STP، برابر 336 میلی لیتر باشد، مقدار  $FeO$  و نسبت شمار مول کاتیون ها به آنیون

ها در مخلوط اولیه کدام است؟ (گزینه ها را از راست به چپ بخوانید،

( $Fe = 56, Na = 23, O = 16: g. mol^{-1}$ )

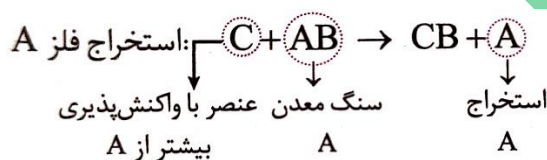
1 (1/7, 2/16) 2 (2/3, 2/16) 3 (2/3, 3/16) 4 (1/7, 3/16)

## استخراج فلزها

فلزها از جمله هدایای زمینی هستند که اغلب در طبیعت به شکل سنگ معدن یافت می شوند. هر چه فلز فعال تر باشد، میل بیشتری به ایجاد ترکیب دارد و ترکیب هایش پایدارتر از خودش است به عبارت دیگر، هر چه واکنش پذیری فلزی بیشتر باشد، استخراج آن فلز دشوارتر خواهد بود.

**تذکر** هر چه فلزی واکنش پذیرتر باشد، تأمین شرایط نگه داری آن فلز سخت تر است، زیرا تمایل بیشتری برای انجام واکنش دارد.

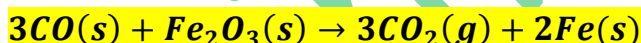
برای استخراج فلزها از قانون مهم زیر استفاده می کنیم:  
«برای استخراج فلز از سنگ معدن آن، از عنصری باید استفاده کرد که واکنش پذیری بیشتری نسبت به فلز مورد نظر دارد.»



برای استخراج فلز آهن از  $Fe_2O_3$ ، می توان از عنصرهای واکنش پذیرتر (نسبت به آن) مانند سدیم ( $Na$ ) و کربن ( $C$ ) بهره برد. از آن جا که دسترسی به کربن آسان تر است و صرفه اقتصادی بیشتری دارد، در فولاد مبارکه همانند همه شرکت های فولاد جهان برای استخراج آهن از کربن استفاده می شود. معادله موازنه شده استخراج آهن از  $Fe_2O_3$  با کمک عنصر کربن به صورت مقابل است:



برای استخراج آهن، می توان از گاز کربن مونوکسید نیز استفاده کرد:

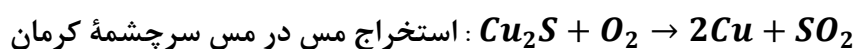


**تذکر** در هر دو واکنش بالا، ضریب کربن و ترکیب های دارای آن برابر با 3 است. به دلیل اهمیت زیاد این دو واکنش، توصیه می کنیم که این عدد را حفظ کنید و سپس به موازنه بپردازید.

آهن ( $III$ ) اکسید به عنوان رنگ قرمز در نقاشی به کار می رود.

استخراج فلزها از گیاه پالایی تا اعماق دریا

در معدن مس سرچشمه کرمان، برای استخراج فلز مس از سنگ معدن آن، یعنی مس ( $I$ ) سولفید ( $Cu_2S$ )، آن را در هوا حرارت می دهند:



یکی از روش های استخراج فلز از لایه لای خاک، استفاده از گیاهان است. در این روش در معدن با خاک دارای این فلزها، گیاهانی را می کارند که می توانند فلز مورد نظر را جذب کنند. سپس گیاهان را برداشت می کنند، می سوزانند و از خاکستر حاصل، فلز را جداسازی می کنند.

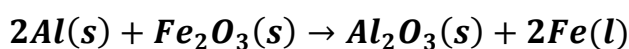
### نکته

استخراج فلزهای مس و طلا با استفاده از گیاهان از نظر اقتصادی به صرفه است. در حالی که استخراج فلزهای نیکل و روی به کمک گیاهان مقرون به صرفه نیست.

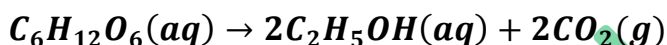
بستر اقیانوس ها منبعی غنی از منابع فلزی گوناگون است، به طوری که غلظت گونه های فلزی موجود در کف اقیانوس نسبت به ذخایر زمینی بیشتر و بهره برداری از آنها مقرون به صرفه تر است.

**گنج اعماق دریا:** سولفید چندین فلز واسطه - کلوخه ها و پوسته هایی غنی از فلزهایی مانند منگنز، کبالت، آهن، نیکل، مس و...

**واکنش ترمیت به صورت مقابل است:**



واکنش بی هوازی تخمیر گلوکز به صورت مقابل است:



سوخت سبز، سوختی است که در ساختار خود کربن، هیدروژن و اکسیژن دارد. برای نمونه اتانول ( $C_2H_5OH$ ) یک سوخت سبز محسوب می شود.

یکی از راه های تولید سوخت های سبز، استفاده از بقایای گیاهانی مانند نیشکر، سیب زمینی و ذرت است. برای این منظور گلوکز موجود در بقایای این گیاهان را استخراج کرده، سپس از واکنش بی هوازی تخمیر گلوکز، اتانول را تهیه می کنند.

**تیتانیوم ( $22Ti$ )** فلز واسطه ای از دوره چهارم است. این فلز، محکم، کم چگالی و مقاوم در برابر خوردگی است، به همین دلیل از آن در بدنه دوچرخه استفاده می شود.

در صنعت برای تهیه فلز تیتانیوم، از واکنش تیتانیوم ( $IV$ ) کلرید با فلز منیزیم استفاده می شود:



### 32-1: چه تعداد از عبارت های زیر، درست است؟

(آ) سیلیسیم عنصر اصلی سازنده سلول های خورشیدی است که می توان آن را از واکنش  $SiC$  و  $O_2$  به دست آورد.

(ب) در صنعت برای تهیه تیتانیوم از واکنش تیتانیوم ( $II$ ) کلرید با فلز منیزیم استفاده می شود.

(پ) سنگ معدن مس در مس سرچشمه،  $Cu_2S$  (مس ( $II$ ) سولفید) است.

(ت) در معادله واکنش موازنه شده استخراج آهن با استفاده از کربن مونوکسید، مجموع ضرایب استوکیومتری مواد برابر 9 است.

ث) آهن تولیدشده در واکنش ترمیت به حالت مذاب است.

1) 2) 3) 4) 5)

### 33-1: کدام عبارت زیر، نادرست است؟

- 1) منابع فلزی در سنگ کره در حال کاهش است.
- 2) از گنج های کف اقیانوس ها، می توان به کلوخه ها و پوسته های غنی از فلزات منگنز، کبالت، آهن، نیکل و مس اشاره کرد.
- 3) منابع شیمیایی در کف دریاها می تواند محتوی سولفید چندین فلز واسطه باشد.
- 4) غلظت گونه های فلزی موجود در کف اقیانوس نسبت به ذخایر زمینی کمتر است ولی استخراج از آنها مقرون به صرفه است.

### درصد خلوص و مسائل آن

#### درصد خلوص

در صنعت و آزمایشگاه، اغلب واکنش دهنده ها ناخالص هستند. در واقع علاوه بر ماده شیمیایی مورد نظر، مواد دیگری در آن نمونه یافت می شود. از این رو در هنگام کار در صنعت و آزمایشگاه، به منظور تأمین مقدار معینی از یک ماده، همواره باید مقدار بیشتری از ماده ناخالص موجود را استفاده کرد. شیمی دان ها برای بیان میزان خلص بودن یک ماده از درصد خلوص استفاده می کنند. درصد خلوص، مقدار گرم ماده خلص در 100 گرم از ماده ناخالص را نشان می دهد:

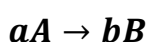
$$\text{درصد خلوص } (P\%) = \frac{\text{جرم ماده خلص}}{\text{جرم ماده ناخالص}} \times 100$$

برای استوکیومتری واکنش ها به همراه درصد خلوص، با 4 تیپ زیر سروکار داریم، در ضمن این تیپ ها، برای یادگیری بهتر روش کسر تبدیل برای شما است و در هر سوال راه تناسب آن نیز تشریح می شود.

#### انواع مسائل درصد خلوص

**تیپ 1:** جرم ناخالص یکی از مواد شرکت کننده در واکنش داده می شود و جرم خلص دیگری را می خواهند. فرض می کنیم واکنش  $aA \rightarrow bB$  مطرح است و می خواهیم جرم خلص ماده  $B$  را به کمک جرم ناخالص ماده  $A$  با درصد خلوص  $\frac{P}{100}$  به دست آوریم:

**کسر تبدیل:** در این روش با استفاده از الگوی زیر از جرم ناخالص ماده  $A$  با درصد خلوص  $\frac{P}{100}$  به جرم خلص ماده  $B$  می رسیم:



$$\text{جرم خلص } B \xrightarrow{\times \frac{1}{\text{جرم مولی } B}} \text{مول } B \xrightarrow{\times \frac{b}{a}} \text{مول } A \xrightarrow{\times \frac{1}{\text{جرم مولی } A}} \text{جرم خلص } A \xrightarrow{\times \frac{P}{100}} \text{جرم ناخالص } A$$

**تناسب:** کافی است درصد خلوص ماده مورد نظر را که با  $\frac{P}{100}$  نشان می دهیم، در تناسب مربوط به آن ماده قرار دهیم و از بقیه تناسب ها استفاده کنیم:

$$\frac{\text{گرم خالص } A \times \frac{P}{100}}{\text{جرم مولی } \times \text{ضریب}} = \frac{\text{گرم خالص } B}{\text{جرم مولی } \times \text{ضریب}}$$

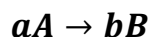
**تست:** بر اثر واکنش یک تن آهن (III) اکسید 80 درصد خالص با مقدار کافی کربن، چند گرم آهن مطابق واکنش موازنه نشده زیر تولید می شود؟ ( $Fe = 56, O = 16: g.mol^{-1}$ )

(معادله موازنه شود.)  $Fe_2O_3(s) + C(s) \rightarrow CO_2(g) + Fe(s)$

$$56 \text{ (4)} \quad 560 \text{ (3)} \quad 5/6 \times 10^4 \text{ (2)} \quad 56 \times 10^4 \text{ (1)}$$

**نویس 2:** جرم خالص یکی از مواد شرکت کننده در واکنش داده می شود و جرم ماده ناخالص دیگر را می خواهند. فرض می کنیم واکنش  $aA \rightarrow bB$  مطرح است و می خواهیم جرم ناخالص  $A$  را به کمک جرم خالص  $B$  به دست آوریم:

**کسر تبدیل:** با استفاده از الگوی زیر از جرم خالص  $B$ ، به جرم ناخالص ماده  $A$  با درصد خلوص  $\frac{P}{100}$  می رسمیم:



$$\text{جرم ناخالص } A \xrightarrow{\times \frac{100}{\text{درصد خالص}}} \text{جرم خالص } A \xrightarrow{\times \frac{\text{جرم مولی } A}{1}} \text{مول } A \xrightarrow{\times \frac{a}{b}} \text{مول } B \xrightarrow{\times \frac{1}{\text{جرم مولی } B}} \text{جرم خالص } B$$

تناسب: همانند روش تناسب تیپ قبل عمل می کنیم.

تست: برای تولید 280 گرم آهن طبق واکنش موازنه نشده زیر، چند گرم آلومینیم با درصد خلوص 10٪

لازم است؟ ( $Fe = 56, Al = 27: g.mol^{-1}$ )

(معادله موازنه شود.)  $Al(s) + Fe_2O_3(s) \rightarrow Al_2O_3(s) + Fe(l)$

2700 (1) 1350 (2) 675 (3) 67.5 (4)

**تیپ 3:** جرم ناخالص یکی از مواد شرکت کننده در واکنش داده می شود و جرم ناخالص ماده دیگری را می خواهند.

فرض می کنیم واکنش  $aA \rightarrow bB$  مطرح است و می خواهیم جرم ناخالص ماده  $B$  با درصد خلوص  $\frac{P}{100}$  را به کمک جرم ناخالص ماده  $A$  با درصد خلوص  $\frac{P}{100}$  به دست آوریم:

**کسر تبدیل:** با استفاده از الگوی زیر از جرم ناخالص  $A$  با درصد خلوص  $\frac{P}{100}$  به جرم ناخالص  $B$  با درصد خلوص

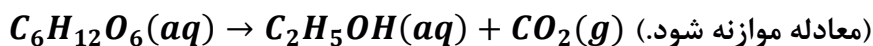
$aA \rightarrow bB$  می رسیم:  $\frac{P}{100}$

$$\begin{aligned} \text{جرم ناخالص } A &\xrightarrow{\times \frac{P}{100}} \text{جرم خالص } A \xrightarrow{\times \frac{1}{\text{جرم مولی } A}} \text{مول } A \xrightarrow{\times \frac{b}{a}} \text{مول } B \xrightarrow{\times \frac{\text{جرم مولی } B}{1}} \text{جرم خالص } B \\ &\xrightarrow{\times \frac{100}{P}} \text{جرم ناخالص } B \end{aligned}$$

تناسب: کافی است درصد خلوص هر ماده را در مقدار داده شده آن ضرب کنیم:

$$\frac{\text{جرم ناخالص } A \times \frac{P}{100}}{\text{جرم مولی } A \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم ناخالص } B \times \frac{P}{100}}{\text{جرم مولی } B \times \text{ضریب}}$$

تست: برای تهیه 23 گرم اتانول با درصد خلوص 75٪ مطابق واکنش زیر، به چند گرم نمونه گلوکر ناخالص با درصد خلوص 50٪ نیاز است؟ ( $O = 16, C = 12, H = 1: g.mol^{-1}$ )



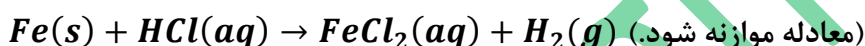
75 (4)

67/5 (3)

60 (2)

52/5 (1)

تست: 7 گرم آهن ناخالص در واکنش با مقدار کافی هیدروکلریک اسید، 2/24 لیتر گاز هیدروژن در شرایط STP تولید می کند؛ درصد خلوص آهن کدام است؟ ( $Fe = 56 g.mol^{-1}$ )



90 (4)

80 (3)

75 (2)

70 (1)

## نکته ی لایگا :

واکنش های تجزیه ای که در ظرف سرباز انجام می شوند، کاهش جرم مواد جامد در ظرف، ناشی از خروج گاز(های) تولیدی در واکنش است.

میزان کاهش جرم در واکنش تجزیه = جرم گاز(های) تولیدی

جرم گاز تولیدی - جرم اولیه = جرم جامد باقیمانده

**1-34:** یک گرم نمونه ناخالص  $Fe_2O_3$  در یک ظرف سرباز به شدت حرارت داده می شود، اگر جامد باقی

مانده، جرمی معادل  $0.984g$  داشته باشد، درصد خلوص  $Fe_2O_3$  در نمونه اولیه کدام است؟

( $Fe - 56, O = 16: g. mol^{-1}$ )

(معادله موازنه شود.)  $Fe_2O_3(s) \rightarrow Fe_3O_4(s) + O_2(g)$

48 (1)      72 (2)      33/3 (3)      66/7 (4)

+

## بازده درصدی و مسائل آن

در بسیاری از واکنش های شیمیایی، مقدار فراورده های به دست آمده کمتر از مقدار مورد انتظار است. به چند دلیل زیر این اتفاق رخ می دهد:

(1) واکنش دهنده (ها) ناخالص باشند.

(2) واکنش به طور کامل انجام نشود.

(3) هم زمان با انجام واکنش اصلی، واکنش های ناخواسته دیگری نیز انجام شود.

به مقدار فراورده مورد انتظار هر واکنش که از محاسبه استوکیومتری به دست می آید، مقدار نظری و به مقدار فراورده ای که در عمل به دست می آید، مقدار عملی می گویند.

بازده درصدی واکنش از رابطه روبه رو محاسبه می شود:

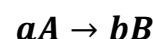
$$\text{بازده درصدی } (R\%) = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100$$

## انواع مسائل بازده درصدی

**تیب 1:** مقدار یکی از واکنش دهنده ها به همراه بازده درصدی داده می شود و مقدار عملی فراورده خواسته می

شود. فرض می کنیم واکنش  $aA \rightarrow bB$  مطرح است و می خواهیم مقدار عملی ماده  $B$  را به کمک مقدار مادل  $A$  و بازده درصدی واکنش به دست آوریم.

**کسر تبدیل:** با استفاده از الگوی زیر از مقدار  $A$  و به کمک بازده درصدی واکنش به مقدار عملی  $B$  می رسیم:



$$\text{گرم ماده } A \xrightarrow{\times \frac{1}{\text{جرم مولی } A}} \text{مول } A \xrightarrow{\times \frac{b}{a}} \text{مول } B \xrightarrow{\times \frac{\text{جرم مولی } A}{1}} \text{گرم نظری } B \xrightarrow{\times \frac{R}{100}} \text{گرم عملی } B$$

### تذکر

البته در آخر می توانند مقدار ماده  $B$  را برحسب لیتر یا... نیز بخواهند. الگوی بالا یک فرم کلی برای آشنایی

شماست.

تناسب: بازده درصدی را همواره در صورت کسر مربوط به واکنش دهنده ها ضرب کنید:

$$\frac{\text{گرم عملی ماده } B}{\text{جرم مولی } \times \text{ضریب}} = \frac{\text{گرم ماده } A \times \frac{R}{100}}{\text{جرم مولی } \times \text{ضریب}}$$

تست: سیلیسیم کربید ( $SiC$ ) در واکنش  $SiO_2(s) + 3C(s) \rightarrow SiC(s) + 2CO(g)$  تهیه می

شود. اگر بازده درصدی واکنش 80٪ باشد، از واکنش  $1/2$  کیلوگرم  $SiO_2$ ، چند لیتر گاز  $CO$  در شرایطی

که چگالی آن  $1/6 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  باشد، تولید می شود؟ ( $Si = 28, O = 16, C = 12: \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ )

1120 (1)      896 (2)      725 (3)      560 (4)

1-35: در واکنش 50 میلی لیتر محلول 0/4 مولار پتاسیم هیدروکسید با محلول مس ( $II$ ) نیترات کافی،

با بازده 80 درصد به تقریب چند گرم رسوب مس ( $II$ ) هیدروکسید می توان به دست آورد؟

( $Cu = 64, O = 16, H = 1: \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ )

1/96 (1)      0/784 (2)      0/985 (3)      1/56 (4)

**1-36:** از تجزیه 10 گرم کلسیم کربنات، چند گرم ماده جامد بر جای می ماند؟ (بازده واکنش 40٪ است).

( $Ca = 40, O = 16, C = 12: g.mol^{-1}$ )



7/76 (4)

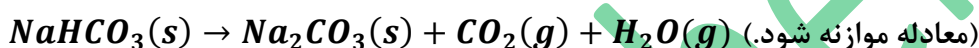
8/24 (3)

2/24 (2)

1/76 (1)

**1-37:** از تجزیه 63 گرم سدیم هیدروژن کربنات خالص در گرما، در صورتی که 80٪ آن تجزیه شده باشد، به

تقریب چند گرم فراورده جامد، به دست می آید؟ ( $Na = 23, O = 16, C = 12, H = 1: g.mol^{-1}$ )



39/75 (4)

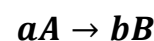
35/77 (3)

31/8 (2)

29/5 (1)

**تیب 2:** دقیقاً برعکس تیپ اول است، به طوری که مقدار عملی یک فراورده و بازده درصدی واکنش داده می شود و مقدار واکنش دهنده(ها) خواسته می شود. فرض می کنیم واکنش  $aA \rightarrow bB$  مطرح است و می خواهیم مقدار ماده A را به کمک مقدار عملی ماده B و بازده درصدی به دست آوریم.

**کسر تبدیل:** با استفاده از الگوی زیر، از مقدار ماده B و به کمک بازده درصدی واکنش، به مقدار ماده A می رسیم:



$$B \xrightarrow{\times \frac{100}{R} \text{ گرم عملی } B} \text{گرم نظری } B \xrightarrow{\times \frac{1}{B \text{ جرم مولی}}} \text{مول } B \xrightarrow{\times \frac{a}{b}} \text{مول } A \xrightarrow{\times \frac{\text{جرم مولی } A}{1}} \text{گرم ماده } A$$

**تست:** با حرارت دادن به مقدار معینی پتاسیم نیترات مطابق معادله موازنه نشده زیر،  $1/6$  گرم گاز تولید شده است. اگر بازده درصدی این واکنش برابر با  $75\%$  باشد، مقدار اولیه پتاسیم نیترات بر حسب گرم، به تقریب کدام است؟  
( $K = 39, O = 16, N = 14: g.mol^{-1}$ )

(معادله موازنه شود.)  $KNO_3(s) \rightarrow KNO_2(s) + O_2(g)$

13/5 (4)

15/15 (3)

30/3 (2)

10/1 (1)

**تپ 3:** مقدار یکی از واکنش دهنده ها به همراه مقدار عملی یکی از فراورده ها داده می شود و مقدار بازده درصدی مورد سوال قرار می گیرد، ابتدا مقدار نظری فراورده را به دست می آوریم، سپس با قراردادن مقدار عملی و نظری فراورده در رابطه بازده درصدی مقدار بازده درصدی را محاسبه می کنیم.  
**تست:** اگر در واکنش اکسایش گلوکز،  $0/5$  مول اکسیژن با مقدار کافی گلوکز واکنش دهد و  $3$  لیتر فراورده گازی در شرایطی که حجم مولی گازها برابر  $24$  لیتر است، به دست آید، بازده درصدی واکنش کدام است؟

(معادله موازنه شود.)  $C_6H_{12}O_6(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(l)$

40 (4)

50 (3)

25 (2)

20 (1)

**تذکر**

در برخی تست ها، هم زمان درصد خلوص یکی از مواد شرکت کننده و بازده درصدی واکنش وجود دارند.  
تست: با حرارت دادن 100 گرم کلسیم کربنات 80 درصد خالص در یک ظرف سرباز، چند گرم مادل جامد در ظرف باقی می ماند، اگر بازده درصدی واکنش 75 درصد فرض شود؟

( $Ca = 40, O = 16, C = 12: g. mol^{-1}$ )



30 (2) 26/4 (1)

73/6 (4) 70 (3)

**38-1:** اگر 20 گرم سدیم هیدروژن کربنات با خلوص 84 درصد، بر اثر گرما به میزان 50 درصد تجزیه شود، جرم جامد مانده چند گرم است؟ (گرما بر ناخالصی اثر ندارد.)

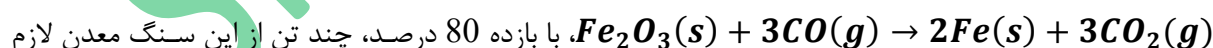
( $Na = 23, O = 16, C = 12, H = 1: g. mol^{-1}$ )



11/6 (2) 5/4 (1)

16/9 (4) 13/8 (3)

**39-1:** برای تولید 2/8 تن آهن از سنگ معدن  $Fe_2O_3$  با خلوص 50 درصد، مطابق واکنش:



است و گاز  $CO_2$  حاصل را با چند کیلوگرم کلسیم اکسید می توان جذب کرد؟ (گزینه ها را از راست به چپ بخوانید،

( $Fe = 56, Ca = 40, O = 16, C = 12: g. mol^{-1}$ )

3250 .8 (2) 3250 .10 (1)

4200 .8 (4) 4200 .10 (3)

## چند تست ترکیبی:

### 1) ppm و بازده درصدی:

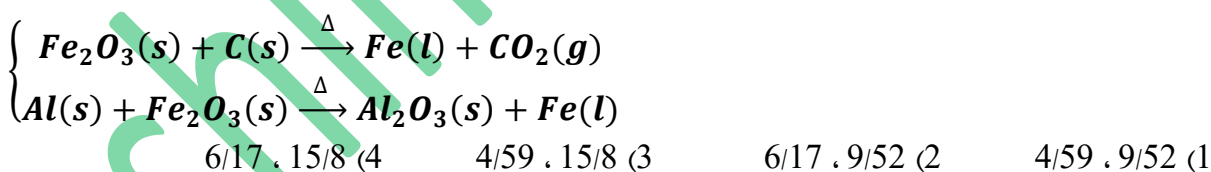
**40-1:** غلظت یون برمید در یک نمونه آب دریا برابر  $60\text{ppm}$  است. اگر چگالی آب دریا برابر  $1\text{g.mL}^{-1}$  باشد، غلظت این یون در این نمونه، به تقریب چند مولار است و برای استخراج هر کیلوگرم برمف به تقریب چند تن از این آب، لازم است؟ (بازده درصدی فرایند استخراج را  $83\%$  در نظر بگیرید،  $Br = 80\text{g.mol}^{-1}$  و گزینه ها را از راست به چپ بخوانید)

- (1)  $16/7,7/5 \times 10^{-4}$  (2)  $20,7/5 \times 10^{-4}$   
(3)  $16/7,8/25 \times 10^{-4}$  (4)  $20,8/25 \times 10^{-4}$

### 2) بازده و ماده مشترک:

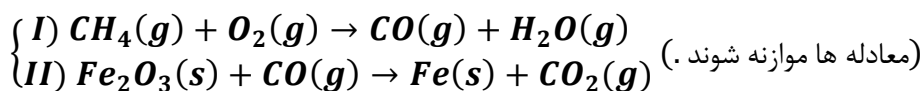
**41-1:** از واکنش  $1/8$  کیلوگرم زغال با آهن (III) اکسید، چند کیلوگرم آهن، با بازده  $85\%$  درصد می توان به دست آورد و این مقدار آهن را از واکنش چند کیلوگرم آلومینیم با آهن (III) اکسید خالص کافی در فرایند ترمیت می توان تهیه کرد؟

(معادله واکنش ها موازنه شود.) ( $Fe = 56, Al = 27, O = 16, C = 12: \text{g.mol}^{-1}$ )



### (3) بازده با درصد خلوص و ماده مشترک:

**42-1:** در اثر مصرف 12 گرم متان 50 درصد خالص در واکنش سوختن ناقص آن، چند گرم آهن به دست می آید؟  
(بازده درصدی واکنش های (I) و (II) به ترتیب 80 و 75 درصد است و CO لازم در واکنش (II) از واکنش (I) به دست می آید.) ( $Fe = 56, H = 1, C = 12: g.mol^{-1}$ )



16/4 (4      12/4 (3      9/6 (2      8/4 (1

### جریان فلز میان محیط زیست و جامعه

شکل مقابل، فرایند استخراج فلزها از طبیعت و برگشت آنها به طبیعت را نشان می دهد، دو نکته زیر را به خاطر بسپارید:



- 1) آهنگ مصرف و استخراج فلز (عملیات صنعتی) نسبت به آهنگ برگشت فلز به طبیعت (بر اثر فرسایش و خوردگی در مدت زمان طولانی) بسیار بیشتر است.
- 2) فلزها جزء منابع تجدیدناپذیر محسوب می شوند، زیرا سرعت بازگشت به طبیعت و جایگزین شدن آنها بسیار کند است، به طوری که تأثیر چندانی برای جبران مقدار این منابع ندارد.

براساس توسعه پایدار، باید در تولید یک ماده یا عرضه خدمات، همه هزینه ها و ملاحظات اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی را در نظر گرفت، به طوری که اگر مجموع هزینه های بهره برداری از یک معدن با در نظر گرفتن این ملاحظه ها، کمترین مقدار ممکن باشد، در آن صورت در مسیر پیشرفت پایدار حرکت می کنیم، یعنی رفتارهای ما، آسیب کمتری به جامعه ای که در مسیر حفظ محیط زیست است، وارد می کند و ردپای زیست محیطی ما را کاهش می دهد. یکی از شیوه هایی که به توسعه پایدار کشور کمک می کند، بازیافت فلزها است.

**در مورد فلز آهن(فولاد) نکات زیر را به خاطر بسپارید:**

- 1) در استخراج فلز، تنها درصد کمی از سنگ معدن به فلز تبدیل می شود.
  - 2) در استخراج آهن، به اندازه 2A گرم سنگ معدن آهن و به اندازه A گرم از منابع معدنی دیگر استفاده می شود.
  - 3) پسماند سرانه سالانه فولاد، 40 کیلوگرم است.
  - 4) از بازگردانی هفت قوطی فولادی، آن قدر انرژی ذخیره می شود که می توان یک لامپ 60 وات را در حدود 25 ساعت روشن نگه داشت.
- بازیافت فلزها از جمله فلز آهن، مزایای زیر را خواهد داشت:

- 1) ردپای کربن دی اکسید را کاهش می دهد. 2) سبب کاهش سرعت گرمایش جهانی می شود.
- 3) گونه های زیستی کمتری را از بین می برد. 4) به توسعه پایدار کشور کمک می کند.

**نفت، هدیه ای شگفت انگیز**

**کاربردهای نفت**

نفت خام یکی از سوخت های فسیلی است که به شکل مایع غلیظ سیاه رنگ یا قهوه ای متمایل به سبز، از دل زمین بیرون کشیده می شود.

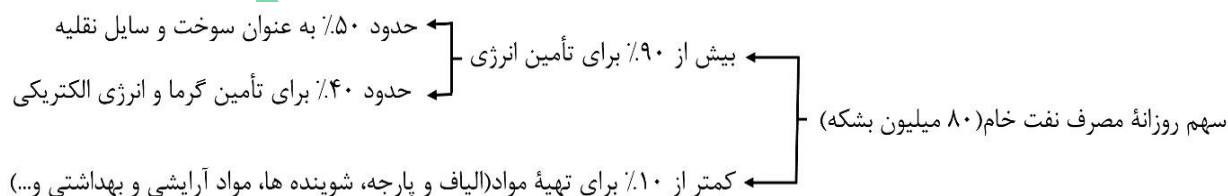
نفت خام مخلوطی از هزاران ترکیب شیمیایی است که بخش عمده آن را هیدروکربن های گوناگون تشکیل داده اند.

**تذکر**

هیدروکربن به ترکیب هایی گفته می شود که فقط و فقط از کربن و هیدروژن تشکیل شده اند.

امروزه به دلیل کاربردهای زیاد نفت خام، به آن طلای سیاه هم می گویند.

نفت خام در دنیای کنونی دو نقش اساسی ایفا می کند. نقش نخست، منبع تأمین انرژی و نقش دوم، ماده اولیه برای تهیه بسیاری از مواد و کالاهایی است که در صنایع مختلف از آنها استفاده می شود.



**نکته**

با توجه به نمودار درختی بالا و میزان مصرف نفت در هر شاخه می توان نوشت:

میزان مصرف نفت خام در: سوخت و سایل نقلیه < تأمین گرما و انرژی الکتریکی < ماده اولیه برای تهیه مواد و کالا  
هر بشکه نفت خام هم ارز 159 لیتر است.

## کربن، اساس استخوان بندی هیدروکربن ها

عنصر اصلی سازنده نفت خام، کربن است. ترکیب های شناخته شده از اتم کربن، به تنهایی از مجموع ترکیب های شناخته شده از دیگر عنصرهای جدول دوره ای بیشتر است.

عنصر کربن در خانه 6 جدول دوره ای (گروه 14 - دوره 2) جای دارد. سطح آن تیره است و در اثر ضربه خرد می شود.

کربن با 4 الکترون ظرفیتی، به تشکیل 4 پیوند کووالانسی نیازمند است. کربن چهار پیوند کووالانسی خود را به چهار صورت زیر می تواند تشکیل دهد:

- (1) چهار پیوند یگانه
- (2) دو پیوند یگانه و یک پیوند دوگانه
- (3) یک پیوند یگانه و یک پیوند سه گانه
- (4) دو پیوند دوگانه

کربن علاوه بر تشکیل پیوند با کربن و هیدروژن، به تشکیل پیوندهای اشتراکی با دیگر اتم ها مانند اکسیژن، نیتروژن و... نیز تمایل دارد و می تواند مولکول شمار زیادی از مواد مانند کربوهیدرات ها، چربی ها، آمینواسیدها، آنزیم ها و پروتئین ها را بسازد.

**نکته** شمار پیوندهای اشتراکی (کووالانسی) ترکیبی با فرمول  $C_m H_n N_p O_q$  به صورت زیر محاسبه می شود:

$$\text{شمار پیوندهای اشتراکی} = \frac{4m + n + 3p + 2q}{2}$$

## آلکان ها، هیدروکربن هایی سیر شده

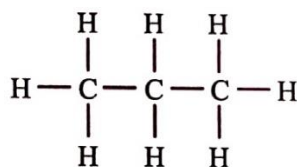
### دسته بندی هیدروکربن ها

هیدروکربن ترکیبی است که تنها از هیدروژن و کربن تشکیل شده است.

هیدروکربن ها در متداول ترین دسته بندی به «سیر شده» و «سیر نشده» تقسیم می شوند:

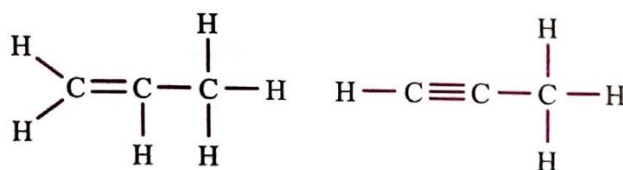
**هیدروکربن سیر شده:** در این ترکیب ها، هر اتم کربن با چهار پیوند اشتراکی به چهار اتم دیگر متصل شده است. در

واقع در هیدروکربن سیر شده هیچ پیوند دوگانه و سه گانه ای وجود ندارد و تمام پیوندها یگانه هستند.



سیر شده

**هیدروکربن سیرنشده:** در این ترکیب ها، حداقل یک پیوند دوگانه یا سه گانه وجود دارد، در واقع، حداقل یک اتم کربن وجود دارد که به کمتر از 4 اتم متصل است.



سیرنشده

## آلکان ها

آلکان ها ساده ترین هیدروکربن ها هستند که در آنها همه پیوندها، به صورت یگانه هستند. فرمول عمومی آلکان ها به صورت  $C_nH_{2n+2}$  است. که  $n$  تعداد کربن است.

آلکان ها به دو دسته راست زنجیر و شاخه دار تقسیم می شوند:

- 1) به آلکانی که در آن، هر اتم کربن با یک یا دو اتم کربن دیگر پیوند کووالانسی دارد، آلکان راست زنجیر می گویند.
- 2) به آلکانی که در آن، حداقل یک اتم کربن با سه یا چهار اتم کربن دیگر پیوند کووالانسی داشته باشد، آلکان شاخه دار می گویند.

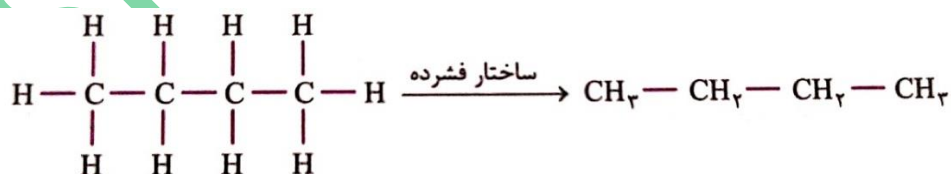
نام و فرمول مولکول 10 آلکان نخست راست زنجیر در زیر آورده شده است. نام بیشتر ترکیب های آلی با تکیه بر نام این 10 آلکان ساخته می شود:

|          |          |          |             |             |             |             |             |             |                |               |
|----------|----------|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------|---------------|
| $C_1H_4$ | $C_2H_6$ | $C_3H_8$ | $C_4H_{10}$ | $C_5H_{12}$ | $C_6H_{14}$ | $C_7H_{16}$ | $C_8H_{18}$ | $C_9H_{20}$ | $C_{10}H_{22}$ | فرمول مولکولی |
| متان     | اتان     | پروپان   | بوتان       | پنتان       | هگزان       | هپتان       | اوکتان      | نونان       | دکان           | نام           |

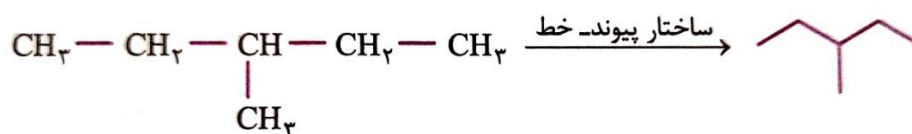
### تذکر

سوخت فندک، گاز بوتان ( $C_4H_{10}$ ) بوده و تحت فشار پر شده است.

یکی از روش های نمایش هیدروکربن ها، استفاده از ساختار فشرده است. در ساختار فشرده، پیوندهای یگانه کربن و هیدروژن نشان داده نمی شوند.

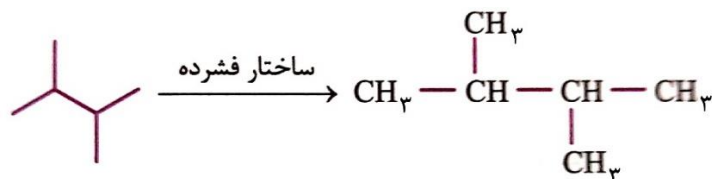


در یکی دیگر از شیوه های نمایش، پیوندهای کربن - هیدروژن و اتم های هیدروژن را نشان نم ی دهند. در این روش هر پیوند کربن - کربن را با یک خط نمایش می دهند. به این مدل نمایش، «پیوند - خط» می گویند.



برای تبدیل فرمول پیوند - خط به ساختار فشرده، به دو گام زیر توجه کنید:

**گام اول:** انتهای هر خط و نیز نقطه تلاقی دو خط، در صورت عدم وجود اتم یک عنصر، متعلق به کربن است.  
**گام دوم:** ظرفیت هر اتم کربن برابر 4 است. در ترکیب‌های آلی، کمبود ظرفیت کربن با اتم‌های H جبران می‌شود.



شمار پیوندهای اشتراکی در آلکان‌ها ( $C_nH_{2n+2}$ ) را با استفاده از رابطه زیر به دست می‌آوریم:

$$\text{شمار پیوندهای اشتراکی در } C_nH_{2n+2} = \frac{(4 \times n) + (2n + 2)}{2} = 3n + 1$$

بنابراین در آلکان با  $n$  اتم کربن،  $3n+1$  پیوند اشتراکی وجود دارد.

**نکته** در آلکان با  $n$  اتم کربن،  $n-1$  پیوند کربن-کربن ( $C-C$ ) و  $2n+2$  پیوند کربن-هیدروژن ( $C-H$ ) وجود دارد. دقت کنید که مجموع شمار پیوندها در آلکانی با  $n$  اتم کربن،  $3n+1$  است.

مثال: در بوتان ( $C_4H_{10}$ ) که  $n$  در آن برابر 4 است، 3 پیوند  $C-C$  و 10 پیوند  $C-H$  وجود داشته و در مجموع  $3(4) + 1 = 13$  پیوند اشتراکی در آن یافت می‌شود.

### رفتار فیزیکی آلکان‌ها

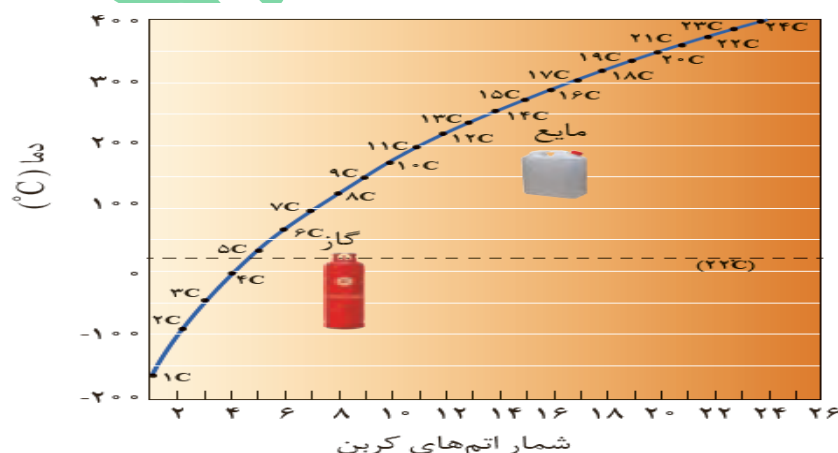
شماراتم‌های کربن، نقش مهمی در رفتار فیزیکی هیدروکربن‌ها ایفا می‌کند، به‌طوری که با تغییر شماراتم‌های کربن، اندازه و جرم مولکول‌های هیدروکربن و در پی آن نیروی جاذبه بین مولکولی و رفتار فیزیکی آنها تغییر می‌کند. آلکان‌ها همانند دیگر هیدروکربن‌ها، موادی ناقطبی به شمار می‌روند ( $\mu \cong 0$ ).

هر چه جرم مولی یک هیدروکربن بیشتر باشد، به دلیل افزایش حجم و جرم مولکول، نیروی بین مولکولی آن قوی‌تر است. بنابراین با افزایش شمار اتم‌های کربن، نقطه جوش آلکان‌ها افزایش می‌یابد.

مثال: نقطه جوش:  $CH_4 < C_2H_6 < C_3H_8 < C_4H_{10} < \dots$

نمودار تغییرات نقطه جوش آلکان‌های راست زنجیر نسبت به شمار اتم‌های کربن آنها در کتاب درسی، به صورت مقابل نشان داده شده است:

از این نمودار دو نکته مهم زیر برداشت می‌شود:



1) چهار آلکان ابتدایی، یعنی  $CH_4$  (متان)،  $C_2H_6$  (اتان)،  $C_3H_8$  (پروپان) و  $C_4H_{10}$  (بوتان) در دمای اتاق به حالت گازی شکل هستند و از پنتان ( $C_5H_{12}$ ) به بعد، حالت فیزیکی آلکان ها در دمای اتاق ابتدا مایع و سپس جامد است.

2) با افزایش شمار اتم های کربن، شیب نمودار کاهش می یابد، بنابراین تفاوت نقطه جوش دو آلکان با شمار اتم کربن کمتر، بیشتر از تفاوت نقطه جوش دو آلکان با شمار اتم کربن بیشتر است.

با افزایش شمار اتم های کربن، گرانروی (مقاومت در برابر جاری شدن) آلکان ها افزایش می یابد.

مثال: گرانروی:  $C_{12}H_{26} < C_8H_{18} < C_8H_{18}$  تمایل بیشتری به جاری شدن دارد.

با افزایش شمار اتم های کربن در آلکان، چسبندگی افزایش می یابد.

مثال: وازلین (با فرمول  $C_{25}H_{52}$ ) چسبنده تر از گریس (با فرمول  $C_{18}H_{38}$ ) است.

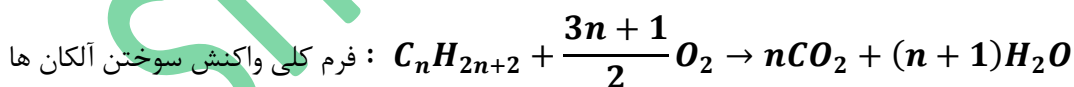
قراردادن فلزها در آلکان های مایع ( $C_5H_{12}$  به بعد) یا اندود کردن سطح فلزها و وسایل فلزی با آلکان ها، مانع از رسیدن آب به سطح فلز می شود و از خوردگی فلز جلوگیری می کند، بنابراین از آلکان های مایع برای حفاظت از فلزها استفاده می شود.

افرادی که با گریس (با فرمول  $C_{18}H_{38}$ ) کار می کنند، دستانشان را با بنزین یا نفت (مخلوطی از هیدروکربن ها) می شویند، زیرا بنزین یا نفت مولکول های گریس را در خود حل کرده و از پوست دست جدا می کند.

**تذکر** با توجه به آب گریز بودن آلکان ها (ناقطبی) و عدم انحلال پذیری آنها در آب (قطبی)، شستن بیش از حد دست با آلکان های مایع (مانند نفت و بنزین) باعث حل شدن چربی های پوست و در نتیجه سبب خشکی آن می شود.

### رفتار شیمیایی آلکان ها

آلکان ها موادی سیر شده هستند و تمایل چندانی به انجام واکنش های شیمیایی ندارند. یکی از محدود واکنش های آلکان ها، سوختن آنها است. از سوختن کامل آلکان ها همانند دیگر هیدروکربن ها، گازهای  $CO_2$  و  $H_2O$  تولید می شود.



با توجه به این که آلکان ها سیر شده هستند، واکنش پذیری اندکی دارند، در نتیجه میزان سمی بودن آنها کمتر شده و استنشاق آنها بر شش ها و بدن تأثیر چندانی ندارد و تنها سبب کاهش مقدار اکسیژن در هوای دم می شود.

**تذکر** هیچ گاه برای برداشتن بنزین از باک خودرو یا بشکه، از مکیدن شیلنگ استفاده نکنید، زیرا بخارهای بنزین وارد شش ها شده، از انتقال گازهای تنفسی در شش ها جلوگیری می کند و نفس کشیدن دشوار می شود.

**1-43:** چه تعداد از عبارت های زیر، درست است؟

(آ) از آلکان ها برای حفاظت از بافت های چربی استفاده می شود.  
(ب) در دمای اتاق، حالت فیزیکی پنجمین آلکان با آلکانی که دارای 13 پیوند اشتراکی در ساختار خود است، متفاوت می باشد.

(پ) تفاوت نقطه جوش بین دو آلکان سبک تر، بیشتر از تفاوت نقطه جوش دو آلکان سنگین تر است.

(ت) گرانروی، تمایل یک مایع برای جاری شدن را نشان می دهد.

1 (1) 2 (2) 3 (3) 4 (4)

**1-43:** چه تعداد از عبارت های زیر، نادرست است؟

(آ) فرار بودن، عدم تمایل یک مایع برای تبدیل شدن به گاز را نشان می دهد.

(ب) نمودار تقریبی تغییرات نقطه جوش آلکان های راست زنجیر به صورت مقابل است:

(پ) با افزایش شمار اتم های کربن در آلکان ها، گشتاور دوقطبی آنها، افزایش می یابد.

(ت) آلکان ها، ترکیب هایی سیرشده هستند که در هیچ واکنش شیمیایی شرکت نمی کنند.

1 (1) 2 (2) 3 (3) 4 (4)

**1-44:** اگر نسبت شمار اتم های هیدروژن به کربن در آلکانی راست زنجیر برابر  $2/5$  باشد، چه تعداد از عبارت های

زیر در مورد این آلکان درست است؟ ( $N = 14, C = 12, H = 1: g. mol^{-1}$ )

(آ) نقطه جوش آن از نقطه جوش آلکانی با 16 پیوند اشتراکی کمتر است.

(ب) اگر مخلوطی گازی از این آلکان و هگزان را سرد کنیم، ابتدا هگزان از ظرف به شکل مایع خارج می شود.

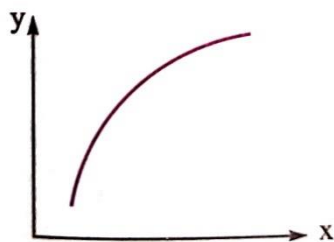
(پ) تفاوت جرم مولی آن با جرم مولی هیدروژن سیانید، برابر 41 گرم بر مول است.

(ت) مجموع شمار اتم های موجود در هر مولکول آن، برابر شمار اتم های هیدروژن آلکانی است که به عنوان رقیق کننده رنگ استفاده می شود.

1 (1) 2 (2) 3 (3) 4 (4)

**2-45:** محورهای X و Y در نمودار زیر به ترتیب در کدام گزینه به درستی بیان نشده است؟ (نمودار به صورت

تقریبی رسم شده است.)



(1) شمار اتم های کربن و نقطه جوش هیدروکربن ها

(2) نقطه جوش هیدروکربن ها و گرانروی هیدروکربن ها

(3) گرانروی هیدروکربن ها و فرار بودن هیدروکربن ها

(4) شمار اتم های کربن آلکان ها و نسبت جرم عنصر کربن به جرم هیدروکربن

2-46: کدام مطالب زیر، نادرست هستند؟

آ) آلکان ها تمایل چندانی برای انجام واکنش های شیمیایی ندارند، از این رو استنشاق آنها بر شش ها و بدن، تأثیر چندانی ندارد.

ب) تمام هیدروکربن های سازنده نفت خام، رفتار مشابهی دارند، زیرا تنها از اتم های C و H تشکیل شده اند.

پ) در آلکان های راست زنجیر، فرار بودن و گرانبودی برخلاف نقطه جوش، با افزایش شمار اتم های کربن، کاهش می یابد.

ت) شمار اتم های کربن موجود در فرمول تقریبی وازلین با شمار پیوندهای اشتراکی آلکانی با 18 اتم هیدروژن، برابر است.

ث) برای سوزاندن کامل هر مول آلکان، به  $\frac{3n-1}{2}$  مول گاز اکسیژن نیاز است (n، شمار اتم های کربن در هر واحد مولکولی آلکان است).

1) ب، پ و ث 2) آ، ب و ث 3) آ، پ و ت 4) ب، پ و ت

2-47: برای سوختن کامل 11/4 گرم اوکتان خالص، چند لیتر هوا، شامل 20٪ اکسیژن در شرایط STP لازم

است؟ ( $O = 16, C = 12 \text{ mol}^{-1} = 1: g$ )

1) 280 2) 420 3) 140 4) 560

2-48: از سوختن کامل 1 گرم از یک آلکان، 3 گرم کربن دی اکسید تولید می شود، فرمول مولکولی آلکان مورد

نظر کدام است؟ ( $O = 16, C = 12, H = 1: g \text{ mol}^{-1}$ )

1)  $CH_2$  2)  $C_2H_6$  3)  $C_3H_8$  4)  $C_4H_{10}$

2-49: نسبت جرم آب تشکیل شده به تعداد مول های کربن دی اکسید در سوختن کامل آلکان A، 21/6 است.

فرمول مولکولی آلکان A کدام است؟

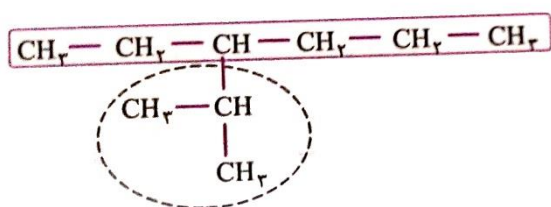
1)  $C_3H_8$  2)  $C_4H_{10}$  3)  $C_5H_{12}$  4)  $C_6H_{14}$

## نام گذاری آلکان های شاخه دار

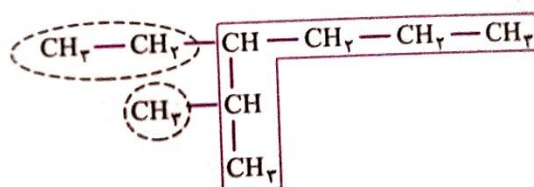
قبل از هر اقدامی به این نکته توجه کنید که با کم کردن یک اتم هیدروژن از یک آلکان، گروه آلکیل به دست می آید. از آن جا که فرمول آلکان ها به صورت  $C_nH_{2n+2}$  است، فرمول الکیل ها به صورت  $C_nH_{2n+1}$  می باشد. نام دو آلکیل مهم که باید حتماً بدانید، متیل ( $-CH_3$ ) و اتیل ( $-CH_2 - CH_3$ ) است. اکنون به سراغ نام گذاری آلکان های شاخه دار می رویم.

**گام اول:** انتخاب زنجیر اصلی: زنجیری که بیشترین شمار اتم های کربن را دارد به عنوان زنجیر اصلی انتخاب می شود.

اگر دو زنجیر یا بیشترین تعداد کربن وجود داشته باشد، زنجیر اصلی، آن زنجیری است که بیشترین تعداد شاخه فرعی را داشته باشد. برای مثال:



1 شاخه فرعی: غلط



2 شاخه فرعی: درست

**گام دوم:** شماره گذاری زنجیر اصلی: شماره گذاری در زنجیر اصلی از سمتی انجام می شود که زودتر به اولین شاخه فرعی برسیم.

به طور کلی شماره گذاری از سمتی انجام می شود که از کنار هم گذاشتن شماره های مربوط به کربن های دارای شاخه فرعی (از چپ به راست)، عدد کوچک تری حاصل شود. اگر شماره گذاری از هر دو قسمت کاملاً یکسان بود، شماره گذاری از سمتی انجام می شود که به شاخه ای که نام آن در حروف الفبای انگلیسی تقدم دارد، نزدیک تر باشد.

**تذکر** نام شاخه های فرعی با توجه به حروف الفبا و تقدم آن به صورت زیر است (حرف اول نام انگلیسی در داخل در داخل پرانتز آمده است):

(3) اتیل ( $-CH_2 - CH_3$ : (E)

(2) کلرو ( $-Cl$ : (C)

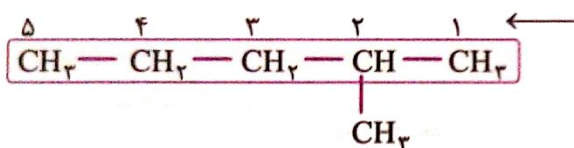
(1) برم ( $-Br$ : (B)

(6) متیل ( $-CH_3$ : (M)

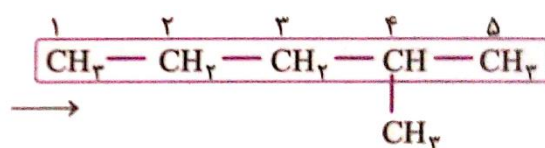
(5) یدو ( $-I$ : (I)

(4) فلوئورو ( $-F$ : (F)

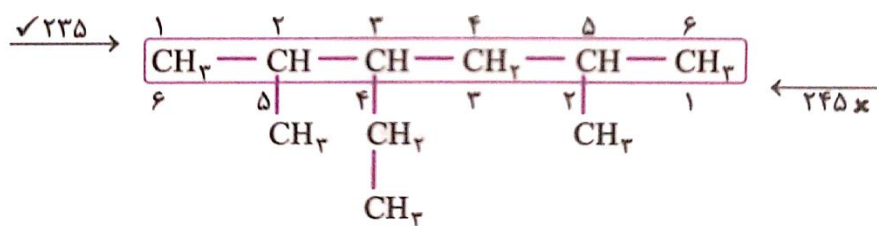
**مثال:** به شماره گذاری درست و نادرست آلکان های زیر توجه کنید.



درست (شاخه فرعی با شماره کمتر)



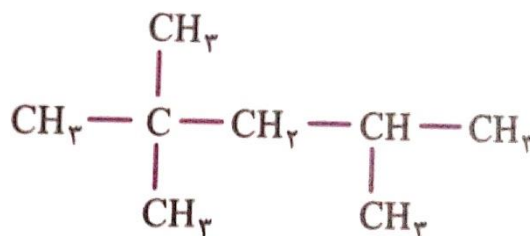
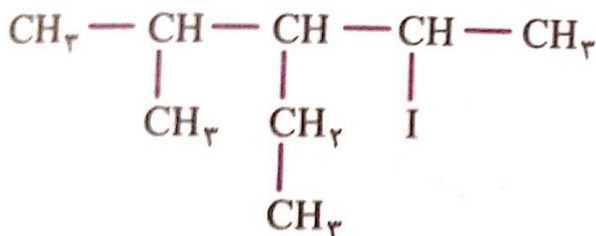
نادرست (شاخه فرعی با شماره بیشتر)



شماره گذاری درست از سمت چپ انجام گرفته است.

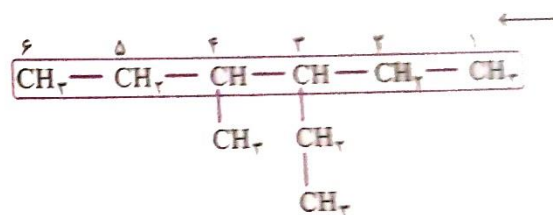
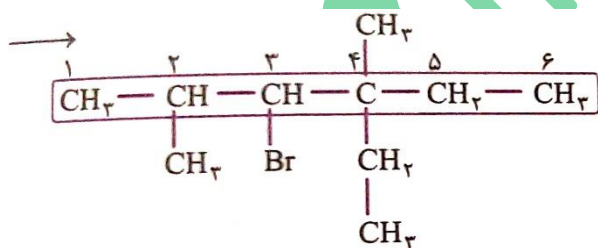
**گام سوم:** نوشتن نام شاخه های فرعی: ابتدا شماره و سپس نام شاخه های فرعی، به ترتیب حروف الفبای انگلیسی آورده می شود.

اگر روی زنجیر اصلی چند شاخه فرعی مشابه (مثلاً 3 تا متیل) وجود داشته باشد، ابتدا شماره کربن هایی که شاخه فرعی یکسان دارند، آورده می شود و سپس تعداد شاخه ها را با اعداد یونانی (مانند دی، تری و...) بیان کرده و در آخر نام شاخه فرعی ذکر می شود.



2, 2، 4-تری متیل... 3-اتیل - 2 - یدو - 4 - متیل...

**گام چهارم:** نوشتن نام زنجیر اصلی: برای تکمیل نام گذاری، تعداد اتم های کربن زنجیر اصلی را شمرده و سپس نام زنجیر اصلی بر وزن آلکان هم کربن با آن آورده می شود.  
مثال: به نام گذاری های زیر توجه کنید.



3-برمو - 4-اتیل - 2، 4-دی متیل هگزان

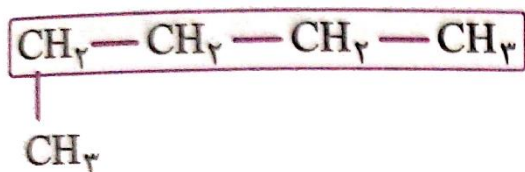
3-اتیل - 4-متیل هگزان

نکات مربوط به نام گذاری آلکان ها

1- کربن اول زنجیر اصلی شاخه نمی گیرد:

در نام گذاری آلکان ها هیچ گاه «1-متیل» نداریم، زیرا در این صورت جزء شاخه اصلی در نظر گرفته می شوند.

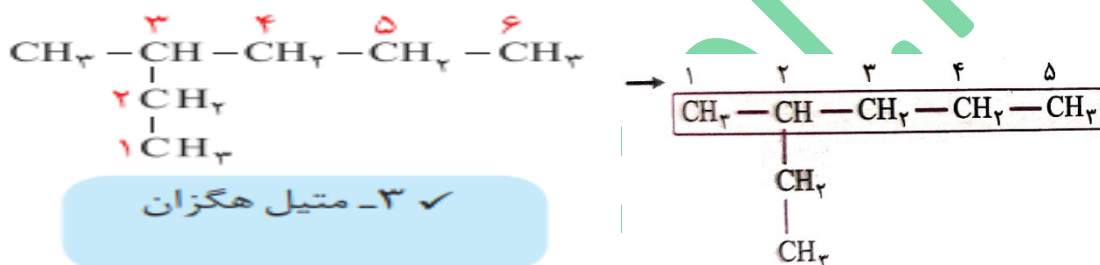
مثال: نام های 1- متیل بوتان نادرست هستند و نام درست این هیدروکربن ها به ترتیب پنتان است.



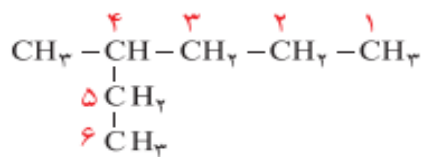
1- متیل بوتان: غلط

2- کربن شماره ی دوم یا مقابل آخر زنجیر اصلی، اتیل نداریم.

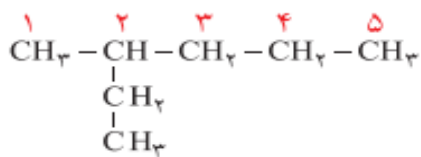
برای مثال «2- اتیل» نداریم یا 4- اتیل پنتان نداریم.



2- اتیل پنتان: غلط

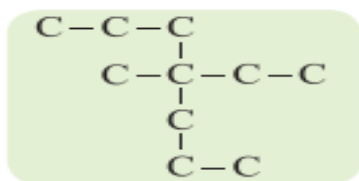


4- متیل هگزان، این نام گذاری نادرست است.

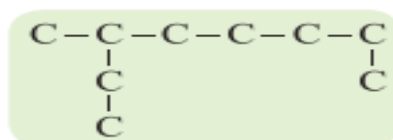


2- اتیل پنتان، این نام گذاری نادرست است.

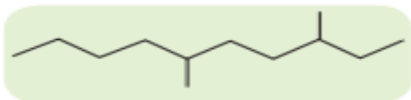
تمرین: هریک از آلکانهای زیر را نام گذاری کنید.



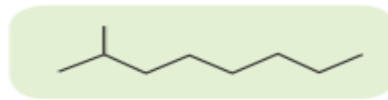
(ب)



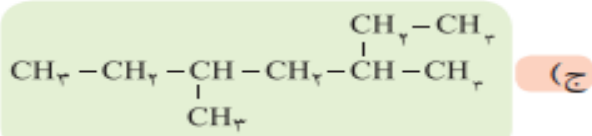
(الف)



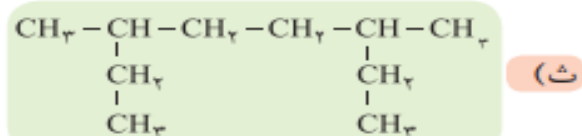
(ت)



(پ)



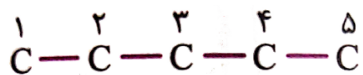
(ج)



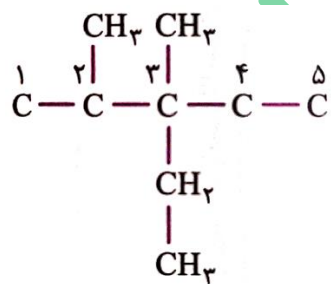
(ث)

برای رسم ساختار یک آلکان که تنها نام آن به شما داده شده است، در گام اول به تعداد اتم کربن زنجیر اصلی، C رسم کنید. سپس از هر سمت که تمایل داشتید، شماره گذاری را انجام دهید و هر شاخه را در موقعیت گفته شده قرار دهید. در گام نهایی، اتم های هیدروژن مورد نیاز هر اتم کربن را با توجه به 4 ظرفیتی بودن کربن، رسم کنید.  
مثال: ساختار 3-اتیل -2، 3-دی متیل پنتان را رسم کنید.

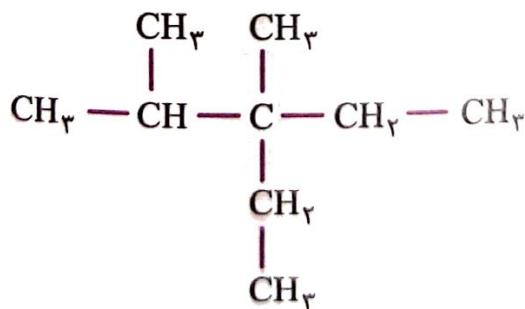
گام اول: با توجه به نام پنتان، زنجیر اصلی دارای 5 اتم کربن است:



گام دوم: شاخه های فرعی را در موقعیت های خود قرار می دهیم:



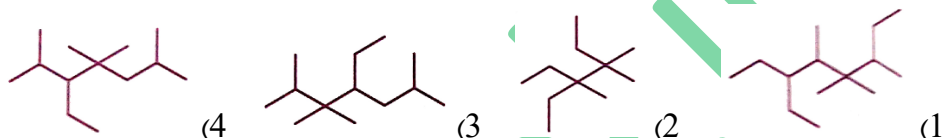
گام سوم: هیدروژن های متعلق به کربن های زنجیر اصلی را رسم می کنیم:



1-50: در ساختار 2، 2، 3-تری متیل هگزان، چند پیوند کووالانسی ساده کربن - کربن وجود دارد؟

- (1) 6 (2) 7 (3) 8 (4) 9

1-51: نام ترکیب داده شده در کدام گزینه «4-اتیل - 2، 3، 3، 6-تترامتیل هپتان» است؟



1-52: در 3-اتیل - 2، 4-دی متیل پنتان نسبت شمار پیوندهای C - C به شمار پیوندهای C - H کدام است؟

- (1)  $\frac{8}{20}$  (2)  $\frac{9}{22}$  (3)  $\frac{7}{21}$  (4)  $\frac{7}{17}$

1-53: جرم آب تولید شده در واکنش سوختن کامل یک آلکان،  $\frac{1}{5}$  برابر جرم هیدروکربن ابتدایی است، کدام نام با ساختار این آلکان مطابقت دارد؟ ( $O = 16, C = 12, H = 1: g.mol^{-1}$ )

- (1) 2-متیل پروپان (2) 2، 2، 3-تری متیل بوتان (3) 2-متیل بوتان (4) 3-متیل پنتان

### ایزومری در آلکان‌ها

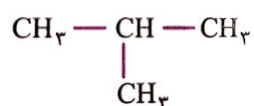
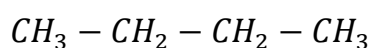
به موادی که فرمول مولکولی یکسان اما ساختار متفاوتی دارند، ایزومر (هم پار) می گویند.

ایزومرها به دلیل داشتن ساختارهای مختلف، خواص فیزیکی و شیمیایی متفاوتی دارند.

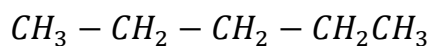
برای رسم ایزومرهای مختلف یک آلکان، ابتدا آلکان راست زنجیر را در نظر می گیریم و سپس با برداشتن کربن(ها)

و قراردادن آنها در موقعیت های مختلف، آلکان هایی با نام های متفاوت ایجاد می کنیم.

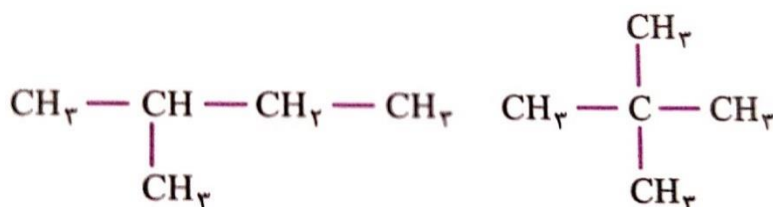
مثال 1: برای ماده ای با فرمول  $C_4H_{10}$  می توان دو ساختار ایزومری رسم کرد:



مثال 2: برای ماده ای با فرمول  $C_5H_{12}$  می توان سه ساختار ایزومری رسم کرد:



پنتان



متیل بوتان

دی متیل پروپان

نکته: برای آلکانهای 4 تا 7 کربن از فرمول زیر، تعداد ایزومر را به دست می آوریم:

$$= 2^{n-4} + 1 \quad \text{تعداد ایزومر آلکان 4 تا 7 کربن}$$

تمرین: برای آلکانهای 6 و 7 کربن، تعداد ایزومرهای آن را رسم کنید و نام آن را بنویسید.

54-1: هرگاه به جای دو اتم  $H$  در ساختار متان، دو گروه اتیل و به جای دو اتم  $H$  دیگر آن، دو گروه متیل قرار

دهیم، همه مطالب زیر درباره ترکیب حاصل درست اند، به جز.....



(1) در ساختار ترکیب حاصل، 6 پیوند یگانه کربن - کربن وجود دارد.

(2) برای آن می توان سه ساختار دیگر دارای دو شاخه فرعی متیل رسم کرد.

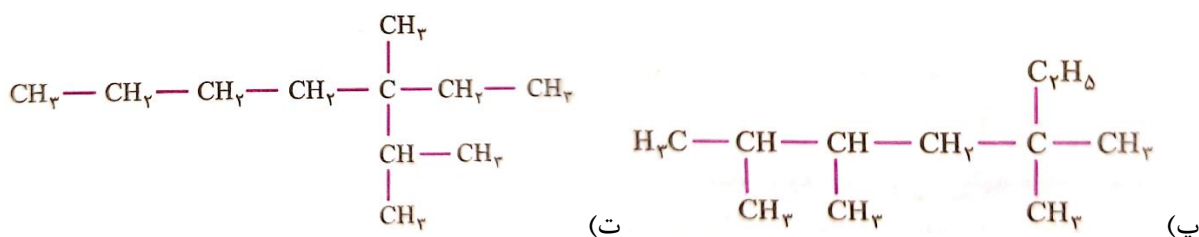
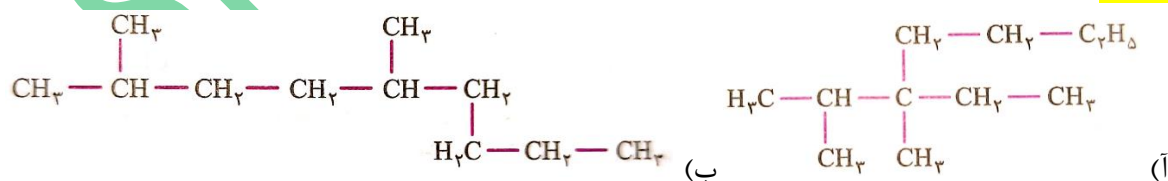
(3) شمار اتم های  $H$  در آن با شمار اتم های  $H$  در نخستین آلکان مایع دمای  $22^{\circ}\text{C}$  و فشار یک اتمسفر برابر است.

(4) فرمول مولکولی ترکیب حاصل با فرمول مولکولی ترکیبی با ساختار روبه رو یکسان است.

55-1: چند ایزومر از ایزمرهای ساختاری اوکتان ( $\text{C}_8\text{H}_{18}$ ) دارای کربنی است که به هیچ هیدروژنی متصل نیست؟

- (1) هفت (2) چهار (3) پنج (4) شش

56-1: کدام دو فرمول ساختاری به یک آلکان مربوط هستند؟



- (1) آ و ب (2) آ و ت (3) پ و ت (4) ب و پ

**1-57:** فرمول مولکولی هپتان، کدام است و با کدام ترکیب ایزومر است و در مولکول آن چند جفت الکترون پیوندی شرکت دارد؟

- (1)  $C_7H_{16}$  و 3,2,2 - تری متیل بوتان و 21  
(2)  $C_7H_{16}$  و 3 - اتیل پنتان و 22  
(3)  $C_7H_{14}$  و 3,2,2 - تری متیل بوتان و 22  
(4)  $C_7H_{14}$  و 3 - اتیل پنتان و 21

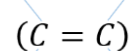
**1-58:** بر اثر سوزاندن کامل 0/5 مول از آلکانی، 45 گرم آب تولید شده است. کدام عبارت زیر در مورد این آلکان درست است؟ ( $O = 16, C = 12, H = 1: g.mol^{-1}$ )

- (1) ساختار (  ) را می توان به آن نسبت داد که دارای 8 اتم هیدروژن در ساختار خود است.  
(2) نسبت چگالی آن به چگالی فراوان ترین ترکیب هوای خشک در دمای اتاق، به تقریب برابر 2/07 است.  
(3) گشتاور دو قطبی آن، برخلاف گاز گوگرد تری اکسید برابر صفر است.  
(4) مجموع شمار اتم های موجود در هر مولکول آن، دو برابر شمار الکترون های با  $L = 0$  عنصر  $^{29}Cu$  است.

آلکن ها، هیدروکربن هایی با یک پیوند دوگانه

آشنایی با آلکن ها

به گروهی از هیدروکربن ها که از فرمول کلی  $C_nH_{2n}$  پیروی کرده و در ساختار خود یک پیوند دوگانه کربن -



کربن داشته باشند، الکن گفته می شود. در این فرمول  $n \geq 2$  است.

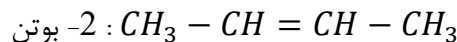
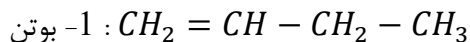
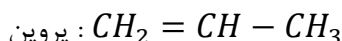
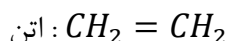
ساده ترین آلکن، اتن یا اتیلن ( $C_2H_4$ ) نام دارد. به همین دلیل آلکن ها را هیدروکربن های اتیلنی نیز می نامند. اتن در بیشتر گیاهان وجود دارد. موز و گوجه فرنگی رسیده، گاز اتن آزاد می کنند. اتن آزاد شده از یک موز یا گوجه فرنگی رسیده به نوبه خود موجب رسیدن سریع تر میوه های نارس می شود. به همین دلیل در کشاورزی، از گاز اتن به عنوان «عمل آورنده» استفاده می شود.

گاز اتن ( $C_2H_4$ ) سنگ بنای صنایع پتروشیمی است، زیرا در این صنایع با استفاده از اتن حجم انبوهی از مواد گوناگون تولید می شود.

در کتاب درسی تنها به نام گذاری آلکن های راست زنجیر اشاره شده است. به دو گام زیر توجه کنید:

**گام اول:** ابتدا پسوند «ان» را در نام آلکان راست زنجیر برمی داریم و به جای آن پسوند «-ن» قرار می دهیم.

**گام دوم:** در آلکن های راست زنجیر با 4 کربن و بیشتر، باید محل پیوند دوگانه را با شماره نخستین اتم کربنی که به پیوند دوگانه متصل است، مشخص کنیم.



در آلکن هایی با  $n$  اتم کربن،  $3n$  پیوند اشتراکی (کووالانسی) یافت می شود.

**تمرین:** تعداد ایزومرهای زنجیری راست زنجیر  $C_7H_{14}$  را رسم کرده و نام هریک را بنویسید.

**نکته ی لالیگا:** آلکن ها شماره ی کربنی که پیوند دوگانه دارد، باید از برابر یا نصف کربن آلکن باشد، پس اگر بیش از نصف باشد، نام گذاری آن اشتباه است.

تست (Aghel): چه تعداد از نام گذاری های زیر، درست است؟

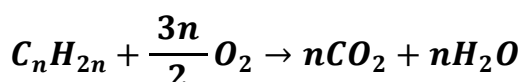
|            |            |            |             |             |
|------------|------------|------------|-------------|-------------|
| آ 4 - پنتن | ب 3 - پنتن | پ 3 - هپتن | ت 7 - اوکتن | ث 4 - اوکتن |
| 1 (1)      | 2 (2)      | 3 (3)      | 3 (4)       | 4 (4)       |

**برخی واکنش های آلکن ها**

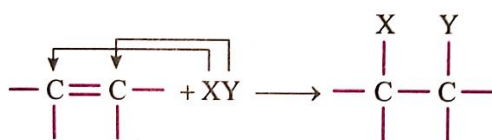
آلکن ها واکنش پذیری زیادی دارند، زیرا سیرنشده هستند و دارای پیوند دوگانه اند.

در صنعت پتروشیمی، مواد وسایل گوناگونی از نفت یا گاز طبیعی به دست می آیند که به فراورده های پتروشیمیایی معروف هستند، در این صنایع سالانه میلیون ها تن مواد شیمیایی مانند آمونیاک، پلی اتن، سولفوریک اسید و... تولید می شود.

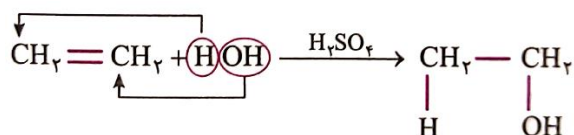
**(1) واکنش سوختن آلکن ها:** آلکن ها همانند دیگر هیدرکربن ها در واکنش سوختن کامل شرکت می کنند و کربن دی اکسید و آب تولید می کنند.



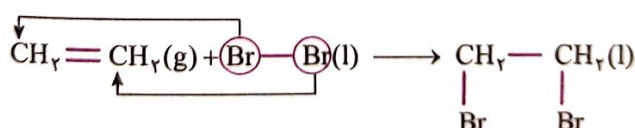
**(2) واکنش های افزایشی:** به واکنش هایی که در آنها از اضافه شدن دو یا چند مولکول به هم یک مولکول فراورده به دست می آید، واکنش افزایشی می گویند. فرم کلی واکنش های افزایشی در آلکن ها به صورت مقابل بوده که در آن ماده  $XY$  به اتم های کربن پیوند دوگانه اضافه شده و فراوردل سیرشده ای تولید می کند:



**مثال 1:** در مقیاس صنعتی از واکنش آب با آلکن ها (از جمله اتن) در حضور کاتالیزگرهای اسیدی (مانند  $\text{H}_2\text{SO}_4$ )، الکل یک عاملی به دست می آید:



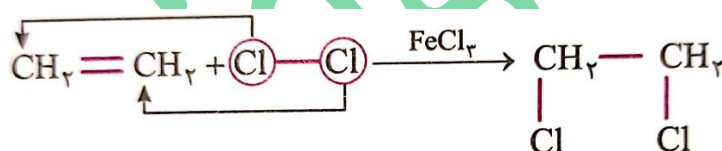
**مثال 2:** در اثر واکنش برم قرمز رنگ با گاز اتن، 1، 2- دی برمواتان مایع به دست می آید که فرآورده ای بی رنگ است:



### تذکر

همه آلکن ها در واکنش بالا شرکت می کنند و رنگ قرمز برم را از بین می برند. در نتیجه از این واکنش، برای شناسایی الکن ها از هیدروکربن های سیرشده استفاده می شود. برای مثال در تشخیص دو مایع بی رنگ هگزان ( $\text{C}_6\text{H}_{14}$ ) و 1- هگزن ( $\text{C}_6\text{H}_{12}$ ) از برم قرمز رنگ استفاده می کنیم، به طوری که با بی رنگ شدن مایع، به سیرنشده بودن آن نمونه مود نظر پی می بریم.

**مثال 3:** در حضور کاتالیزگر  $\text{FeCl}_3$ ، از واکنش گاز اتن با گاز کلر، 1، 2- دی کلرواتان تولید می شود:



**مثال 4:** واکنش هیدروژن دار کردن آلکن ها و تبدیل آنها به آلکان ها، از واکنش های مهم افزایشی آلکن ها به شمار می رود.



**مثال 5:** واکنش هگزن با گاز هیدروژن در حضور کاتالیزگر نیکل ( $\text{Ni}$ ) انجام می شود و هگزان تولید می گردد.



هر ترکیبی که از فرمول  $\text{C}_n\text{H}_{2n}$  پیروی کند دارای جرم مولی  $14n$  است و درصد جرمی کربن در آن برابر  $\frac{12}{14} \times 100 = 85.7\%$  می باشد، در واقع درصد جرمی کربن در همه آلکن ها با هم برابر است.



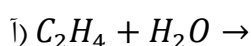
1-59: چه تعداد از عبارت های زیر، درست است؟

- (آ) شکل مقابل، مدل گلوله - میله ساده ترین آلکن را نشان می دهد.  
(ب) در واکنش اتن با سولفوریک اسید، آب نقش کاتالیزگر را دارد.  
(پ) به دلیل وجود پیوند دوگانه و سیر نشده بودن، واکنش پذیری آلکن ها نسبتاً بالاست.  
(ت) در نام گذاری سه عضو ابتدایی آلکن ها برخلاف دیگر عضوها، نیازی به مشخص کردن محل پیوند دوگانه نیست.  
(ث) با وارد کردن اتن در محلولی از برم، رنگ محلول به قرمز می گراید.

1 (1) 2 (2)

3 (3) 4 (4)

1-60: با توجه به واکنش های (آ) و (ب) همه گزینه های زیر درست اند، به جز.....



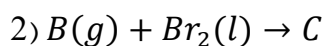
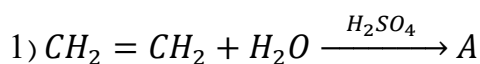
- (1) واکنش (آ) برای انجام شدن به کاتالیزگر نیاز دارد.  
(2) حالت فیزیکی هیچ کدام از فراورده ها در دمای اتاق به حالت گاز نیست.  
(3) شمار جفت الکترون های پیوندی در فراورده واکنش (آ) از فراورده واکنش (ب) کمتر است.  
(4) فراورده واکنش (آ) به هر نسبتی در آب محلول است و یکی از مهم ترین حلال های صنعتی است.

1-61: 8/4 گرم از دومین عضو خانواده آلکن ها در واکنش با کلر کافی، چند گرم ترکیب کلردار تشکیل می دهد؟



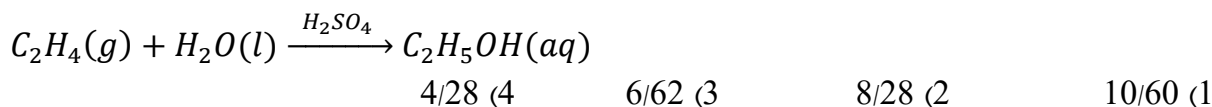
1 (1) 26/4 (2) 22/6 (3) 29/7 (4) 27/9

1-62: کدام گزینه درباره دو واکنش زیر درست است؟



- (1) ترکیب A سنگ بنای صنایع پتروشیمی است؛ زیرا در این صنایع با استفاده از آن، حجم انبوهی از مواد گوناگون تولید می شود.  
(2) در واکنش (2) محلول بی رنگ واکنش با انجام واکنش قرمز می شود.  
(3) ترکیب A یکی از مهم ترین حلال های صنعتی است که به هر نسبتی در آب حل می شود.  
(4) اگر ترکیب B اتین باشد، ترکیب C دارای فرمول  $C_2H_4Br_2$  خواهد بود.

**1-63:** در یک واحد صنعتی تولید اتانول در هر ثانیه، 1400 گرم گاز اتن در شرایط مناسب وارد مخزنی از آب و اسید می شود. در صورتی که بازده این فرایند 80 درصد باشد، تولید اتانول در این واحد، به تقریب برابر چند تن در هر ساعت است؟ ( $O = 16, C = 12, H = 1: g.mol^{-1}$ )



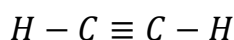
**1-64:** مخلوطی از 3- متیل هگزان و 1- هگزن به وزن 20 گرم، با 32 گرم برم مایع به طور کامل واکنش می دهد. درصد جرمی 3- متیل هگزان در مخلوط پایانی به کدام عدد نزدیک تر است؟



### آلکین ها، سیرنشده تر از آلکن ها

به هیدروکربن های سیرنشده با یک پیوند سه گانه کربن - کربن که از فرمول کلی  $C_nH_{2n-2}$  پیروی می کنند ( $n \geq 2$ )، آلکن گفته می شود.

ساده ترین آلکین یعنی نخستین عضو خانواده آلکین ها، اتین، با فرمول  $C_2H_2$  است. در جوش کاربیدی، از سوختن گاز اتین دمای لازم برای جوش دادن قطعه های فلزی تأمین می شود. برشکاری فلزها را هم می توان با سوزاندن گاز اتین انجام داد.



**نکته** در گذشته، گاز اتین را استیلن می خواندند.

آلکین ها به دو دسته راست زنجیر و شاخه دار تقسیم می شوند که با توجه به کتاب درسی، تنها دانستن نام گذاری آلکین های راست زنجیر ضروری است. به دو قاعده زیر توجه کنید:

**گام اول:** ابتدا پسوند «ان» را در نام آلکان راست زنجیر برمی داریم و به جای آن پسوند «ین» قرار می دهیم.

**گام دوم:** در آلکین های راست زنجیر با 4 کربن و بیشتر باید محل پیوند سه گانه را با شماره نخستین اتم کربنی که به پیوند سه گانه متصل است، مشخص کنیم.

اتین:  $CH \equiv CH$

پروپین:  $CH \equiv C - CH_3$

بوتین-1:  $CH \equiv C - CH_2 - CH_3$

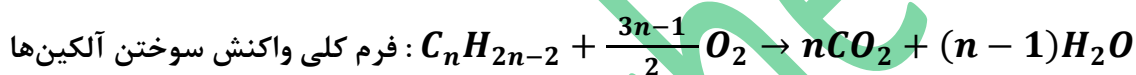
بوتین-2:  $CH_3 - C \equiv C - CH_3$

در آلکین هایی با  $n$  اتم کربن،  $3n - 1$  پیوند اشتراکی (کووالانسی) وجود دارد.

آلکین ها واکنش پذیری زیادی دارند، به طوری که با مواد شیمیایی مختلفی واکنش می دهند:

آلکان > آلکن > آلکین: واکنش پذیری

آلکین ها همانند آلکن ها با مواد شیمیایی مختلف واکنش می دهند. برای مثال واکنش سوختن کامل آلکین ها به صورت زیر است:



65-1: در دمای  $0^\circ C$  و فشار  $1atm$ ، چگالی گازی که از آن برای پر کردن فندک استفاده می شود، تقریباً

چند برابر چگالی گاز اتین است؟ ( $C = 12, H = 1; g \cdot mol^{-1}$ )

1/15 (1)      1/72 (2)      2/23 (3)      3/64 (4)

## هیدروکربن های حلقوی

### سیکلوآلکان ها

سیکلو به معنای «حلقوی» است، بنابراین سیکلوآلکان به معنای آلکان حلقوی است. سیکلوآلکان ها دسته ای از هیدروکربن های سیرشده هستند که مانند آلکان ها همه پیوندها در آنها یگانه است، با این تفاوت که ساختاری حلقوی دارند.

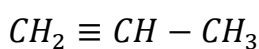
#### نکته

هر اتم کربن در سیکلوآلکان ها با چهار پیوند یگانه به چهار اتم دیگر متصل است.

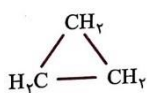
فرمول عمومی سیکلوآلکان‌ها به صورت  $C_nH_{2n}$  است ( $n \geq 3$ ). جدول زیر چهار سیکلوآلکان مهم را نشان می‌دهد:

| $n = 6$                                                                           | $n = 5$                                                                           | $n = 4$                                                                           | $n = 3$                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| سیکلوهگزان                                                                        | سیکلوپنتان                                                                        | سیکلوبوتان                                                                        | سیکلوپروپان                                                                         |
| $C_6H_{12}$                                                                       | $C_5H_{10}$                                                                       | $C_4H_8$                                                                          | $C_3H_6$                                                                            |
|  |  |  |  |

فرمول عمومی آلکن‌ها و سیکلوآلکان‌ها به صورت  $C_nH_{2n}$  است. در نتیجه آلکن‌ها و سیکلوآلکان‌هایی که شمار اتم کربن برابری دارند، ایزومر یکدیگر محسوب می‌شوند. برای مثال پروپن و سیکلوپروپان ایزومر یکدیگرند:



پروپن



سیکلوپروپان

سیکلوآلکان‌ها سیرشده هستند، بنابراین با بسیاری از مواد واکنش نمی‌دهند و واکنش پذیری کمی دارند.

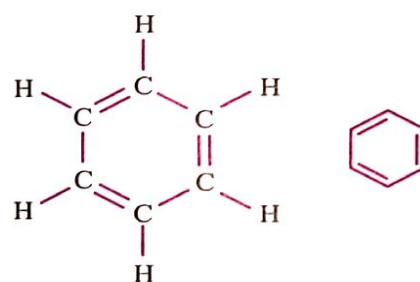
### آروماتیک‌ها

آروماتیک‌ها دسته دیگری از هیدروکربن‌های حلقوی هستند که فرمول عمومی مشخصی ندارند. **سرگروه ترکیب‌های آروماتیک، بنزن است.** واژه آروماتیک به معنای خوش بو و معطر است. یکی از ویژگی‌های ترکیب‌های آلی آروماتیک، داشتن حلقه بنزنی است. بنابراین هر ترکیبی که در ساختار خود حلقه بنزنی داشته باشد، آروماتیک است.

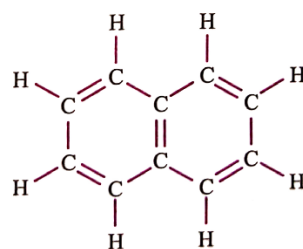
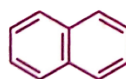
بنزن با فرمول مولکولی  $C_6H_6$ ، یک حلقه شش ضلعی دارد که در آن پیوندهای کربن - کربن به صورت یک در میان، یگانه و دوگانه هستند.



بنزن



**نفتالن** با فرمول مولکولی  $C_{10}H_8$ ، یکی دیگر از هیدروکربن‌های آروماتیک است که در آن دو حلقه بنزنی به هم متصل شده‌اند. نفتالن جامدی سفیدرنگ است که مدت‌ها به عنوان ضدبید برای نگه‌داری فرش و لباس کاربرد داشته است.



$$C_{10}H_8 \text{ در } \text{شمار پیوندهای اشتراکی} = \frac{(4 \times 10) + (8 \times 1)}{2} = 24$$

نفتالن، 2 حلقه بنزنی، 5 پیوند دوگانه و 24 پیوند اشتراکی دارد.

**1-66:** اگر به جای همه اتم های هیدروژن مولکول بنزن، گروه متیل قرار گیرد، کدام مورد درست است؟

- (1) فراریت آن کاهش می یابد.
- (2) خاصیت آروماتیکی آن از بین می رود.
- (3) فرمول مولکولی آن، مانند فرمول مولکولی نفتالن می شود.
- (4) گشتاور دوقطبی مولکول، افزایش چشمگیری پیدا می کند.

**1-67:** چه تعداد از موارد زیر در مورد هیدروکربنی با فرمول مولکولی  $C_6H_{12}$  نادرست است؟

- (آ) دارای سه ایزومر ساختاری با نام هگزن است.
- (ب) می تواند یک ترکیب حلقوی سیرشده باشد.
- (پ) یک ترکیب سیرشده زنجیری است.
- (ت) در ایزومری از آن با نام 3- هگزن، مولکول ساختار متقارن دارد.

(1) 1 (2) 2 (3) 3 (4) صفر

**1-68:** نسبت شمار اتم های هیدروژن به شمار اتم های کربن در مولکول پنتین، چند برابر نسبت شمار اتم های

هیدروژن به شمار اتم های کربن در مولکول نفتالن است؟

(1) 2 (2) 0/5 (3) 3 (4)  $\frac{1}{3}$

**1-69:** عبارت کدام گزینه، نادرست است؟ ( $C = 12, H = 1: g.mol^{-1}$ )

- (1) سیکلوهگزان یک هیدروکربن حلقوی سیرشده با فرمول مولکولی  $C_6H_{12}$  است.
- (2) تعداد جفت الکترون های پیوندی مولکول بنزن  $2/5$  برابر تعداد پیوندهای دوگانه مولکول نفتالن است.
- (3) اختلاف جرم مولی بنزن و نفتالن نصف جرم مولی 2، 3- دی متیل پنتان است.
- (4) بنزن سرگروه خانواده مهمی از هیدروکربن های سیرنشده به نام آروماتیک است.

## نفت، ماده‌ای که اقتصاد جهان را دگرگون ساخت

### پالایش نفت خام

نفت خام مخلوطی از هیدروکربن‌های گوناگون، برخی نمک‌ها، اسیدها، آب و... است. البته مقدار نمک و اسید در نفت خام کم بوده و در نواحی گوناگون متغیر است.

آلکان‌ها بخش عمده هیدروکربن‌های موجود در نفت خام را تشکیل می‌دهند و به دلیل واکنش پذیری کم، اغلب به عنوان سوخت به کار می‌روند، به طوری که بیش از 90 درصد نفت خام، صرف سوزاندن و تأمین انرژی می‌شود و مقدار کمی از آن به عنوان خوراک پتروشیمی به کار می‌رود.

برای جداسازی هیدروکربن‌های گوناگون از نفت خام (روشی که به آن پالایش می‌گویند)، از برج تقطیر استفاده می‌شود.

تمام مواد غیرهیدروکربنی مانند آب و اسید را از نفت خام جدا می‌کنند، سپس آن را به برج تقطیر هدایت می‌کنند. اساس کار برج تقطیر، تقطیر جزء به جزء نفت است، به طوری که هیدروکربن‌های نفت خام به صورت مخلوط‌هایی با نقطه جوش نزدیک به هم جدا می‌شوند. مراحل تقطیر نفت خام به صورت زیر است:

**مرحله اول:** ابتدا نفت خام را در محفظه‌ای بزرگ گرما می‌دهند و بعد نفت خام داغ را به درون برج تقطیر هدایت می‌کنند. برج تقطیر محفظه‌ای بلند شامل بخش‌های مختلف است که دمای آنها با یکدیگر تفاوت می‌کند، به طوری که با حرکت به سمت بالای برج تقطیر، دما کاهش می‌یابد.

**مرحله دوم:** با ورود نفت خام داغ به پایین برج، مولکول‌های سبک‌تر و فرارتر (نقطه جوش پایین‌تر) به سمت بالای برج حرکت می‌کنند، در حالی که هیدروکربن‌های سنگین‌تر و غیرفرارتر (با نقطه جوش بالاتر) در طبقات پایین‌تر برج قرار می‌گیرند.

**مرحله سوم:** با بالا رفتن هیدروکربن‌های فرارتر، برخی که نقطه جوش پایینی دارند، به صورت گاز از برج خارج می‌شوند و برخی با سرد شدن تدریجی برج، به حالت مایع درآمد و در سینی‌هایی که در فاصله‌های گوناگون برج قرار دارند، وارد شده و از برج خارج می‌شوند.

گاز، بنزین و خوراک پتروشیمی، نفت سفید (شامل آلکان‌هایی با 10 تا 15 اتم کربن)، گازوئیل و نفت کوره، برخی از موادی هستند که از تقطیر نفت خام در برج تقطیر به دست می‌آیند. مقایسه‌های بسیار مهم مقابل را در مورد این چهار دسته از مواد به خاطر بسپارید.

بنزین و خوراک پتروشیمی - نفت سفید - گازوئیل - نفت کوره

افزایش اندازه و جرم مولکول

افزایش نیروی بین مولکولی

افزایش نقطه جوش

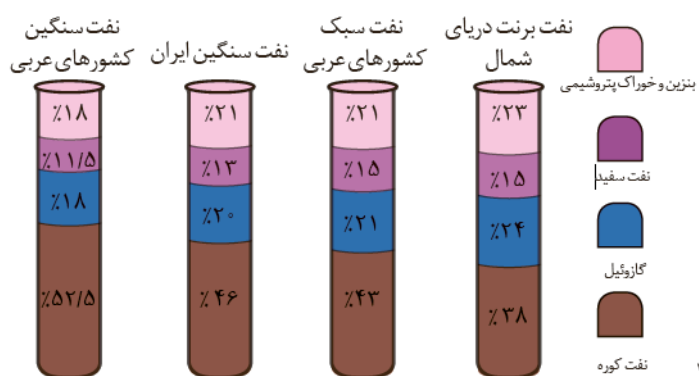
کاهش فراربودن

افزایش گرانروی

### نکته

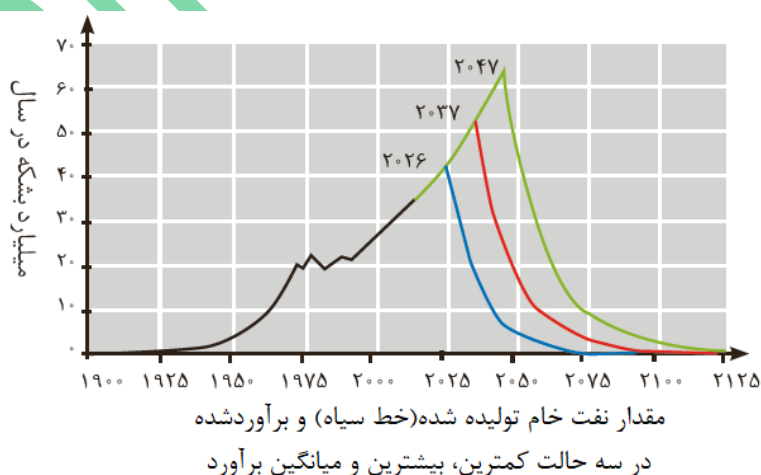
سوخت هواپیما به طور عمده از نفت سفید که مخلوطی از آلکان ها است، تهیه می شود.

در کتاب درسی، به چهار نوع نفت خام که براساس چگالی و گرانروی به دو دسته سبک و سنگین تقسیم می شوند، اشاره شده است. در این چهار نوع نفت خام، درصد هر یک از مایع های اشاره شده در مورد قبلی با هم متفاوت است. (1) در نفت سنگین، درصد هیدروکربن های سنگین تر مانند نفت کوره بیشتر از نفت سبک است.



نفت برنت دریای شمال > نفت سبک کشورهای عربی > نفت سنگین ایران > نفت سنگین کشورهای عربی : درصد نفت کوره (2) در میان این 4 دسته از هیدروکربن ها، بنزین و خوراک پتروشیمی، ارزشمندترین و نفت کوره، کم ارزش ترین ماده محسوب می شوند؛ بنابراین هر چه درصد بنزین بیشتر و درصد نفت کوره کمتر باشد، آن نفت خام گران تر است.

نفت برنت دریای شمال < نفت سبک کشورهای عربی < نفت سنگین ایران < نفت سنگین کشورهای عربی : قیمت نفت خام دستیابی به دانش و فناوری پالایش نفت خام، سبب ایجاد تحولی بزرگ در صنعت حمل و نقل، پتروشیمی و صنایع دیگر شد. پالایش نفت خام، علاوه بر قراردادن سوخت ارزان و مناسب در اختیار صنایع، منجر به تولید انرژی الکتریکی ارزان قیمت شد. همه این موارد باعث شد تا استخراج و مصرف نفت خام به شدت افزایش یابد، به طوری که با توجه به نمودار فوق، تا حدود 100 سال دیگر، نفتی برای استخراج وجود نخواهد داشت.



## زغال سنگ، جایگزینی برای نفت خام

زغال سنگ یکی از سوخت های فسیلی است. برآوردها نشان می دهد که طول عمر ذخایر زغال سنگ به 500 سال می رسد، از این رو می تواند به عنوان سوخت، جایگزین نفت شود. جدول زیر، مقایسه میان بنزین و زغال سنگ را نشان می دهد:

| نام سوخت | گرمای آزاد شده ( $KJ/g$ ) | فراورده های سوختن            | مقدار کربن دی اکسید به ازای هر کیلوژول انرژی تولید شده (g) |
|----------|---------------------------|------------------------------|------------------------------------------------------------|
| بنزین    | ۴۸                        | $CO_2, CO, H_2O$             | ۰/۰۶۵                                                      |
| زغال سنگ | ۳۰                        | $SO_2, CO_2, NO_2, CO, H_2O$ | ۰/۱۰۴                                                      |

- 1) گرمای حاصل از سوختن 1 گرم بنزین بیشتر از 1 گرم زغال سنگ است.
  - 2) مقدار  $CO_2$  آزاد شده به ازای هر کیلوژول انرژی تولیدی در اثر سوختن زغال سنگ بیشتر از بنزین است.  $CO_2$  مهمترین گاز گلخانه ای به شمار می رود و مقدار بیشتر آن، اثر گلخانه ای را تشدید می کند.
  - 3) در اثر سوختن زغال سنگ، تعداد آلاینده های بیشتری نسبت به بنزین وارد هواکره می شود. در اثر سوختن زغال سنگ علاوه بر  $CO, H_2O$  و  $CO_2$ ، آلاینده های  $SO_2$  و  $NO_2$  نیز تولید می شوند.
- با توجه به موارد بالا، باید به دنبال راه های بهبود کارایی زغال سنگ باشیم، دو راهکار کلی زیر مد نظر است:

- 1) شست و شوی زغال سنگ به منظور حذف گوگرد و ناخالصی های دیگر
  - 2) به دام انداختن گاز  $SO_2$  خارج شده از نیروگاه ها با عبور گازهای خروجی از روی کلسیم اکسید ( $CaO$ )
- $$SO_2(g) + CaO(s) \rightarrow CaSO_3(s)$$
- یکی از مشکلات زغال سنگ، شرایط دشوار استخوان آن است، به گونه ای که در سده اخیر، شمار زیادی از کارگران در اثر انفجار یا فروریختن معادن جان خود را از دست داده اند.

**نکته** دلیل انفجارها در معادن زغال سنگ، تجمع گاز متان آزاد شده از زغال سنگ در معدن است. متان گازی بی بو و بی رنگ است که هر گاه درصد آن به بیش از 5٪ در هوای معدن برسد، احتمال انفجار وجود دارد. به همین دلیل، باید مقدار گاز متان در هوای معدن به طور پیوسته اندازه گیری و کنترل شود. یکی از راه های کاهش متان در هوای معدن، استفاده از تهویه مناسب و قوی است. هر چه درصد متان در هوای معدن بالاتر برود، احتمال انفجار نیز بیشتر خواهد بود.