

## فصل ۱

# قدر هدایای زمینی را بدانیم



..... **أَلَمْ تَرُوا أَنَّ اللَّهَ سَخَّرَ لَكُمْ مَا فِي السَّمَاوَاتِ وَمَا فِي الْأَرْضِ و... (سورة لقمان-آية ۲۰)**

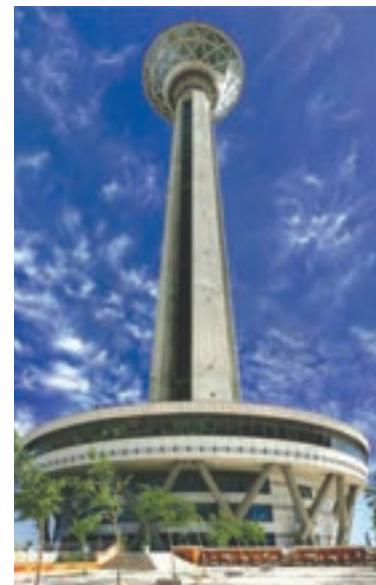
آیا ندیدید خداوند آنچه را در آسمان‌ها و زمین است مسخر شما کرده و نعمت‌های آشکار و پنهان خود را به طور فراوان بر شما ارزانی داشته است.

زمین، خانهٔ ماست. نه! زمین، تنها خانهٔ ماست. در آن زاده می‌شویم و زندگی می‌کنیم. زمین سرشار از نعمت‌ها و هدایای پیدا و ناپیدای گوناگونی است که هر یک اندازهٔ معینی دارد. هدایایی که انسان با شناخت و بهره‌گیری از آنها توانسته است با ساختن ابزار و دستگاه‌هایی به همهٔ نقاط کرهٔ زمین از قطب شمال تا جنوب، اعماق دریاها و اقیانوس‌ها دست یابد و فضای دور دست و بی‌کران را نیز کشف کند. توانایی انسان در بیرون کشیدن موادی مانند نفت و فلزهای او این امکان را داده است تا سریناهی ایمن و گرم برای زندگی خود فراهم سازد. دانش شیمی به ما کمک می‌کند تا ساختار دقیق این هدایا را شناسایی کنیم، به رفتار آنها پی ببریم و بهره برداری درست از آنها را بیاموزیم. باشد که دریابیم زمین، امانت خدادست و دوستی با آن را باور کنیم.

● گسترش فناوری به میزان دسترسی به مواد مناسب و استهان است، به طوری که کشف و درک خواص یک ماده جدید پرچمدار توسعه فناوری است. برای نمونه گسترش صنعت خودرو مديون 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، پوشاس، حمل و نقل، ساختمان، ارتباطات و هر بخش از زندگی ما کم و بیش تحت تأثیر مواد قرار دارند. اغراق نیست اگر رشد و گسترش تمدن بشری را در گروی کشف و شناخت مواد جدید بدانیم. بررسی تمدن‌ها از گذشته تاکنون نشان می‌دهد که توسعه جوامع انسانی به توامندی افرادی هوشمند گره خورده است. آنان که توانسته‌اند 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 پی‌بردند. آنها همچنین دریافتند که گرمای دادن به مواد و افروختن آنها به یکدیگر سبب تغییر و گاهی بهبود خواص می‌شود. با این روند، آنها به توانایی انتخاب مناسب‌ترین ماده برای یک کاربرد معین دست یافته‌اند تا جایی که می‌توانند موادی نو با ویژگی‌های منحصر به فرد و دلخواه طراحی کنند. امروزه با رشد و توسعه فناوری، هزاران ماده تهیه و تولید شده که زندگی مدرن و پیچیده امروزی را ممکن کرده است (شکل ۱).



شکل ۱- شکوه و عظمت تمدن امروزی تا حدود زیادی مديون مواد جدیدی است که از شیشه، پلاستیک، فلز، الیاف، سرامیک و... ساخته می‌شوند. آیا می‌دانید این مواد از کجا به دست می‌آیند؟

## خود را بیازمایید

۱- شکل زیر فرایند کلی تولید دوچرخه را نشان می‌دهد.

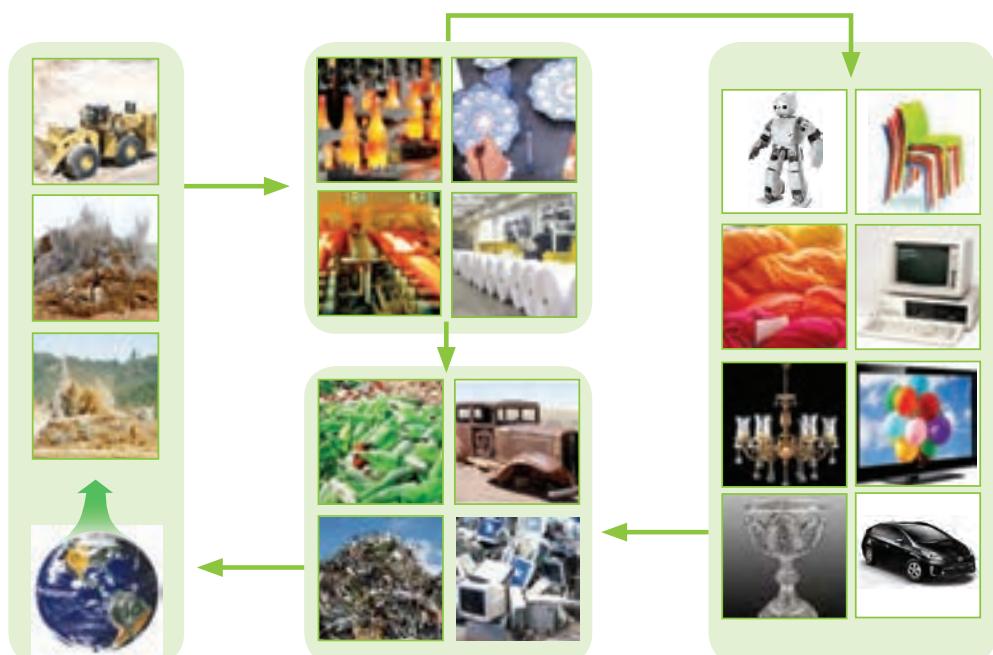


الف) درباره این فرایند گفت و گو کنید.

ب) آیا در فرایند تولید ورقه‌های فولادی و تایر دوچرخه، موادی دور ریخته می‌شوند؟

پ) پس از چندین سال چه اتفاقی برای قطعه‌های دوچرخه می‌افتد؟

۲- شکل زیر نمایی از چرخه مواد را نشان می‌دهد. با توجه به آن به پرسش‌ها پاسخ دهید:

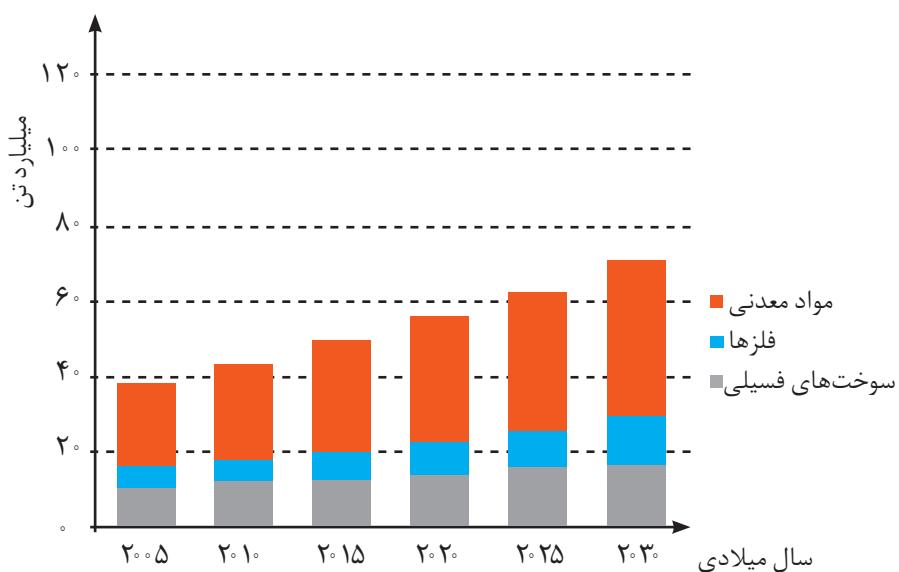


الف) آیا جمله «همه مواد طبیعی<sup>۱</sup> و مصنوعی<sup>۲</sup> از کره زمین به دست می‌آیند» درست است؟ توضیح دهید.

۱- Natural Material

۲- Synthetic Material, Man Made

- ب) موادی که از طبیعت به دست می‌آوریم، به چه شکلی به طبیعت بازمی‌گردند؟
- پ) آیا به تقریب جرم کل مواد در کره زمین ثابت می‌ماند؟ چرا؟
- ت) برخی بر این باورند که: «هر چه میزان بهره‌برداری از منابع یک کشور بیشتر باشد، آن کشور توسعه یافته‌تر است.» این دیدگاه را در کلاس نقد کنید.
- ۳- نمودار زیر برآورد میزان تولید و مصرف نسبی برخی مواد را در جهان نشان می‌دهد.



### آیا می‌دانید

سالانه بیش از ۷۰ میلیارد تن از منابع انرژی، سوختهای فسیلی، فلز و منابع شیمیایی از زمین استخراج می‌شود. با این توصیف مصرف سرانه هدایای ذخیره شده در زمین، حدود ده تن است.

با توجه به نمودار:

- الف) در سال ۲۰۱۵ به تقریب چند میلیارد تن فلز در جهان استخراج و مصرف شده است؟
- ب) پیش‌بینی می‌شود که در سال ۲۰۳۰ به تقریب در مجموع چند میلیارد تن از این مواد استخراج و مصرف شوند؟
- پ) درباره این جمله که: «زمین منبع عظیمی از هدایای ارزشمند و ضروری برای زندگی است» گفت و گو کنید.

دریافتید که زندگی روزانه ما به منابع شیمیایی وابسته است. صحنه امروز خود را در نظر بگیرید، چای خود را با استکانی شیشه‌ای نوشیده‌اید که از شن و ماسه ساخته شده است، در ظرفی که از خاک چینی ساخته شده است، غذا خورده‌اید و برای هم زدن چای از قاشقی استفاده کرده‌اید که از فولاد زنگ‌زن ساخته شده است. فولادی که پس از طی مراحل طولانی از سنگ معدن به دست می‌آید. همچنین برای طعم دادن به غذای خود، نمک به دست آمده از خشکی و دریا را روی آن پاشیده‌اید؛ سبزیجات و میوه‌هایی را خورده‌اید که با استفاده از کودهای پتاسیم، نیتروژن و فسفردار رشد کرده‌اند. از سوی دیگر، سوختی را که با

استفاده از آن خانه را گرم یا باک خودرو را پر می کنید، از دل زمین بیرون کشیده اند.

با پیشرفت صنعت، شهرها و روستاهای گسترش یافته و سطح رفاه در جامعه بالاتر گرفت. با این روند میزان مصرف منابع گوناگون نیز افزایش یافت، به گونه ای که امروزه همه افراد جامعه در پی استفاده از تلفن همراه، خودروی شخصی و انواع وسایل الکترونیکی هستند. تأمین این نیازها به همراه تولید انواع دستگاه ها و ابزار آلات صنعتی، نظامی، کشاورزی و دارویی، سبب شده است تا تقاضای جهانی برای استفاده از هدایای زمینی افزایش یابد، به گونه ای که سالانه حجم انبوهی از منابع شیمیایی بهره برداری می شود. با این توصیف باید باور کنیم که زمین اباری از ذخایر ارزشمند است که بی هیچ منتی به ما هدیه شده است (شکل ۲)، هرچند که این منابع به طور یکسان توزیع نشده اند.



شکل ۲- برخی منابع شیمیایی گوناگون در جهان. آیا پراکندگی منابع می تواند دلیل پیدایش تجارت جهانی باشد؟ توضیح دهید.

### در میان تارنماها

با مراجعه به منابع اینترنتی معتبر درباره میزان مصرف منابع شیمیایی گوناگون در جهان اطلاعاتی را جمع آوری کنید و به کلاس گزارش دهید.

اکنون این پرسش مطرح می شود که این هدایای زمینی به چه شکلی استفاده می شوند؟ آیا آنها به همان شکل مصرف می شوند یا آنها را به عنصرهای سازنده تبدیل می کنند، سپس به کار می برند؟ چگونه می توان تشخیص داد که در یک نمونه سنگ معدن، کدام عنصرها وجود

دارد و به چه میزانی قابل استخراج است؟ روش‌های استخراج و تهیه یک عنصر چیست؟ استخراج یک ماده شیمیایی چه آثاری روی محیطزیست بر جای می‌گذارد؟ آیا مصرف مواد به صورت خام مقرن به صرفه است یا فراوری شده؟ بهره‌برداری از هدایای زمینی بر چرخه‌های طبیعی چه اثری دارد؟ شیوه‌های حفظ و نگهداری این منابع ارزشمند برای آینده‌گان چیست؟ علم شیمی و شیمی دانها چه نقشی در استفاده از این منابع مبتنی بر توسعه پایدار دارند؟ شیمی دانها برای یافتن پاسخ این پرسش‌ها، در پی کشف الگوها و روندهای موجود در رفتار مواد و عنصرها هستند.

دانشمندان بر جسته و بزرگ،  
دانشمندانی هستند که می‌توانند با  
بررسی دقیق اطلاعات و یافته‌های  
موجود درباره مواد و پدیده‌های  
گوناگون، الگوها، روندها و روابط  
بین آنها را درک کنند و توضیح  
دهند. مندلیف یکی از آنها است  
که جدول دوره‌ای را طراحی کرده  
است.

## الگوها و روندها در رفتار مواد و عنصرها

شیمی دانها با مشاهده مواد و انجام آزمایش‌های گوناگون، آنها را دقیق بررسی می‌کنند. هدف همه این بررسی‌ها، یافتن اطلاعات بیشتر و دقیق‌تر درباره ویژگی‌ها و خواص مواد است. اما برقراری ارتباط میان این داده‌ها و اطلاعات، همچنین یافتن الگوها و روندها گامی مهم‌تر و مؤثرتر در پیشرفت علم به شمار می‌آید زیرا بر اساس این روندها، الگوها و روابط می‌توان به رمز و راز هستی پی برد. علم شیمی را می‌توان مطالعه هدف‌دار، منظم و هوشمندانه رفتار عنصرها و مواد برای یافتن روندها و الگوهای رفتار فیزیکی و شیمیایی آنها دانست.

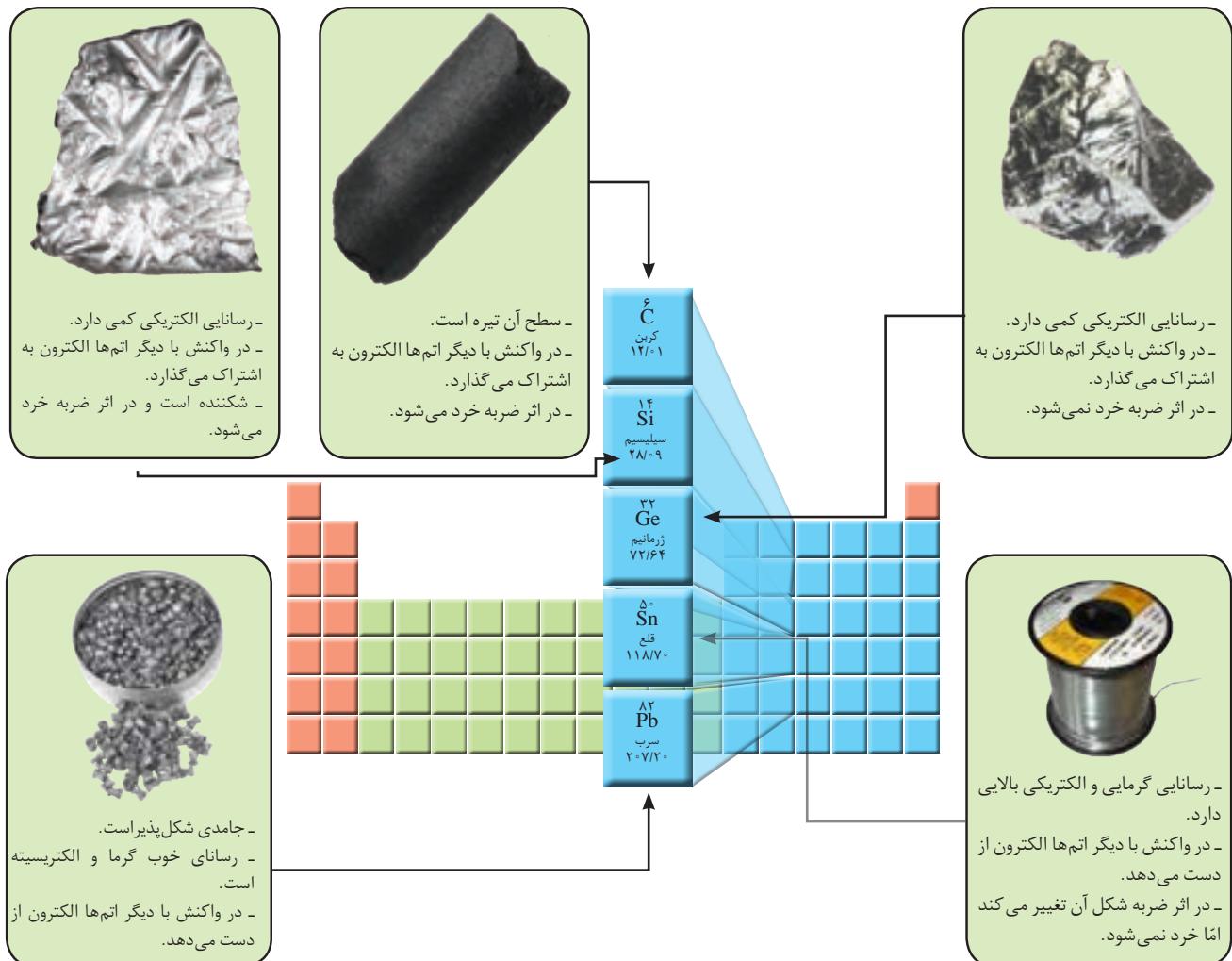
جدول دوره‌ای عنصرها، نمایشی بی‌نظیر از چیدمان عنصرها بوده و همانند یک نقشه راه برای شیمی دانهاست که به آنها کمک می‌کند حجم انبوهی از مشاهده‌ها را سازمان‌دهی و تجزیه و تحلیل کنند تا الگوهای پنهان در رفتار عنصرها را آشکار نمایند. در شیمی دهم آموختید که عنصرها در جدول دوره‌ای بر اساس بنیادی‌ترین ویژگی آنها یعنی عدد اتمی ( $Z$ )، چیده شده‌اند. در این جدول، عنصرهایی که شمار الکترون‌های بیرونی‌ترین لایه الکترونی اتم آنها برابر است، در یک گروه جای گرفته‌اند. این جدول شامل ۷ دوره و ۱۸ گروه است. همچنین دریافتید تعیین موقعیت (دوره و گروه) یک عنصر در جدول دوره‌ای، کمک شایانی به پیش‌بینی خواص و رفتار آن خواهد کرد. بررسی‌ها نشان می‌دهند که عنصرهای جدول دوره‌ای را بر اساس رفتار آنها می‌توان در سه دسته شامل فلز، نافلز و شبه فلز<sup>۱</sup> جای داد. با برخی رفتار فلزها آشنا هستید (شکل ۳). با بررسی این رفتارها می‌توان ضمن دسته‌بندی عنصرها، به روندها و الگوهای موجود در خواص آنها پی برد. اکنون برای یافتن برخی از این موارد فعالیت‌های صفحه بعد را انجام دهید.



شکل ۳- برخی کاربرد فلزها مبتنی بر ویژگی آنها. هر کاربرد کدام ویژگی فلز را نشان می‌دهد؟

### با هم بینند یشیم

در شکل‌های زیر، برخی عنصرهای گروه چهاردهم و دوره سوم جدول دوره‌ای عنصرها همراه با برخی ویژگی‌های آنها نشان داده شده است. با بررسی آنها به پرسش‌ها پاسخ دهید.



الف) برخی عنصرهای گروه ۱۴



ب) عنصرهای دوره سوم

- ۱- در شکل «الف» سطح کدام عنصرها براق و صیقلی است؟
- ۲- در شکل «الف» کدام عنصرها ویژگی‌های مشترک بیشتری با یکدیگر دارند (رفتارهای فیزیکی و شیمیایی آنها شبیه هم هستند)؟
- ۳- شکل‌های «الف» و «ب» را با هم مقایسه و مشخص کنید رفتار کدام عنصرها به یکدیگر شباهت بیشتری دارند. نتیجه مقایسه خود را یادداشت کنید.
- ۴- با کامل کردن جدول صفحهٔ بعد به یک جمع‌بندی از یافته‌های خود بررسید و عنصرهای مشخص شده در بالا را در سه دسته فلز، نافلز و شبه فلز قرار دهید.

<sup>3</sup> Li لیتیم ۶/۹۴										
<sup>11</sup> Na سدیم ۲۲/۹۹										
<sup>۱۹</sup> K پتاسیم ۳۹/۱۰										
<sup>۳۷</sup> Rb ربیدیم ۸۵/۴۷										
<sup>۵۵</sup> Cs سزیم ۱۳۲/۹										
<sup>۸۷</sup> Fr فرانسیم [۲۲۳]										

گروه اول جدول دوره‌ای

نماد شیمیایی											خواص فیزیکی یا شیمیایی
Ge	Pb	P	Mg	Cl	Sn	Al	Na	S	Si	C	
		ندارد								دارد	رسانایی الکترونی
				ندارد						دارد	رسانایی گرمایی
											سطح صیقلی
											چکش خواری
											تمایل به دادن، گرفتن یا اشتراک
											الکترون

۵- در گروه ۱۴ از بالا به پایین، خصلت فلزی چه تغییری کرده است؟

۶- روند تغییر خصلت فلزی<sup>۱</sup> و نافلزی<sup>۲</sup> در دوره سوم جدول را بررسی کنید.

۷- پیش‌بینی کنید کدام عنصر در گروه اول جدول دوره‌ای خصلت فلزی بیشتری دارد.

۸- عبارت زیر را با خط زدن واژه نادرست در هر مورد، کامل کنید.

در هر دوره از جدول دوره‌ای، از چپ به راست از خاصیت <sup>فلزی</sup> نافلزی کاسته و به خاصیت <sup>فلزی</sup> نافلزی افزوده می‌شود. در گروه‌های ۱۵، ۱۶ و ۱۷ عنصرهای <sup>بالاتر</sup> پایین‌تر خاصیت نافلزی بیشتری دارند زیرا از بالا به پایین خاصیت <sup>فلزی</sup> نافلزی زیاد می‌شود.

بیشتر عنصرهای جدول دوره‌ای را فلزها تشکیل می‌دهند که به طور عمده در سمت چپ و مرکز جدول قرار دارند. اما نافلزها در سمت راست و بالای جدول چیده شده‌اند. 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.

دیدید که خصلت فلزی در یک دوره از چپ به راست کاهش می‌یابد و در یک گروه از بالا به پایین افزایش می‌یابد. این روند در دیگر گروه‌ها و دوره‌ها نیز مشاهده می‌شود. به دیگر سخن خواص فیزیکی و شیمیایی عنصرها به صورت دوره‌ای تکرار می‌شود که به **قانون دوره‌ای<sup>۳</sup>** عنصرها معروف است.



- ۱- Metallic Property
- ۲- Nonmetallic Property
- ۳- Periodic Law

## تفکر نقادانه

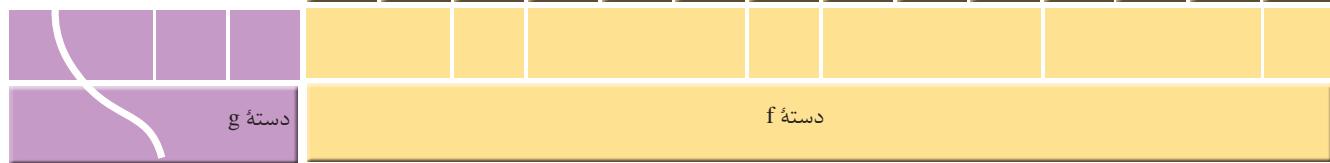
### «جدول عناصرها در آینده به چه شکل خواهد بود؟»

<sup>1</sup> H هیدروژن <sub>1.008</sub>	<sup>2</sup> He هیلیم <sub>4.003</sub>
<sup>3</sup> Li لیتیم <sub>6.94</sub>	<sup>4</sup> Be بریم <sub>9.01</sub>
<sup>11</sup> Na سالیم <sub>22.99</sub>	<sup>12</sup> Mg مگنیزیم <sub>24.31</sub>
<sup>13</sup> Ca کلسیم <sub>40.08</sub>	<sup>14</sup> Sc اسکالیم <sub>44.96</sub>
<sup>15</sup> Ti تیتانیم <sub>47.87</sub>	<sup>16</sup> V وانادیم <sub>50.94</sub>
<sup>17</sup> Cr کروم <sub>52.00</sub>	<sup>18</sup> Mn منگنز <sub>54.94</sub>
<sup>19</sup> Fe آهن <sub>55.85</sub>	<sup>20</sup> Co کاتیم <sub>58.93</sub>
<sup>21</sup> Ni نیکل <sub>58.69</sub>	<sup>22</sup> Cu میس <sub>63.55</sub>
<sup>23</sup> Zn رودی <sub>65.49</sub>	<sup>24</sup> Ga گالیم <sub>69.72</sub>
<sup>25</sup> Al آلومینیم <sub>26.98</sub>	<sup>26</sup> Si سیلیسیم <sub>28.09</sub>
<sup>27</sup> Tc تکنسنیم -	<sup>28</sup> P فسفور <sub>31.07</sub>
<sup>29</sup> Ru روتنیم <sub>101.1</sub>	<sup>30</sup> Rh روندیم <sub>102.9</sub>
<sup>31</sup> Pd پالادیم <sub>104.4</sub>	<sup>32</sup> Ag نقره <sub>107.9</sub>
<sup>33</sup> Cd کادمیم <sub>112.4</sub>	<sup>34</sup> In اندیم <sub>114.8</sub>
<sup>35</sup> Sn فلز <sub>118.7</sub>	<sup>36</sup> Sb انتیمان <sub>121.8</sub>
<sup>37</sup> Te تلوریم <sub>127.6</sub>	<sup>38</sup> I ید <sub>126.9</sub>
<sup>39</sup> Kr کربنیوتن <sub>83.8</sub>	<sup>40</sup> Xe فرزن <sub>131.3</sub>
<sup>41</sup> Zr زیرکونیم <sub>91.22</sub>	<sup>42</sup> Br بریم <sub>79.9</sub>
<sup>43</sup> Nb نوبیم <sub>92.91</sub>	<sup>44</sup> Ge تریمیم <sub>78.64</sub>
<sup>45</sup> Mo مولیبدن <sub>95.94</sub>	<sup>46</sup> As ارسین <sub>77.92</sub>
<sup>47</sup> Tc تکنسنیم -	<sup>48</sup> Se سلیم <sub>78.96</sub>
<sup>49</sup> Lu لوئیسم <sub>175.0</sub>	<sup>50</sup> In اندیم <sub>114.8</sub>
<sup>51</sup> Hf هافنیم <sub>178.5</sub>	<sup>52</sup> Tl تالام <sub>214.2</sub>
<sup>53</sup> Ta تاالال <sub>184.9</sub>	<sup>54</sup> Pb پرب <sub>212.2</sub>
<sup>55</sup> W تاتگستن <sub>183.8</sub>	<sup>56</sup> Bi بیسبوت <sub>219.0</sub>
<sup>57</sup> Re ریدم <sub>186.2</sub>	<sup>58</sup> Os اسیمیم <sub>190.2</sub>
<sup>59</sup> Ir ایریدیم <sub>192.2</sub>	<sup>60</sup> Pt پالتن <sub>195.1</sub>
<sup>61</sup> Mt ماتنتریم <sub>226</sub>	<sup>62</sup> Au مالا <sub>197.0</sub>
<sup>63</sup> Ds داراشتاتیم <sub>281</sub>	<sup>64</sup> Hg جیوو <sub>200.6</sub>
<sup>65</sup> Rg روگنکم <sub>280</sub>	<sup>66</sup> Cn کوپرنسنیم <sub>277</sub>
<sup>67</sup> Rf رادرفورنیم <sub>267</sub>	<sup>68</sup> Nh نیهونیم <sub>284</sub>
<sup>69</sup> Db دانیم <sub>268</sub>	<sup>70</sup> Fl فلوروم <sub>289</sub>
<sup>71</sup> Sg سیپورگم <sub>271</sub>	<sup>72</sup> Mc مسکوکریم <sub>288</sub>
<sup>73</sup> Bh بوزرم <sub>272</sub>	<sup>74</sup> Lv لیورموریم <sub>297</sub>
<sup>75</sup> Hs هاسیم <sub>277</sub>	<sup>76</sup> Ts تیستین <sub>296</sub>
<sup>77</sup> Fr فرانسیم <sub>223</sub>	<sup>78</sup> Og اوگاسوس <sub>294</sub>
<sup>79</sup> Ra رادیم <sub>226</sub>	<sup>80</sup> ?
	<sup>81</sup> ?
	<sup>82</sup> ?
	<sup>83</sup> ?
	<sup>84</sup> ?
	<sup>85</sup> ?
	<sup>86</sup> ?
	<sup>87</sup> ?
	<sup>88</sup> ?
	<sup>89</sup> ?
	<sup>90</sup> ?
	<sup>91</sup> ?
	<sup>92</sup> ?
	<sup>93</sup> ?
	<sup>94</sup> ?
	<sup>95</sup> ?
	<sup>96</sup> ?
	<sup>97</sup> ?
	<sup>98</sup> ?
	<sup>99</sup> ?
	<sup>100</sup> ?
	<sup>101</sup> ?
	<sup>102</sup> ?
	<sup>103</sup> ?
	<sup>104</sup> ?
	<sup>105</sup> ?
	<sup>106</sup> ?
	<sup>107</sup> ?
	<sup>108</sup> ?
	<sup>109</sup> ?
	<sup>110</sup> ?
	<sup>111</sup> ?
	<sup>112</sup> ?
	<sup>113</sup> ?
	<sup>114</sup> ?
	<sup>115</sup> ?
	<sup>116</sup> ?
	<sup>117</sup> ?
	<sup>118</sup> ?
	<sup>119</sup> ?
	<sup>120</sup> ?
	<sup>121</sup> ?
	<sup>122</sup> ?
	<sup>123</sup> ?
	<sup>124</sup> ?
	<sup>125</sup> ?
	<sup>126</sup> ?
	<sup>127</sup> ?
	<sup>128</sup> ?
	<sup>129</sup> ?
	<sup>130</sup> ?
	<sup>131</sup> ?
	<sup>132</sup> ?
	<sup>133</sup> ?
	<sup>134</sup> ?
	<sup>135</sup> ?
	<sup>136</sup> ?
	<sup>137</sup> ?
	<sup>138</sup> ?
	<sup>139</sup> ?
	<sup>140</sup> ?
	<sup>141</sup> ?
	<sup>142</sup> ?
	<sup>143</sup> ?
	<sup>144</sup> ?
	<sup>145</sup> ?
	<sup>146</sup> ?
	<sup>147</sup> ?
	<sup>148</sup> ?
	<sup>149</sup> ?
	<sup>150</sup> ?
	<sup>151</sup> ?
	<sup>152</sup> ?
	<sup>153</sup> ?
	<sup>154</sup> ?
	<sup>155</sup> ?
	<sup>156</sup> ?
	<sup>157</sup> ?
	<sup>158</sup> ?
	<sup>159</sup> ?
	<sup>160</sup> ?
	<sup>161</sup> ?
	<sup>162</sup> ?
	<sup>163</sup> ?
	<sup>164</sup> ?
	<sup>165</sup> ?
	<sup>166</sup> ?
	<sup>167</sup> ?
	<sup>168</sup> ?
	<sup>169</sup> ?
	<sup>170</sup> ?
	<sup>171</sup> ?
	<sup>172</sup> ?
	<sup>173</sup> ?
	<sup>174</sup> ?
	<sup>175</sup> ?
	<sup>176</sup> ?
	<sup>177</sup> ?
	<sup>178</sup> ?
	<sup>179</sup> ?
	<sup>180</sup> ?
	<sup>181</sup> ?
	<sup>182</sup> ?
	<sup>183</sup> ?
	<sup>184</sup> ?
	<sup>185</sup> ?
	<sup>186</sup> ?
	<sup>187</sup> ?
	<sup>188</sup> ?
	<sup>189</sup> ?
	<sup>190</sup> ?
	<sup>191</sup> ?
	<sup>192</sup> ?
	<sup>193</sup> ?
	<sup>194</sup> ?
	<sup>195</sup> ?
	<sup>196</sup> ?
	<sup>197</sup> ?
	<sup>198</sup> ?
	<sup>199</sup> ?
	<sup>200</sup> ?
	<sup>201</sup> ?
	<sup>202</sup> ?
	<sup>203</sup> ?
	<sup>204</sup> ?
	<sup>205</sup> ?
	<sup>206</sup> ?
	<sup>207</sup> ?
	<sup>208</sup> ?
	<sup>209</sup> ?
	<sup>210</sup> ?
	<sup>211</sup> ?
	<sup>212</sup> ?
	<sup>213</sup> ?
	<sup>214</sup> ?
	<sup>215</sup> ?
	<sup>216</sup> ?
	<sup>217</sup> ?
	<sup>218</sup> ?
	<sup>219</sup> ?
	<sup>220</sup> ?
	<sup>221</sup> ?
	<sup>222</sup> ?
	<sup>223</sup> ?
	<sup>224</sup> ?
	<sup>225</sup> ?
	<sup>226</sup> ?
	<sup>227</sup> ?
	<sup>228</sup> ?
	<sup>229</sup> ?
	<sup>230</sup> ?
	<sup>231</sup> ?
	<sup>232</sup> ?
	<sup>233</sup> ?
	<sup>234</sup> ?
	<sup>235</sup> ?
	<sup>236</sup> ?
	<sup>237</sup> ?
	<sup>238</sup> ?
	<sup>239</sup> ?
	<sup>240</sup> ?
	<sup>241</sup> ?
	<sup>242</sup> ?
	<sup>243</sup> ?
	<sup>244</sup> ?
	<sup>245</sup> ?
	<sup>246</sup> ?
	<sup>247</sup> ?
	<sup>248</sup> ?
	<sup>249</sup> ?
	<sup>250</sup> ?
	<sup>251</sup> ?
	<sup>252</sup> ?
	<sup>253</sup> ?
	<sup>254</sup> ?
	<sup>255</sup> ?
	<sup>256</sup> ?
	<sup>257</sup> ?
	<sup>258</sup> ?
	<sup>259</sup> ?
	<sup>260</sup> ?
	<sup>261</sup> ?
	<sup>262</sup> ?
	<sup>263</sup> ?
	<sup>264</sup> ?
	<sup>265</sup> ?
	<sup>266</sup> ?
	<sup>267</sup> ?
	<sup>268</sup> ?
	<sup>269</sup> ?
	<sup>270</sup> ?
	<sup>271</sup> ?
	<sup>272</sup> ?
	<sup>273</sup> ?
	<sup>274</sup> ?
	<sup>275</sup> ?
	<sup>276</sup> ?
	<sup>277</sup> ?
	<sup>278</sup> ?
	<sup>279</sup> ?
	<sup>280</sup> ?
	<sup>281</sup> ?
	<sup>282</sup> ?
	<sup>283</sup> ?
	<sup>284</sup> ?
	<sup>285</sup> ?
	<sup>286</sup> ?
	<sup>287</sup> ?
	<sup>288</sup> ?
	<sup>289</sup> ?
	<sup>290</sup> ?
	<sup>291</sup> ?
	<sup>292</sup> ?
	<sup>293</sup> ?
	<sup>294</sup> ?
	<sup>295</sup> ?
	<sup>296</sup> ?
	<sup>297</sup> ?
	<sup>298</sup> ?
	<sup>299</sup> ?
	<sup>300</sup> ?
	<sup>301</sup> ?
	<sup>302</sup> ?
	<sup>303</sup> ?
	<sup>304</sup> ?
	<sup>305</sup> ?
	<sup>306</sup> ?
	<sup>307</sup> ?
	<sup>308</sup> ?
	<sup>309</sup> ?
	<sup>310</sup> ?
	<sup>311</sup> ?
	<sup>312</sup> ?
	<sup>313</sup> ?
	<sup>314</sup> ?
	<sup>315</sup> ?
	<sup>316</sup> ?
	<sup>317</sup> ?
	<sup>318</sup> ?
	<sup>319</sup> ?
	<sup>320</sup> ?
	<sup>321</sup> ?
	<sup>322</sup> ?
	<sup>323</sup> ?
	<sup>324</sup> ?
	<sup>325</sup> ?
	<sup>326</sup> ?
	<sup>327</sup> ?
	<sup>328</sup> ?
	<sup>329</sup> ?
	<sup>330</sup> ?
	<sup>331</sup> ?
	<sup>332</sup> ?
	<sup>333</sup> ?
	<sup>334</sup> ?
	<sup>335</sup> ?
	<sup>336</sup> ?
	<sup>337</sup> ?
	<sup>338</sup> ?
	<sup>339</sup> ?
	<sup>340</sup> ?
	<sup>341</sup> ?
	<sup>342</sup> ?
	<sup>343</sup> ?
	<sup>344</sup> ?
	<sup>345</sup> ?
	<sup>346</sup> ?
	<sup>347</sup> ?
	<sup>348</sup> ?
	<sup>349</sup> ?
	<sup>350</sup> ?
	<sup>351</sup> ?
	<sup>352</sup> ?
	<sup>353</sup> ?
	<sup>354</sup> ?
	<sup>355</sup> ?
	<sup>356</sup> ?
	<sup>357</sup> ?
	<sup>358</sup> ?
	<sup>359</sup> ?
	<sup>360</sup> ?
	<sup>361</sup> ?
	<sup>362</sup> ?
	<sup>363</sup> ?
	<sup>364</sup> ?
	<sup>365</sup> ?
	<sup>366</sup> ?
	<sup>367</sup> ?
	<sup>368</sup> ?
	<sup>369</sup> ?
	<sup>370</sup> ?
	<sup>371</sup> ?
	<sup>372</sup> ?
	<sup>373</sup> ?
	<sup>374</sup> ?
	<sup>375</sup> ?
	<sup>376</sup> ?
	<sup>377</sup> ?
	<sup>378</sup> ?
	<sup>379</sup> ?
	<sup>380</sup> ?
	<sup>381</sup> ?
	<sup>382</sup> ?
	<sup>383</sup> ?
	<sup>384</sup> ?
	<sup>385</sup> ?
	<sup>386</sup> ?
	<sup>387</sup> ?
	<sup>388</sup> ?
	<sup>389</sup> ?
	<sup>390</sup> ?
	<sup>391</sup> ?
	<sup>392</sup> ?
	<sup>393</sup> ?
	<sup>394</sup> ?
	<sup>395</sup> ?
	<sup>396</sup> ?
	<sup>397</sup> ?
	<sup>398</sup> ?
	<sup>399</sup> ?
	<sup>400</sup> ?
	<sup>401</sup> ?
	<sup>402</sup> ?
	<sup>403</sup> ?
	<sup>404</sup> ?
	<sup>405</sup> ?
	<sup>406</sup> ?
	<sup>407</sup> ?
	<sup>408</sup> ?
	<sup>409</sup> ?
	<sup>410</sup> ?
	<sup>411</sup> ?
	<sup>412</sup> ?
	<sup>413</sup> ?
	<sup>414</sup> ?
	<sup>415</sup> ?
	<sup>416</sup> ?
	<sup>417</sup> ?
	<sup>418</sup> ?
	<sup>419</sup> ?
	<sup>420</sup> ?
	<sup>421</sup> ?
	<sup>422</sup> ?
	<sup>423</sup> ?
	<sup>424</sup> ?
	<sup>425</sup> ?
	<sup>426</sup> ?
	<sup>427</sup> ?
	<sup>428</sup> ?
	<sup>429</sup> ?
	<sup>430</sup> ?
	<sup>431</sup> ?
	<sup>432</sup> ?
	<sup>433</sup> ?
	<sup>434</sup> ?
	<sup>435</sup> ?
	<sup>436</sup> ?
	<sup>437</sup> ?
	<sup>438</sup> ?
	<sup>439</sup> ?
	<sup>440</sup> ?
	<sup>441</sup> ?
	<sup>442</sup> ?
	<sup>443</sup> ?
	<sup>444</sup> ?
	<sup>445</sup> ?
	<sup>446</sup> ?
	<sup>447</sup> ?
	<sup>448</sup> ?
	<sup>449</sup> ?
	<sup>450</sup> ?
	<sup>451</sup> ?
	<sup>452</sup> ?
	<sup>453</sup> ?
	<sup>454</sup> ?
	<sup>455</sup> ?
	<sup>456</sup> ?
	<sup>457</sup> ?
	<sup>458</sup> ?
	<sup>459</sup> ?
	<sup>460</sup> ?
	<sup>461</sup> ?
	<sup>462</sup> ?
	<sup>463</sup> ?
	<sup>464</sup> ?
	<sup>465</sup> ?
	<sup>466</sup> ?
	<sup>467</sup> ?
	<sup>468</sup> ?
	<sup>469</sup> ?
	<sup>470</sup> ?
	<sup>471</sup> ?
	<sup>472</sup> ?
	<sup>473</sup> ?
	<sup>474</sup> ?
	<sup>475</sup> ?
	<sup>476</sup> ?
	<sup>477</sup> ?
	<sup>478</sup> ?
	<sup>479</sup> ?
	<sup>480</sup> ?
	<sup>481</sup> ?
	<sup>482</sup> ?
	<sup>483</sup> ?
	<sup>484</sup> ?
	<sup>485</sup> ?
	<sup>486</sup> ?
	<sup>487</sup> ?
	<sup>488</sup> ?
	<sup>489</sup> ?
	<sup>490</sup> ?
	<sup>491</sup> ?
	<sup>492</sup> ?
	<sup>493</sup> ?
	<sup>494</sup> ?
	<sup>495</sup> ?
	<sup>496</sup> ?
	<sup>497</sup> ?
	<sup>498</sup> ?
	<sup>499</sup> ?
	<sup>500</sup> ?
	<sup>501</sup> ?
	<sup>502</sup> ?
	<sup>503</sup> ?
	<sup>504</sup> ?
	<sup>505</sup> ?
	<sup>506</sup> ?
	<sup>507</sup> ?
	<sup>508</sup> ?
	<sup>509</sup> ?
	<sup>510</sup> ?
	<sup>511</sup> ?
	<sup>512</sup>



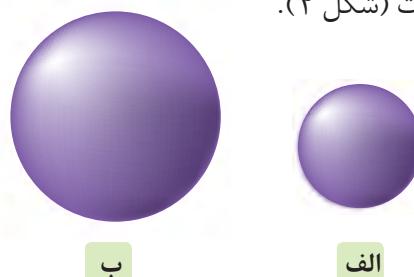
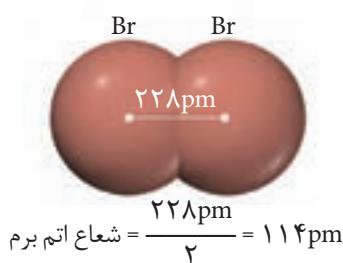
جدول پیشنهادی شارل رانت (۱۸۴۹-۱۹۳۲ میلادی) با مدل کوانتمی همخوانی داشت. در دوره‌ی جدید این جدول، زیر لایه g به عنوان زیر لایه پنجم پس از زیر لایه‌های s، p، d و f پر می‌شود.

<sup>۵۷</sup> La لانتان ۱۲۸,۹۰	<sup>۵۸</sup> Ce سریم ۱۴۰,۱۰	<sup>۵۹</sup> Pr بریستوکسیم ۱۴۰,۹۰	<sup>۶۰</sup> Nd نئوندیم ۱۴۴,۷۰	<sup>۶۱</sup> Pm برومتیم [۱۴۵]	<sup>۶۲</sup> Sm ساماریم ۱۵۰,۴۰	<sup>۶۳</sup> Eu اوربیم ۱۵۲,۰۰	<sup>۶۴</sup> Gd گالودیشم ۱۵۷,۳۰	<sup>۶۵</sup> Tb تریم ۱۵۸,۹۰	<sup>۶۶</sup> Dy دیسپروزیم ۱۶۲,۵۰	<sup>۶۷</sup> Ho هویم ۱۶۴,۹۰	<sup>۶۸</sup> Er اریم ۱۶۷,۳۰	<sup>۶۹</sup> Tm تویم ۱۶۸,۹۰	<sup>۷۰</sup> Yb انتریم ۱۷۳,۰۰
<sup>۸۹</sup> Ac اکتینیم [۱۲۷]	<sup>۹۰</sup> Th توریم ۲۲۰,۰۰	<sup>۹۱</sup> Pa پروتونکتینیم ۲۲۱,۰۰	<sup>۹۲</sup> U اورانیم ۲۲۸,۰۰	<sup>۹۳</sup> Np نیوتینیم [۱۲۷]	<sup>۹۴</sup> Pu پلوتونیم [۲۲۹]	<sup>۹۵</sup> Am امریم [۲۲۲]	<sup>۹۶</sup> Cm کورم [۲۲۷]	<sup>۹۷</sup> Bk بر کلم [۲۲۷]	<sup>۹۸</sup> Cf کالافریم [۱۲۱]	<sup>۹۹</sup> Es اندیشتنیم [۲۵۲]	<sup>۱۰۰</sup> Fm فریم [۲۵۷]	<sup>۱۰۱</sup> Md مندیم [۲۵۸]	<sup>۱۰۲</sup> No نوبلیم [۱۲۵]



چکش خواری، شکل پذیری (مانند قابلیت ورقه و مفتول شدن) و... است. در حالی که رفتار شیمیایی فلزها به میزان توانایی اتم آنها به از دست دادن الکترون وابسته است. هر چه اتم فلزی در شرایط معین آسان‌تر الکترون از دست بدهد، خصلت فلزی بیشتری دارد و **فعالیت شیمیایی**<sup>۱</sup> آن بیشتر است.

روندهای تناوبی در جدول بر اساس کمیت‌های وابسته به اتم قابل توضیح است. یکی از این کمیت‌ها، شعاع اتمی است. در شیمی دهم آموختید که مطابق مدل کوانتمی، اتم را مانند کره‌ای در نظر می‌گیرند که الکترون‌ها پیرامون هسته و در لایه‌های الکترونی در حال حرکت‌اند. بنابراین می‌توان برای هر اتم شعاعی در نظر گرفت و آن را اندازه‌گیری کرد. بدیهی است که شعاع اتم‌های مختلف، یکسان نیست و هرچه شعاع یک اتم بزرگ‌تر باشد، اندازه آن نیز بزرگ‌تر است (شکل ۴).



شکل ۴- مقایسه نسبی شعاع اتمی لیتیم (الف) و پتاسیم (ب).

آیا میان شعاع اتم‌ها و خصلت فلزی یا نافلزی آنها رابطه‌ای هست؟ اکنون با انجام دادن فعالیت زیر به رابطه بین خصلت فلزی و نافلزی با شعاع اتم پی می‌برید.

## آیا می‌دانید

### با هم بیندیشیم

- ۱- با توجه به جایگاه عنصرهای لیتیم، سدیم و پتاسیم (فلزهای قلیایی) در جدول دوره‌ای، پیش‌بینی کنید در واکنش با گاز کلر، اتم‌های کدامیک آسان‌تر الکترون از دست خواهد داد؟ چرا؟
- ۲- تصویر زیر واکنش این فلزها با گاز کلر را در شرایط یکسان نشان می‌دهد. آیا داده‌های این تصویر پیش‌بینی شما را تأیید می‌کند؟ (راهنمایی: هرچه ماده‌ای سریع‌تر و شدیدتر واکنش بدهد، فعالیت شیمیایی بیشتری دارد).



الف) لیتیم

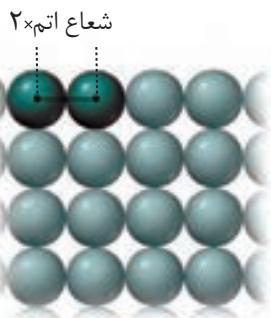


ب) سدیم



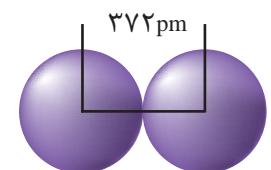
پ) پتاسیم

- ۳- به نظر شما آیا جمله «هرچه شعاع اتمی یک فلز بزرگ‌تر باشد، آسان‌تر الکترون از دست می‌دهد» درست است؟ چرا؟



برای نمونه شعاع اتم سدیم برابر با  $۱۸۶\text{ pm}$  است.

- ۴- جدول زیر را کامل کنید و توضیح دهید بین شمار لایه‌های الکترونی با شعاع اتم چه رابطه‌ای وجود دارد.



$$1\text{ pm} = 10^{-12}\text{ m}$$

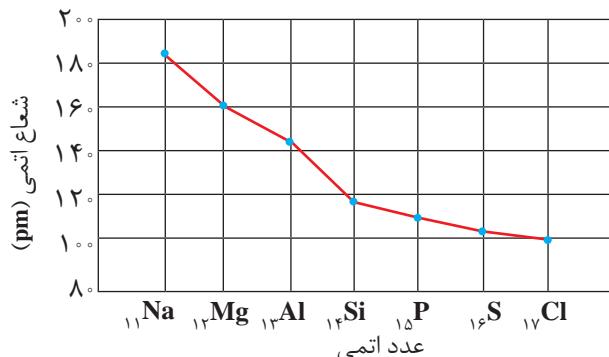
تولیدنور، آزادسازی گرما، تشکیل رسوب و خروج گاز نشانه‌هایی از تغییر شیمیایی هستند. هرچه شدت نور یا آهنگ خروج گاز آزاد شده بیشتر باشد، واکنش شیمیایی سریع‌تر و شدیدتر بوده و واکنش دهنده فعالیت شیمیایی بیشتری دارد.

نماد شیمیایی عنصر	$^2\text{Li}$	$^{11}\text{Na}$	$^{19}\text{K}$
آرایش الکترونی فشرده			
نماد آخرين زيرلايه			
تعداد لایه‌های الکترونی در اتم			
شعاع اتمی (pm)	۱۵۲	۱۸۶	۲۳۱

- ۵- با توجه به جدول زیر، پیش‌بینی کنید اتم کدامیک از فلزهای گروه دوم جدول دوره‌ای در واکنش با نافلزها، آسان‌تر به کاتیون  $\text{M}^{2+}$  تبدیل می‌شود. چرا؟

نام و نماد شیمیایی فلز	$\text{Mg}$ (منیزیم)	$\text{Ca}$ (کلسیم)	$\text{Sr}$ (استرانسیم)
شعاع اتمی (pm)	۱۶۰	۱۹۷	۲۱۵

یک دیگر از روندهای تناوبی، روند تغییر شعاع اتمی عنصرهای جدول دوره‌ای است. در یک گروه، از بالا به پایین شعاع اتمی افزایش می‌یابد، زیرا تعداد لایه‌های الکترونی بیشتر می‌شود. در حالی که در یک دوره، شعاع اتمی عنصرها از چپ به راست کاهش می‌یابد؛ زیرا در یک دوره، تعداد لایه‌های الکترونی ثابت می‌ماند در حالی که تعداد پروتون‌های هسته افزایش می‌یابد. با افزایش تعداد پروتون‌ها، نیروی جاذبه‌ای که هسته به الکترون‌ها وارد می‌کند افزایش یافته و بدین ترتیب شعاع اتم کاهش می‌یابد (نمودار ۱).



نمودار ۱- تغییر شعاع اتمی در دوره سوم جدول دوره‌ای

نافلزها در واکنش‌های شیمیایی برخلاف فلزها تمایل دارند با گرفتن الکترون به آنیون تبدیل شوند. برای مثال نافلزهای گروه ۱۷ (هالوژن‌ها) با گرفتن یک الکترون به آنیون با یک بار منفی (یون هالید<sup>۱</sup>) تبدیل می‌شوند.

## خود را بیازمایید

الف) جدول زیر را کامل کنید.



نماد شیمیایی عنصر	<sub>۹</sub> F	<sub>۱۷</sub> Cl	<sub>۲۵</sub> Br
آرایش الکترونی فشرده			
نماد آخرین زیرلایه			
تعداد لایه‌های الکترونی در اتم			
شعاع اتمی (pm)	۷۱	۹۹	۱۱۴

ب) پیش‌بینی کنید در شرایط یکسان کدام هالوژن واکنش پذیرتر است. چرا؟

در تولید لامپ چراغ‌های جلوی خودروها، از هالوژن‌ها استفاده می‌شود.

پ) در جدول زیر شرایط واکنش این نافلزها با گاز هیدروژن نشان داده شده است. با توجه به آن، مشخص کنید آیا پیش‌بینی شما درست است.

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



شکل ۵-الف) جلای نقره‌ای فلز سدیم در مجاورت هوا به سرعت از بین می‌رود و سطح آن کدر می‌شود.



شکل ۵-ب) در معماری اسلامی، گنبد و گلدسته شماری از اماکن مقدس را با ورقه‌های نازکی از طلا تزیین می‌کنند.



گردنبند ساخته شده از سنگ فیروزه



نمونه‌ای از شیشه‌های باستانی

اگرچه همه فلزها در حالت‌های کلی رفتارهای مشابهی دارند، اما تفاوت‌های قابل توجهی میان آنها وجود دارد، به‌طوری که هر فلز رفتارهای ویژه خود را دارد. برای نمونه، فلز سدیم نرم است و با چاقو برشیده شده و به سرعت در هوا تیره می‌شود اما آهن فلزی محکم است و از آن برای ساخت در و پنجره فلزی استفاده می‌شود. این فلز با اکسیژن در هوای مرطوب به کندی واکنش می‌دهد و به زنگ آهن تبدیل می‌شود. این در حالی است که طلا در گذر زمان جلای فلزی خود را حفظ می‌کند و همچنان خوش‌رنگ و درخشان باقی می‌ماند (شکل ۵).

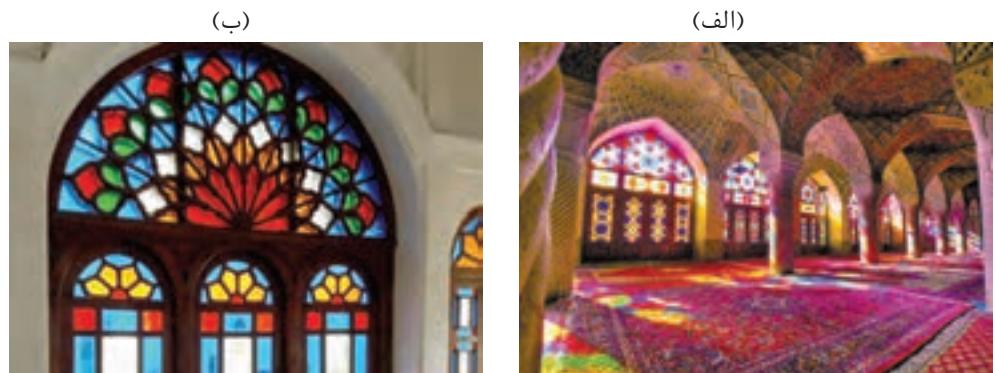
فلزهای دستهٔ نیز رفتاری شبیه فلزهای دستهٔ p دارند. آنها نیز رسانای جریان الکتریکی و گرما هستند، چکش خوارند و قابلیت ورقه شدن دارند. با وجود این، هر یک از این فلزها نیز رفتارهای ویژه‌ای دارند که در ادامه با برخی از آنها آشنا می‌شویم.

## دنيايي رنگي با عنصرهای دستهٔ d

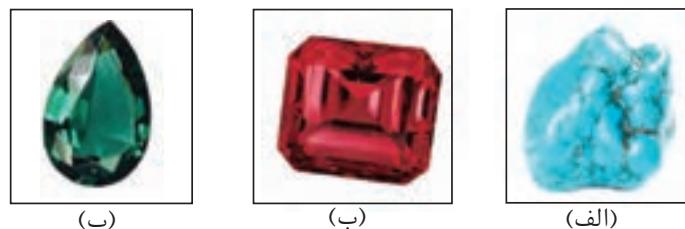
یکی از اصیل‌ترین و ارزنده‌ترین صنایع دستی کشورمان شیشه‌گری است، صنعتی که پشتوانه و سابقه‌ای دیرینه دارد. گردنبندی با دانه‌های شیشه‌ای آبی رنگ متعلق به هزاران سال پیش که در ناحیه شمال غربی ایران کشف شده و قطعات شیشه‌ای مایل به سبزی که طی کاوشهای باستان‌شناسی در لرستان و شوش به دست آمده است، نشان از وجود این صنعت در روزگاران بسیار دور دارد. شیشه‌های رنگی و طرح‌دار در معماری پر نقش و نگار ایرانی بخشی از فرهنگ غنی ما است؛ پنجره‌هایی که در مساجد و خانه‌های تاریخی ایران به فراوانی دیده می‌شوند و هنگامی که خورشید بر آنها می‌تابد، نقشی از طرح و رنگ‌های خیره‌کننده در فضا پدیدار می‌شود (شکل ۶).

● فلزهای دسته‌های د، به فلزهای واسطه معروف‌اند در حالی که فلزهای دسته س و پ به فلزهای اصلی شهرت دارند.

● بررسی آرایش الکترونی و رفتار عناصرهای با عدد اتمی بالاتر از ۳۶ جزو اهداف این کتاب نیست و طرح هرگونه پرسش از این بخش در آزمون‌های پایانی، نهایی و آزمون سراسری (کنکور) ممنوع است.



شکل ۶- (الف) مسجد نصیرالملک شیراز یکی از زیباترین مساجد ایران است. عبور نور از میان شیشه‌های رنگی این مسجد در هنگام صبح، زیبایی خاصی به آن می‌بخشد. ب) نمایی از یک خانه قدیمی در کاشان. یکی از هدایای زمینی، سنگ‌های گران‌بهای آن است که به‌دلیل رنگ‌های گوناگون و زیبایی خود، کاربرد گسترده‌ای در جواهرسازی دارند. شاید از خودتان پرسیده باشید که این تنوع و زیبایی رنگ‌ها در شیشه به دلیل وجود چه موادی است؟ چه چیزی سبب سرخی یاقوت<sup>۱</sup> شده است؟ چرا زمرد سبز رنگ است؟ رنگ زیبای سنگ فیروزه به چه دلیل است؟ در پاسخی ساده می‌توان گفت که این رنگ‌های زیبا، نشانی از وجود برخی ترکیب‌های فلزهای واسطه است (شکل ۷).



شکل ۷- (الف) فیروزه، (ب) یاقوت سرخ و (پ) زمرد

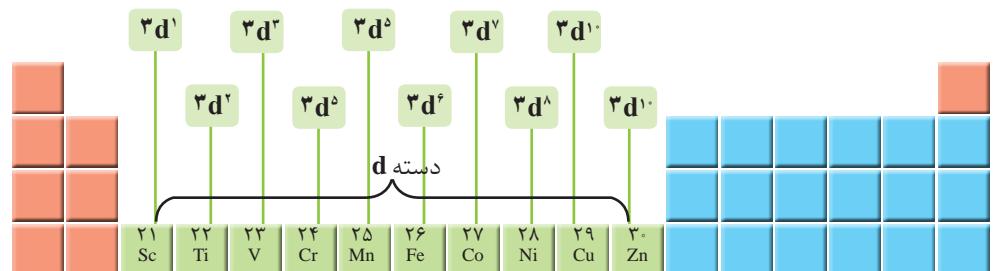
## آیا می‌دانید

یاقوت همان آلومینیم اکسید است که در ساختار آن برخی از یون‌های آلومینیم با یون‌های  $\text{Cr}^{3+}$  جایگزین شده و رنگ سرخ زیبای یاقوت را ایجاد کرده است.



با عبور نور سفید از یک یاقوت، طول موج‌های بلندتر آن یعنی رنگ سرخ بازتاب می‌شود.

فلزهای دسته‌های از عناصرهای جدول دوره‌ای هستند که زیر لایه د اتم آنها در حال پر شدن است. در شکل زیر نخستین سری از این فلزها که در دوره چهارم جدول جای دارند، نشان داده شده است.

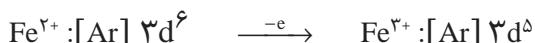
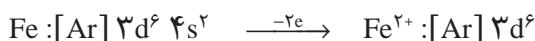


اغلب این فلزها در طبیعت به شکل ترکیب‌های یونی همچون اکسیدها، کربنات‌ها و... یافت می‌شوند. برای نمونه آهن، دو اکسید طبیعی با فرمول‌های  $\text{FeO}$  و  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  دارد. در این

## آیا می‌دانید

یون‌های فلزهای واسطه اغلب رنگی هستند

اکسیدها، کدام کاتیون‌های آهن وجود دارد؟ به نظر شما اتم آهن برای تشکیل این کاتیون‌ها، کدام الکترون‌های خود را از دست داده است؟ فلزهای دسته ۴ نیز به هنگام تشکیل کاتیون، الکترون‌های بیرونی ترین زیر لایه خود را از دست می‌دهند. پس آرایش یون‌های  $\text{Fe}^{2+}$  و  $\text{Fe}^{3+}$  به صورت زیر خواهد بود:



کروم (III)  
 $\text{Cr}^{3+}$

نیکل (II)  
 $\text{Ni}^{2+}$



کمال (II)  
 $\text{Co}^{2+}$

آهن (II)  
 $\text{Fe}^{2+}$



منگنز (II)  
 $\text{Mn}^{2+}$

مس (II)  
 $\text{Cu}^{2+}$

## خود را بیازمایید

- ۱- اسکاندیم ( $\text{Sc}_{21}$ )، نخستین فلز واسطه در جدول دوره‌ای است که در وسایل خانه مانند تلویزیون رنگی و برخی شیشه‌ها وجود دارد.  
الف) آرایش الکترونی اتم آن را بنویسید.
- ب) کاتیون این فلز در ترکیب‌هایش، سه بار مثبت دارد. آرایش الکترونی فشرده کاتیون اسکاندیم رارسم کنید.

## ۲- جدول زیر را کامل کنید.

نماد فلز / یون	آرایش الکترونی	نماد فلز / یون	آرایش الکترونی
$\text{V}_{23}$	$[\text{Ar}] 3d^3 4s^2$	$\text{Cr}_{24}$	.....
$\text{V}^{2+}$	.....	$\text{Cr}^{3+}$	$[\text{Ar}] 3d^f$
$\text{V}^{3+}$	.....	$\text{Cr}^{3+}$	.....

### آیا می‌دانید

در معدن طلای زرشوران، میزان طلا حدود ۴ ppm است. به دیگر سخن در هر تن خاک این معدن، حدود ۴ گرم طلا وجود دارد. در مجتمع طلای موته اصفهان نیز سالانه حدود ۳۰۰ کیلوگرم طلا استخراج می‌شود.

هر کجا که هستید به اطراف خود نگاهی بیندازید، آیا جسم یا وسیله‌ای می‌بینید که از جنس طلا باشد یا در ساختن آن از طلا استفاده شده باشد؟ شاید به دنبال زیورآلاتی مانند گردن‌بند، انگشت‌تر، دستبند، گنبدهای طلایی یا مواردی مشابه می‌گردید. آیا فلز طلا را می‌توان در وسایل دیگر نیز یافت؟ طلا فلزی ارزشمند و گران‌بها است که افزون بر ویژگی‌های مشترک فلزها، ویژگی‌های منحصر به‌فردی نیز دارد. فلز طلا به اندازه‌ای چکش‌خوار و نرم است که چند گرم از آن را می‌توان با چکش کاری به صفحه‌ای با مساحت چند متر مربع تبدیل کرد.



● «طلای پاک» است چه منتش به خاک است؟ یک ضرب المثل ایرانی است اما یک مفهوم شیمیایی را بیان می‌کند. در مورد آن گفت‌وگو کنید.

### آیا می‌دانید

سالانه در حدود ۴۰۰۰ تن طلا در جهان برای استفاده‌های گوناگون مانند موارد زیر، استخراج و تولید می‌شود.

زیورآلات و جواهرات  
۲۳۹۸/۷ تن

الکترونیک  
۳۱۰/۶ تن

پشتونه ارزی  
۲۵۳/۳ تن

صنایع دیگر  
۷۵ تن

دندان‌پزشکی  
۵۷/۳ تن



شکل ۸- برخی کاربردهای طلا

به همین دلیل ساخت برگه‌ها و رشته سیم‌های بسیار نازک (نخ طلا) به راحتی امکان‌پذیر است. رسانایی الکتریکی بالای طلا و حفظ این رسانایی در شرایط دمایی گوناگون، همچنین واکنش ندادن آن با گازهای موجود در هوایکره و مواد موجود در بدن انسان همراه با بازتاب زیاد پرتوهای خورشیدی از جمله ویژگی‌های خاص طلاست که سبب شده کاربردهای این فلز گسترش یافته و تقاضای جهانی آن روزبه‌روز افزایش یابد (شکل ۸).

هر چند طلا در طبیعت به شکل فلزی و عنصری خود نیز یافت می‌شود، 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 می‌شود. برای نمونه، در تولید مقدار طلای مورد نیاز برای ساخت یک عدد حلقة عروسی حدود سه تن پسماند ایجاد می‌شود. از این‌رو استخراج طلا همانند دیگر فعالیت‌های صنعتی آثار زیان‌بار زیست محیطی بر جای می‌گذارد. امید است که در پیوند صنعت با دانشگاه و انجام پژوهش‌های مناسب، راههایی برای استخراج فلزها پیدا شود که ضمن بهره‌برداری از منابع، منجر به کاهش ردپای محیط‌زیستی شده و هماهنگ با توسعه پایدار باشد. مجتمع طلای موته در اصفهان و زرشوران در آذربایجان غربی از منابع استخراج طلا در ایران هستند.

## آیا می‌دانید

یافته‌ها نشان می‌دهد که اغلب عنصرها در طبیعت به شکل ترکیب یافت می‌شوند، هرچند برخی نافلزها مانند اکسیژن، نیتروژن، گوگرد و... به شکل آزاد در طبیعت وجود دارند و وجود نمونه‌هایی از فلزهای نقره، مس، پلاتین نیز در طبیعت گزارش شده است. البته در میان فلزها، تنها طلا به شکل کلوخه‌ها یا رگه‌های زرد لابه‌لای خاک یافت می‌شود (شکل ۹).

بیشتر فلزها به شکل سولفید یا اکسید در طبیعت وجود دارند.



## آیا می‌دانید

سالانه مقدار قابل توجهی فلز در سطح دنیا تولید و مصرف می‌شود. جدول زیر مقدار مصرف سالانه چند فلز را نشان می‌دهد.

شکل ۹- نمونه‌هایی از کانی‌ها (کلسیم کربنات، سدیم کلرید، منگنز (II) کربنات، گوگرد). فرمول شیمیایی هر یک از این مواد را بنویسید.

در دنیای مدرن و صنعتی امروزی، از فلزهای بسیار زیادی استفاده می‌شود آن‌چنان که چرخ‌های اقتصادی کشورها به تولید و مصرف این مواد گره خورده است (شکل ۱۰).

جدول ۱- مصرف سالانه برخی فلزها در جهان



شکل ۱۰- کاربرد فلزهای گوناگون در زندگی

آهن فلزی است که در سطح جهان بیشترین مصرف سالانه را در بین صنایع گوناگون دارد (جدول ۱). در کشور ما نیز مصرف آهن بسیار زیاد است. همان‌طور که می‌دانید آهن اغلب در طبیعت به شکل اکسید یافت می‌شود. اکنون این پرسش مطرح می‌شود که چگونه می‌توان وجود آهن را در سنگ معدن شناسایی و به چه روشی می‌توان آن را استخراج کرد؟ شیمی‌دان‌ها با بررسی دقیق مواد، رفتار آنها را می‌شناسند تا پاسخ این‌گونه پرسش‌ها را بیابند. یکی از حوزه‌های پرکاربرد و اقتصادی علم شیمی، یافتن راه‌های گوناگون و مناسب برای استخراج و تولید عنصرها از طبیعت است.

نام فلز	مقدار مصرف (تن)
آهن	۷۴۰۰۰۰۰۰
آلومینیم	۴۰۰۰۰۰۰۰
منیزیم	۲۲۰۰۰۰۰۰
مس و کروم	۸۰۰۰۰۰۰

## ۱ کاوش کنید

### آیا می‌دانید

شیمی تجزیه

(Analytical Chemistry)

شاخه‌ای از دانش شیمی است که به مطالعه روش‌های شناسایی، جداسازی و بررسی کمی و کیفی اجزای یک ماده می‌پردازد. شیمی تجزیه‌دان‌ها با استفاده از دانش خود و به کارگیری دستگاه‌ها، رایانه و علم آمار مسائل گوناگون صنعتی و علمی را حل می‌کنند. برای نمونه کنترل کیفی و سلامت آب، دارو، غذا و اندازه‌گیری اجزای یک نمونه خون مثال‌هایی از قلمرو این رشته است.



چگونه می‌توان فلز موجود در یک نمونه را شناسایی کرد؟

وسایل و مواد مورد نیاز: آهن (II) کلرید، آهن (III) کلرید، آب مقطر، سدیم هیدروکسید، محلول هیدروکلریک اسید، لوله آزمایش، قطره چکان، قاشقک.

### آزمایش ۱

الف) سه لوله آزمایش بردارید و آنها را شماره گذاری کنید.

ب) مقدار کمی از آهن (II) کلرید را با قاشقک بردارید و در لوله آزمایش شماره «۱» بریزید.

سپس درون آن تا نیمه آب مقطر بریزید و آن را تکان دهید تا محلول شفافی به دست آید.

پ) مقدار کمی از سدیم هیدروکسید را با قاشقک بردارید و در لوله آزمایش شماره «۲» بریزید. سپس درون آن تا نیمه آب بریزید و آن را تکان دهید تا محلول شفافی به دست آید.

ت) با استفاده از قطره چکان در لوله آزمایش شماره «۳» در حدود یک میلی لیتر از محلول آهن (II) کلرید را بریزید و به آن قطره قطره محلول سدیم هیدروکسید بیفزایید.

ث) چه مشاهده‌های کنید؟ مشاهده‌های خود را بنویسید.

ج) در این واکنش، آهن (II) هیدروکسید و سدیم کلرید تشکیل می‌شود. معادله نمادی واکنش انجام شده را بنویسید و موازنہ کنید.

چ) از این آزمایش چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

### آزمایش ۲

الف) در آزمایش ۱ به جای آهن (II) کلرید، آهن (III) کلرید بردارید و آزمایش را تکرار کنید.



• تولید رسوب آهن (III) هیدروکسید

ب) مشاهده‌های خود را بنویسید.

پ) با توجه به اینکه فراورده‌های این واکنش آهن (III) هیدروکسید و سدیم کلرید است، معادله نمادی واکنش شیمیایی انجام شده را بنویسید و موازنہ کنید.

ت) از این آزمایش چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

### آزمایش ۳

الف) یک میخ زنگ زده یا یک وسیله آهنی زنگ زده را بردارید و زنگ آهن سطح آن را با قاشقک خراش بدھید و جمع آوری کنید.

ب) زنگ آهن جمع آوری شده را در یک لوله آزمایش بریزید و قطره قطره محلول هیدروکلریک اسید به آن بیفزایید. این عمل را تا جایی ادامه دهید که همه زنگ آهن حل شود.

پ) قطره قطره محلول سدیم هیدروکسید به لوله بیفزایید، این عمل را تا جایی ادامه دهید

واکنش پذیری، تمایل یک فلز را برای انجام واکنش شیمیایی نشان می‌دهد. هرچه فلز واکنش پذیرتر باشد، تمایل آن برای انجام واکنش بیشتر است.

## ۲ کاوش کنید

درباره اینکه «کدام فلز واکنش پذیرتر است؟» کاوش کنید.

مواد و وسایل: میخ آهنی، مس (II) سولفات، آب مقطر، استوانه مدرج.

- ۱- درون بشری تایک سوم حجم آن آب بریزید و نصف قاشق چای خوری مس (II) سولفات به آن بیفزایید و آن را هم بزنید تا محلول آبی رنگ به دست آید.
- ۲- دو عدد میخ آهنی درون بشر بیندازید و مدتی صبر کنید.
- ۳- مشاهده های خود را بنویسید.
- ۴- اگر فراورده های واکنش انجام شده، فلز مس و محلول آهن (II) سولفات باشند، معادله نمادی واکنش را بنویسید.

## آیا می دانید

فلزهای سدیم و پتاسیم در حدود ۲۰۰ سال پیش شناسایی شده است در حالی که استفاده از فلز روی به حدود ۱۵۰ سال پیش و فلزهای مس و طلا به چند هزار سال پیش بر می گردد.

## آیا می دانید

شیمی معدنی

(Inorganic Chemistry)

شاخه ای از دانش شیمی است که ویژگی ها و رفتار ترکیب های معدنی شامل فلزهای، مواد معدنی، ترکیب های آلی فلزی را بررسی می کند. به عبارت دیگر این بخش از دانش شیمی، به تحلیل و تفسیر خواص و واکنش های عنصرها و ترکیب های آنها به جز ترکیب های کربن می پردازد.

## با هم بیندیشیم

در جدول زیر واکنش پذیری سه گروه از فلزها با هم مقایسه شده است. با توجه به آن، به پرسش های مطرح شده پاسخ دهید.

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

الف) در شرایط یکسان کدام فلزها برای تبدیل شدن به کاتیون تمایل بیشتری دارند؟

ب) در شرایط یکسان کدام فلز در هوای مرطوب، سریع تر واکنش می دهد؟

Ag\_3 Na\_2 Zn\_1

پ) تأمین شرایط نگه داری کدام فلزها دشوار تر است؟ چرا؟

ت) درباره درستی جمله زیر نخست گفت و گو نموده سپس بر اساس آن مشخص کنید کدام

واکنش انجام می‌شود. چرا؟

«به طور کلی در هر واکنش شیمیایی که به طور طبیعی انجام می‌شود، واکنش پذیری فراورده‌ها از واکنش دهنده‌ها کمتر است».

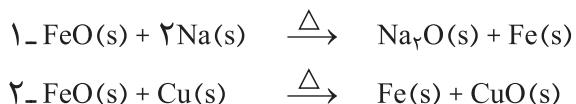
در شرکت فولاد مبارکه اصفهان، سالانه در حدود ۸ میلیون تن آهن به شکل‌های گوناگون تولید می‌شود. فرایند صنعتی استخراج آهن در کوره بلند انجام می‌شود.



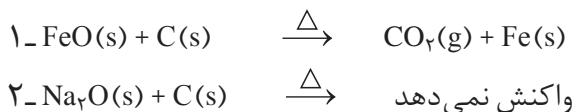
● مهارت انسان در استفاده از فلز آهن، عمری بیش از ۳۰۰۰ سال دارد. با این حال، گسترش کاربرد آن به قرن ۱۴ باز می‌گردد، زمانی که کوره‌های ذوب گسترش پیدا کردند.

## آیا می‌دانید

معدن سنگ‌آهن چادرملو که در حال حاضر بزرگ‌ترین تولیدکننده کنسانتره سنگ‌آهن در کشور است با ذخیره قابل استخراج به مقدار ۳۲۰ میلیون تن در قلب کویر مرکزی ایران و در ۱۸۰ کیلومتری شمال شرقی شهرستان یزد واقع شده است.



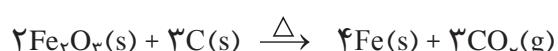
ث) در هر یک از واکنش‌های زیر، واکنش‌پذیری مواد واکنش‌دهنده را با مواد فراورده مقایسه کنید.



واکنش‌پذیری هر عنصر به معنای تمایل آن به انجام واکنش شیمیایی است. هرچه واکنش‌پذیری اتم‌های عنصری بیشتر باشد، در شرایط یکسان تمایل آن برای تبدیل شدن به ترکیب بیشتر است. هرچه فلز فعال تر باشد، میل بیشتری به ایجاد ترکیب دارد و ترکیب‌هایش پایدارتر از خودش است. بدیگر سخن هرچه واکنش‌پذیری فلزی بیشتر باشد، استخراج آن فلز دشوارتر است.

فلزها از جمله هدایای زمینی هستند که اغلب در طبیعت به شکل سنگ معدن یافت می‌شوند. در کشور ما فولاد مبارکه، مس سرچشمه، آلومینیم ارak و منیزیم خراسان از جمله مجموعه‌های صنعتی هستند که برای استخراج فلزها بنا شده‌اند.

اکنون می‌خواهیم بررسی کنیم چگونه می‌توان فلز Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> را از Fe استخراج کرد. برای انجام این کار می‌توان از واکنش Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> با فلز سدیم یا عنصر کربن بھر برد. از آنجا که دسترسی به کربن آسان‌تر است و صرفه اقتصادی بیشتری دارد، در فولاد مبارکه مانند همه شرکت‌های فولاد جهان، برای استخراج آهن از کربن استفاده می‌شود. معادله واکنشی که منجر به تولید آهن می‌شود، به صورت زیر است:



در شیمی دهم با روش محاسبه مقدار فراورده از مقدار مشخصی واکنش‌دهنده آشنا شدید. بر اساس همان روابط می‌توان حساب کرد که به ازای مصرف مقدار معینی Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> تولید چه مقدار فلز آهن انتظار می‌رود.

## نمونه حل شده

با توجه به معادله واکنش صفحه پیش و با مراجعه به جدول دوره‌ای حساب کنید، از واکنش یک تن  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  با مقدار کافی از کربن، انتظار می‌رود چند تن آهن تولید شود.

پاسخ:

$$\begin{aligned} \text{? ton Fe} &= 1 \text{ ton } \text{Fe}_2\text{O}_3 \times \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ ton}} \times \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \times \frac{1 \text{ mol } \text{Fe}_2\text{O}_3}{160 \text{ g } \text{Fe}_2\text{O}_3} \times \frac{4 \text{ mol Fe}}{2 \text{ mol } \text{Fe}_2\text{O}_3} \times \\ &\quad \frac{56 \text{ g Fe}}{1 \text{ mol Fe}} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} \times \frac{1 \text{ ton}}{1000 \text{ kg}} = 0.7 \text{ ton Fe} \end{aligned}$$

### خود را بیازمایید

مطابق واکنش بالا، از واکنش ۴۰ گرم آهن (III) اکسید با مقدار کافی کربن، انتظار می‌رود چند گرم آهن به دست آید؟

### دنیای واقعی واکنش‌ها

دانشجویی در آزمایشگاه، واکنش زیر را سه بار در شرایط ایمن انجام داده است. او هر بار ۴۰ گرم آهن (III) اکسید را با مقدار کافی کربن در شرایط مناسب وارد واکنش نموده است. جدول زیر نتایج آزمایش‌های او را نشان می‌دهد:

شماره آزمایش	جرم واکنش دهنده، $\text{Fe}_2\text{O}_3$ (گرم)	جرم فراورده‌ای که دانشجو به دست آورده است (گرم)
۱	۴۰	۱۹/۵
۲	۴۰	۱۹/۶
۳	۴۰	۱۹/۷

این در حالی است که بر اساس محاسبه، انتظار می‌رفت ۲۸ گرم فراورده (فلز آهن) تولید شود. اما هر بار جرمی که این دانشجو به دست آورده از جرم مورد انتظار کمتر است. به دیگر سخن مقدار عملی واکنش (۱۹/۶ گرم فلز آهن) از مقدار نظری واکنش ۲۸ گرم فلز آهن) کوچک‌تر است. برای توضیح این مسئله، می‌توان چنین بیان کرد که آهن (III) اکسید ناخالص است. شاید همه آن نیز وارد واکنش نشده یا دانشجو نتوانسته است همه آهن تولید شده را جداسازی و جمع آوری کند. آزمایش‌هایی از این دست بسیارند و نشان می‌دهند که باید شیمی‌دان‌ها روشنی برای بیان میزان خلوص مواد واکش‌دهنده، میزان کارایی و بازدهٔ هر واکنش را پیدا کنند تا بتوانند محاسبه‌های کمی را دقیق و درست انجام دهند.

اگر ۶۵ درصد از نوعی کیک را آرد تشکیل دهد، به این معناست که هر ۱۰۰ گرم کیک شامل ۶۵ گرم آرد و ۳۵ گرم از مواد دیگر است. با توجه به این مفهوم، پاسخ پرسش‌های زیر را بیابید.

۱- الف) آهن در طبیعت به صورت کانه هماتیت یافت می‌شود. اگر درصد خلوص<sup>۱</sup> این کانه برابر با ۷۰ درصد باشد، معنی آن چیست؟

ب) رابطه‌ای برای درصد خلوص مواد بیابید.

۲- الف) شیمی‌دان‌ها برای محاسبه مقدار واقعی فراورده تولید شده در یک واکنش از مفهومی به نام بازده درصدی<sup>۲</sup> استفاده می‌کنند، (کمیتی که کارایی یک واکنش را نشان می‌دهد). رابطه‌ای برای آن بنویسید.

ب) با توجه به داده‌های جدول زیر، بازده درصدی واکنش را حساب کنید.

نام شیمیایی ماده	مقدار ماده (گرم)
Fe <sub>۳</sub> O <sub>۴</sub>	۴۰ g Fe <sub>۳</sub> O <sub>۴</sub>
(فرآورده‌ای که دانشجو به دست آورده است)	۱۹/۶ g Fe
(فرآورده‌ای که انتظار داشتیم به دست آید)	۲۸ g Fe

واکنش‌های شیمیایی همیشه مطابق آنچه انتظار می‌رود پیش نمی‌روند، زیرا ممکن است واکنش دهنده‌ها ناخالص باشند یا ممکن است واکنش به‌طور کامل انجام نشود، حتی گاهی نیز هم‌زمان با آن واکنش‌های ناخواسته دیگری انجام می‌شود. با این توصیف مقدار واقعی فراورده از انتظار کمتر است. در واقع بازده درصدی واکنش‌های شیمیایی از صد کمتر است.

## نمونهٔ حل شده

۱- یکی از راه‌های تهیه سوخت سبز، استفاده از بقایای گیاهانی مانند نیشکر، سیب زمینی و ذرت است. واکنش بی‌هوایی تخمیر گلوکز، از جمله واکنش‌هایی است که در این فرایند رخ می‌دهد.



حساب کنید از تخمیر ۱/۵ تن گلوکز موجود در پسماندهای گیاهی، چند تن سوخت سبز

۱- Purity Percent

۲- Percent Yield

(اتانول) تولید می‌شود. بازده واکنش را  $60^{\circ}$  درصد در نظر بگیرید.

### پاسخ:

نخست با توجه به معادله واکنش، باید محاسبه شود چند تن فراورده مورد انتظار است.

$$\text{? ton C}_2\text{H}_5\text{OH} = 1/5 \text{ ton C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \times \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ ton}} \times \frac{100 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \times \frac{1 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{180 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}$$

$$\times \frac{2 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH}}{1 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} \times \frac{46 \text{ g C}_2\text{H}_5\text{OH}}{1 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH}} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} \times \frac{1 \text{ ton}}{1000 \text{ kg}} = 0.77 \text{ ton C}_2\text{H}_5\text{OH}$$

اینکه:

$$\frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 = \text{بازده درصدی}$$

$$100 = \frac{x}{0.77} \times 100 \rightarrow x = 0.62 \text{ ton C}_2\text{H}_5\text{OH}$$

۲- فلز آهن طبق واکنش زیر با هیدروکلریک اسید واکنش می‌دهد. تیغه‌ای فولادی به جرم ۱۰ گرم با خلوص ۹۵٪ را در مقدار کافی محلول هیدروکلریک اسید می‌اندازیم. حجم گاز هیدروژن تولید شده توسط دو دانش‌آموز محاسبه شده است. کدام یک درست است؟ چرا؟



$$\text{? LH}_2 = 10 \text{ g Fe} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{56 \text{ g Fe}} \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{1 \text{ mol Fe}} \times \frac{22/4 \text{ LH}_2}{1 \text{ mol H}_2}$$

روش ۱

$$\text{? LH}_2 = 9/5 \text{ g Fe} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{56 \text{ g Fe}} \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{1 \text{ mol Fe}} \times \frac{22/4 \text{ LH}_2}{1 \text{ mol H}_2}$$

روش ۲

پاسخ: روش ۲ درست است، زیرا در محاسبه‌های استوکیومتری باید مقدار خالص واکنش‌دهنده‌ها را در نظر گرفت.



- امروزه مزارع زیادی را برای تهییه سوخت سبز، روغن و خوارک دام به کشت ذرت اختصاص می‌دهند.



### خود را بیازمایید



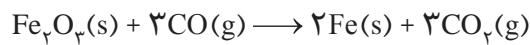
۱- یکی از واکنش‌هایی که در صنعت جوشکاری از آن استفاده می‌شود واکنش ترمیت است.



- از فلز آهن مذاب تولید شده در واکنش ترمیت برای جوش دادن خطوط راه آهن استفاده می‌شود.

الف) مشخص کنید کدام فلز فعال تر است، آلومینیم یا آهن. چرا؟  
ب) حساب کنید برای تولید ۲۷۹ گرم آهن، چند گرم آلومینیم با خلوص  $80\%$  درصد لازم است.

۲- آهن (III) اکسید به عنوان رنگ قرمز در نقاشی به کار می‌رود. از واکنش  $1^{\circ}$  کیلوگرم از این ماده با گاز کربن مونوکسید طبق معادله زیر،  $5200$  گرم آهن به دست آمده است. بازده درصدی واکنش را به دست آورید.



۳- یکی از روش‌های بیرون کشیدن فلز از لابه‌لای خاک، استفاده از گیاهان است. در این روش در معدن یا خاک دارای فلز، گیاهانی را می‌کارند که می‌توانند آن فلز را جذب کنند. سپس گیاه را برداشت می‌کنند، می‌سوزانند و از خاکستر حاصل، فلز را جداسازی می‌کنند. در جدول زیر، داده‌هایی درباره این روش ارائه شده است. با توجه به آن:

نماد شیمیایی فلز	قیمت هر کیلوگرم فلز (ریال)	بیشترین مقدار فلز در یک کیلوگرم از گیاه (گرم)	درصد فلز در سنگ معدن
Au	۱۲۰۰۰۰۰۰۰	۰/۱	۰/۰۰۲
Ni	۸۲۰۰۰	۳۸	۲
Cu	۲۴۵۰۰	۱۴	۰/۵
Zn	۱۵۵۰۰	۴۰	۵

(الف) در صورتی که در پالایش طلا به کمک گیاهان، در هر هکتار بتوان  $20$  تن گیاه برداشت کرد. حساب کنید در هر هکتار چند گرم طلا از زمین بیرون کشیده می‌شود.

(ب) یک کیلوگرم از گیاهی که برای پالایش نیکل به کار می‌رود،  $159$  گرم خاکستر می‌دهد. درصد نیکل را در این خاکستر حساب کنید.

(پ) چرا این روش برای استخراج فلزهای روی و نیکل مقرر به صرفه نیست؟



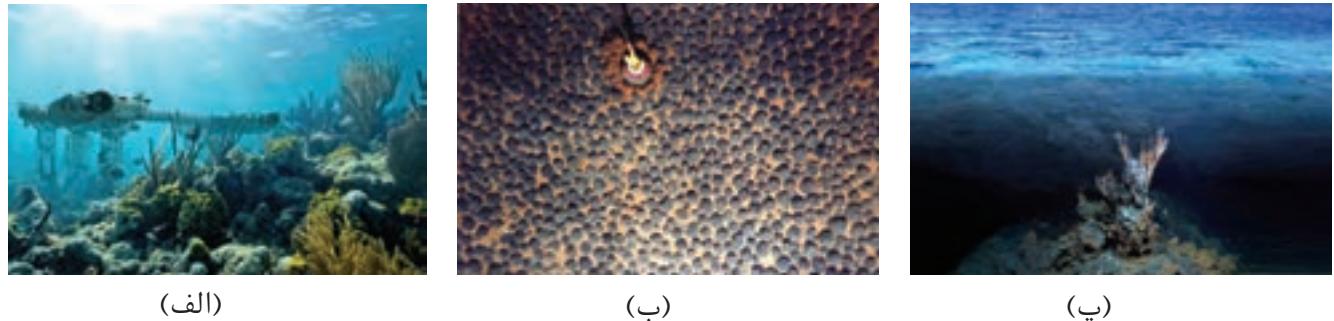
گل همیشه بهار

## پیوند با صنعت

### گنجهای اعماق دریا

شاید این عنوان شما را به یاد جواهرات و اشیای ارزشمندی بیندازد که به دلیل غرق شدن کشتی‌ها در بستر دریا دفن شده‌اند یا شاید یادآور مرواریدهای غلتان، زیبا و رنگارنگی باشد که در دل صدف‌ها رشد می‌کنند. اما این پاسخ ساده‌انگارانه است! زیرا بستر اقیانوس‌ها منبعی غنی از منابع فلزی گوناگون است. منابعی که انسان به تازگی آن را کشف کرده است. به دلیل نیاز روزافزون جهان به منابع شیمیایی و کاهش میزان این منابع در سنگ کره، شیمی‌دان‌ها

را بر آن داشت تا در جستجوی منابع تازه باشند. این جستجو از رازی پرده برداشت که نشان می‌داد گنجی عظیم در اعمق دریاها نهفته است. این گنج در برخی مناطق محتوای سولفید چندین فلز واسطه و در برخی مناطق دیگر به صورت کلوخه‌ها و پوسته‌هایی غنی از فلزهایی مانند منگنز، کبالت، آهن، نیکل، مس و ... یافت می‌شود (شکل ۱۱).



شکل ۱۱- (الف) جستجو برای شناسایی بستر دریا (ب) کلوخه‌های غنی از منگنز و دیگر فلزهای واسطه (پ) ستون‌های سولفیدی

غلظت بیشتر گونه‌های فلزی موجود در کف اقیانوس نسبت به ذخایر زمینی، بهره‌برداری از این منابع را نوید می‌دهد. امروزه شرکت‌هایی از برخی کشورها طرح‌های استخراج این مواد را بستر اقیانوس‌هادر دست دارند. پیش‌بینی می‌شود اکتشاف و بهره‌برداری از منابع شیمیایی بستر دریا به یکی از صنایع کلیدی و تأثیرگذار در روابط کشورها تبدیل شود. امید است با گسترش شرکت‌های دانش‌بنیان و تقویت دانش و فناوری، کشور مانیز از این منابع عظیم خدادادی بهره‌مند شود.

## آیا می‌دانید

سازمان بین‌المللی بستر دریا، قوانین مربوط به بهره‌برداری از بستر دریا مانند مقررات زیست‌محیطی، تفاهم‌نامه‌های اجرایی و قوانین مالی تهییه و تنظیم می‌کند. حوزه نظارت و عملکرد این سازمان، خارج از حوزه قضایی ملی کشورهاست. این سازمان تاکنون چندین قرارداد با کشورهای گوناگون بسته است و استخراج بخشی از منابع فلزی شناخته شده را طبق قوانین موجود به آنها سپرده است.

## در میان تارنماها

با مراجعه به منابع معتبر درباره ذخایر بستر دریا (Seabed Minerals)، چگونگی تشکیل آنها و سازمان بین‌المللی بستر دریا (International Seabed Authority) اطلاعاتی جمع‌آوری و به کلاس گزارش کنید.



## جريان فلز بین محیط زیست و جامعه

طبیعت منشأ و منبع هدایای گران‌بهایی است که خداوند مهریان آن را به انسان ارزانی داشته است. انسان نیز با بهره‌گیری از توانایی‌های وجودی خود که آن را نیز خداوند به وی عطا کرده است، از این هدایا برای برآورده کردن نیازهای خود به شکل‌های گوناگون استفاده می‌کند. استخراج فلز از سنگ معدن آن یکی از این روش‌ها است. دیدید که سالانه

میلیون‌ها کلوخه در ناحیه‌ای از اقیانوس آرام در سطح بستر یا نیمه فرورفته در بستر پراکنده شده است.

صدها میلیون تن فلز از دل زمین استخراج می‌شود. سپس از این فلزها، ابزار، وسایل و مواد گوناگونی تهیه می‌شود. در شیمی دهم آموختید که براساس توسعه پایدار باید در تولید یک ماده یا عرضه خدمات، همهٔ هزینه‌ها و ملاحظه‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی را در نظر گرفت. به طوری که اگر مجموع هزینه‌های بهره‌برداری از یک معدن با در نظر گرفتن این ملاحظه‌ها، کمترین مقدار ممکن باشد، در آن صورت در مسیر پیشرفت پایدار حرکت می‌کنیم؛ یعنی رفتارهای ما، آسیب کمتری به جامعه‌ای که در مسیر حفظ محیط‌زیست است، وارد می‌کند و ردپای زیست‌محیطی ما را کاهش می‌دهد. با این روند در استفادهٔ درست از این هدایای زمینی و نگهداری آنها برای آینده‌گان موفق خواهیم شد.

### با هم بیندیشیم

در شکل زیر فرایند استخراج<sup>۱</sup> فلز از طبیعت و برگشت آن به طبیعت نشان داده شده است.



جامعه‌ای در مسیر توسعه پایدار است که اقتصاد آن شکوفا باشد، در عین حال به محیط‌زیست آسیب کمتری بزند و مردم به اخلاق آراسته و به خوش‌نامی معروف باشند. امید است با گسترش شرکت‌های دانش‌بنیان با همت جوانان خلاق، متعهد و کوشای کشورمان بتوانیم در تحقق آرمان‌های نظام آموزشی کشورمان پیش‌برویم.



با توجه به آن، پاسخ پرسش‌های زیر را بیابید.

(الف) آیا آهنگ مصرف و استخراج فلز با آهنگ برگشت فلز به طبیعت به شکل سنگ معدن یکسان است؟ توضیح دهید.

(ب) فلزها منابع تجدیدپذیرند یا تجدیدناپذیر؟ چرا؟

(پ) دربارهٔ شکل صفحهٔ بعد گفت و گو و مشخص کنید کدام عبارت‌ها درست و کدام‌ها نادرست‌اند. چرا؟

در استخراج ۱۰۰۰ کیلوگرم آهن از سنگ معدن، ۲ کیلوگرم سنگ معدن آهن و ۱۰۰ کیلوگرم از منابع معنده دیگر استفاده می‌شود.

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



- بازیافت فلزها و از جمله فلز آهن:
- ردپای کربن دی اکسید را کاهش می‌دهد.
  - سبب کاهش سرعت گرمایش جهانی می‌شود.
  - گونه‌های زیستی بیشتری را از بین می‌برد.
  - به توسعه پایدار کشور کمک می‌کند.

پسماند سرانه سالانه فولاد ۴۰ کیلوگرم است.

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



## نفت، هدیه‌ای شگفت‌انگیز

در اواخر سده ۱۸ میلادی شیمی‌دان‌ها با ماده‌ای روبه‌رو شدند که رفتار آن به مواد شناخته شده تا آن زمان شبیه نبود. ماده‌ای که بعدها نفت خام نامیده شد. این ماده یکی از سوخت‌های فسیلی است که به شکل مایع غلیظ سیاه رنگ یا قهوه‌ای متمایل به سبز از دل زمین بیرون کشیده می‌شود (شکل ۱۲).

یکی از شیمی‌دانان برجسته آن زمان درباره این مایع ناشناخته چنین می‌گوید: «نفت خام همانند جنگلی سیاه و ترسناک است که ورود به آن بسیار مخاطره آمیز و شاید ناممکن باشد». در واقع او نفت خام را به جنگلی تاریک تشبیه کرده بود که هیچ اطلاعاتی درباره آن نداشت. همانند کسی که نمی‌داند در جنگلی ناشناخته و تاریک چه جاندارانی زندگی می‌کنند و از ورود به آن می‌ترسد، زیرا هر لحظه ممکن است با موجودی خطرناک، سمی یا اتفاقی بد روبه‌رو شود. شیمی‌دان‌ها در آن زمان نمی‌دانستند که در این مخلوط سیاه رنگ چه موادی وجود دارد، این مواد چه خواصی دارند و هنگام انجام آزمایش و بررسی آن، چه اتفاقاتی ممکن است رخ دهد. آنها تصور می‌کردند که هر لحظه ممکن است با اتفاق جدید یا ماده‌ سمی و خطرناکی روبه‌رو شوند.



شکل ۱۲- نفت خام مخلوطی از هیدروکربن‌هاست.

دیری نپایید که برخی شیمی‌دان‌ها با بررسی نفت خام، موفق به شناسایی برخی مواد سازنده‌آن، ساختار و رفتار آنها شدند. این ویژگی‌ها و رفتارها، چنان جذاب و غیرمنتظره بود که سبب افزایش چشمگیر پژوهش‌ها در مورد نفت خام در سراسر جهان شد. پژوهش‌هایی که با یافتن کاربردهای جدید و مناسب برای مواد موجود در نفت خام، خبرهای خوشی را نوید می‌داد. حل مشکل حمل و نقل از شهری به شهر دیگر یا از کشوری به کشور دیگر و ساخت داروهای تازه برای درمان بیماری‌های گوناگون از جمله آنها بود. بدین ترتیب آن مایع سیاه، نه تنها ترسناک و ناشناخته نماند بلکه به کیمیایی شگفت‌انگیز تبدیل شد. کیمیایی که از دل زمین بیرون کشیده می‌شد و به دلیل رفتارهایش، نظر همه جهانیان را به خود جلب کرد.

امروزه این هدیه زمینی ارزشمند را طلای سیاه می‌نامند.

امروزه نفت خام در دنیای کنونی دو نقش اساسی ایفا می‌کند. نقش نخست آن، منبع تأمین انرژی بوده و در نقش دوم، ماده اولیه برای تهیه بسیاری از مواد و کالاهایی است که در صنایع گوناگون از آنها استفاده می‌شود (شکل ۱۳).



شکل ۱۳- موارد مصرف طلای سیاه

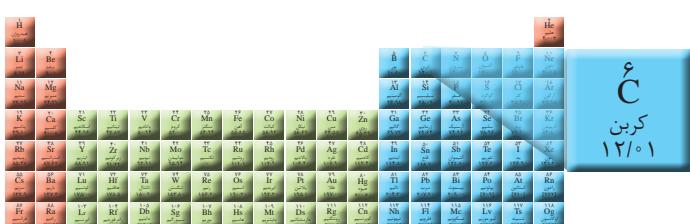
پژوهش‌ها و یافته‌های تجربی نشان می‌دهد که نفت خام، مخلوطی از هزاران تر کیب شیمیایی است که بخش عمده آن را هیدروکربن‌های گوناگون تشکیل می‌دهند. ترکیب‌هایی که شامل هیدروژن و کربن هستند. از آنجا که عنصر اصلی سازنده نفت خام کربن است، برای پی بردن به ویژگی‌ها و خواص مواد سازنده نفت خام، نخست باید با رفتارها و ویژگی‌های اتم کربن آشنا شد.

## کربن، اساس استخوان بندی هیدروکربن ها

## آیا می دانید

عنصر کربن در خانه شماره ۶ جدول دوره‌ای جای داشته و اتم آن در لایه ظرفیت خود چهار الکترون دارد. این اتم رفتارهای منحصر به‌فردي دارد که آن را از اتم دیگر عنصرهای جدول متمایز می‌سازد. به طوری که ترکیب‌های شناخته شده از اتم کربن، از مجموع ترکیب‌های شناخته شده از دیگر عنصرهای جدول دوره‌ای بیشتر است. دلیل این رفتار ویژه چیست؟

امهای کریم سازنده اصلی مولکولهای زیستی و جهان زنده هستند. در حالی که در جهان غیرزنده، سیلیسیم عنصر اصلی سازنده مواد است.



خود را بیاز مایید

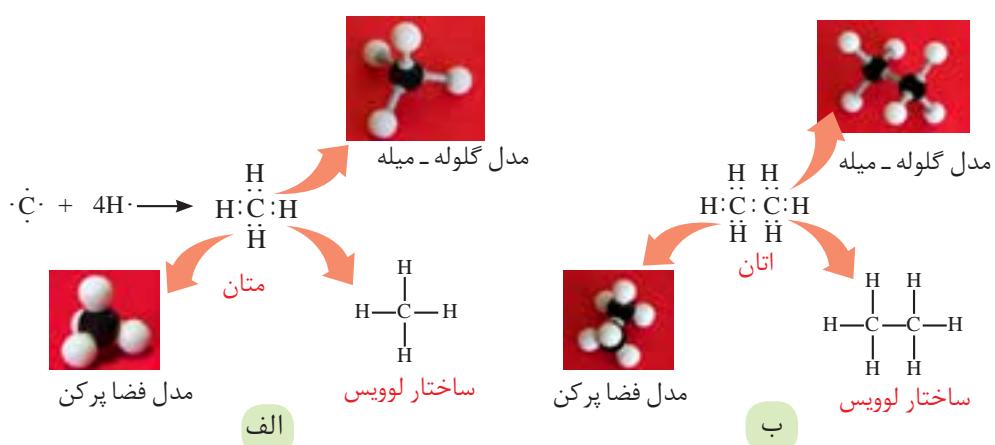
الف) آ، ایش، الکترون، اتم کرن، اینوسید.

ب) آر، ایش، الکترون نقطه‌ای، اتم کرنیا، سمه کنید.

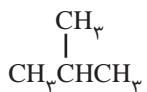
ب) اتم کر بیز را ای رسیدن به آ، ایش هشت تایی حند بیوند اشتراکی، بگانه، دوگانه یا سهگانه

می تواند تشکیل دهد؟

دیدید که اتم کربن می‌تواند الکترون‌هایش را با اتم‌های دیگر به اشتراک بگذارد و با رسیدن به آتش، هشت تابی، یابدای شود (شکل ۱۴).

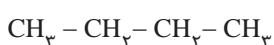
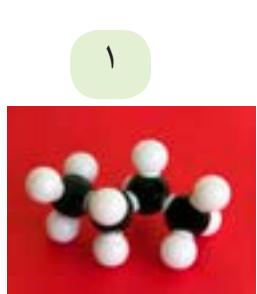


**شکل ۱۴- بیوندهای اشتراکی، پگانه‌اتم کریز در مولکوایهای متارن (الف) و اتارن (ب) و شیوه‌های گوناگون نمایش آنها**

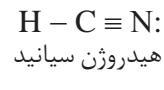
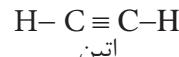
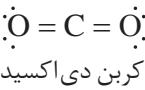
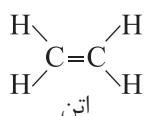


این رفتار کربن مشابه رفتار دیگر نافلزها (نیتروژن، فسفر، گوگرد و ...) است. برای مثال اتم عنصر نیتروژن (N<sub>2</sub>) سه پیوند اشتراکی تشکیل می‌دهد تا به آرایش هشتتایی برسد. اما تعداد ترکیب‌های شناخته شده از آن محدود است. اینک می‌پرسید چه چیزی سبب شده است تا اتم‌های کربن بتوانند میلیون‌ها ترکیب تشکیل دهند؟

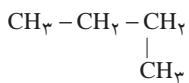
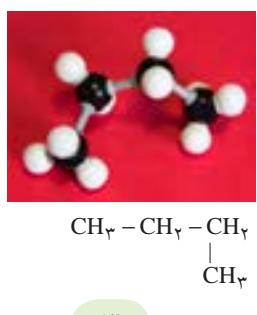
اتم کربن افزون بر تشکیل پیوند اشتراکی یگانه، توانایی تشکیل پیوندهای اشتراکی دوگانه و سه‌گانه را با خود و برخی اتم‌های دیگر دارد (شکل ۱۵).



۲



شکل ۱۵- ساختار لوویس، مدل گلوله-میله و فضا پرکن برخی از ترکیب‌های کربن.

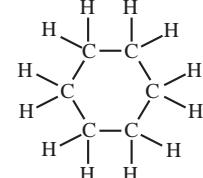


۳

کربن همچنین توانایی تشکیل زنجیر و حلقه‌های کربنی را دارد، به دیگر سخن اتم‌های کربن می‌توانند با پیوند اشتراکی به یکدیگر متصل شوند و زنجیرها و حلقه‌هایی در اندازه‌های گوناگون بسازند (شکل ۱۶).



ب

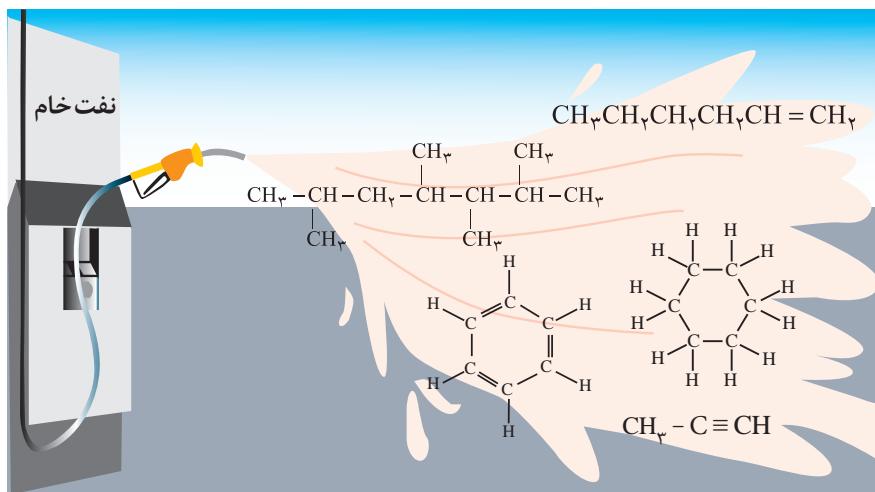


الف

شکل ۱۶- الف) حلقه کربنی شش‌تایی و ب) زنجیر کربنی ده‌تایی.

نمونه‌ای از آلکان شاخه‌دار (۱) و دو نمونه از آلکان‌های راست زنجیر (۲) و (۳). توجه کنید آلکان (۳) به ظاهر شاخه‌دار به نظر می‌آید، اما شاخه‌دار نبوده بلکه راست زنجیر است.

نفت‌خام مخلوطی شامل شمار زیادی از انواع هیدروکربن<sup>۱</sup>‌ها است (شکل ۱۷). در این شکل پنج نوع از هیدروکربن‌ها نشان داده شده است. در برخی از آنها، بین اتم‌های کربن فقط پیوندهای یگانه وجود دارد، در حالی که برخی دیگر دارای یک پیوند سه‌گانه یا دارای یک یا چند پیوند دوگانه هستند. با توجه به ساختار متفاوت این هیدروکربن‌ها انتظار می‌رود که رفتار آنها نیز با هم تفاوت داشته باشد. در ادامه این فصل با بررسی ساختار و رفتار برخی هیدروکربن‌ها بیشتر آشنا می‌شویم.

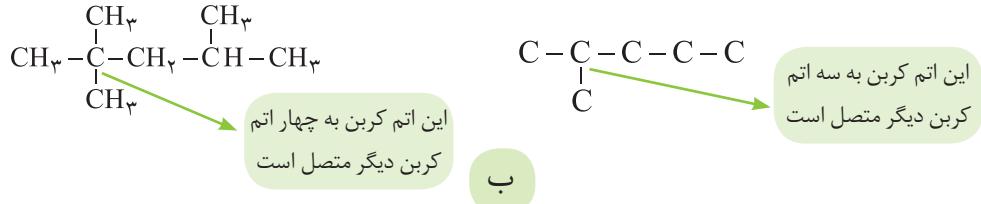
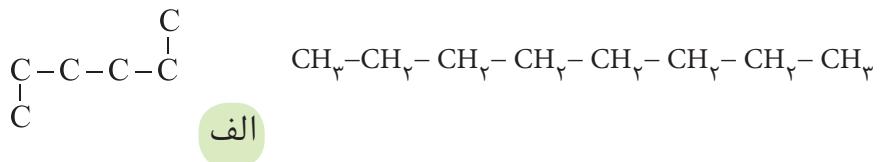


شکل ۱۷- برخی هیدروکربن‌های سازنده نفت خام

البته اتم کربن می‌تواند با اتم عنصرهای هیدروژن، اکسیژن، نیتروژن، گوگرد و فسفر به شیوه‌های گوناگون متصل شده و مولکول شمار زیادی از مواد مانند کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها، آمینواسیدها، آنزیم‌ها، پروتئین‌ها و... را بسازد. این ویژگی‌های کربن سبب شده تا از این عنصر ترکیب‌های گوناگون و بسیار زیادی پدید آید. افزون بر این، اتم‌های کربن می‌توانند با یکدیگر به روش‌های گوناگون متصل شده و دگر شکل‌های متفاوتی مانند گرافیت، الماس و... ایجاد کنند. با این دگر شکل‌ها که ساختارها و خواص متفاوتی دارند، در سال آینده آشنا می‌شوید.

### آلкан<sup>۱</sup>‌ها، هیدروکربن‌هایی با پیوندهای یگانه

آلkan‌ها دسته‌ای از هیدروکربن‌ها هستند که در آنها هر اتم کربن با چهار پیوند یگانه به اتم‌های کناری متصل شده است. متان ( $\text{CH}_4$ ) ساده‌ترین و نخستین عضو خانواده آلkan‌هاست. اعضای دیگر این خانواده شامل مولکول‌هایی است که شمار اتم‌های کربن آنها از دو تا ده کربن متغیر است. اتم‌های کربن در ساختار آلkan‌ها می‌توانند پشت سرهم و همانند یک زنجیر به هم متصل شده باشند (شکل ۱۸-الف) هر چند که برخی از آنها به شکل شاخه‌جنبی به زنجیر متصل می‌شوند (شکل ۱۸-ب). با این توصیف در هر آلkan راست زنجیر هر اتم کربن به یک یا دو اتم کربن دیگر متصل است، در حالی که در آلkan شاخه‌دار، برخی کربن‌ها به سه یا چهار اتم کربن دیگر متصل‌اند.

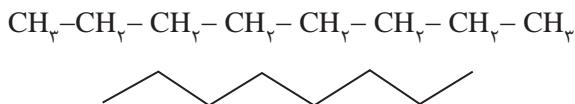


## آیا می‌دانید

گاز شهری مخلوطی از هیدروکربن‌های سیک است که متان بخش عمده آن را تشکیل می‌دهد. در حالی که کپسول گاز خانگی، به طور عمده شامل گازهای پروپان و بوتان است.

شکل ۱۸- (الف) دو نمونه آلkan راست زنجیر و (ب) دو نمونه آلkan شاخه دار.

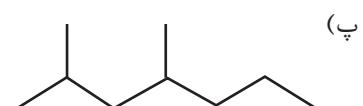
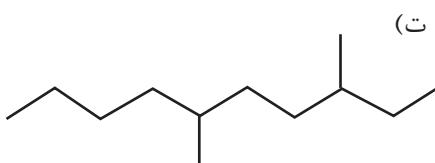
هر یک از ساختارهای نشان داده شده در شکل، فرمول ساختاری آلkan مورد نظر را نشان می‌دهد. فرمولی که در آن تعداد و چگونگی اتصال اتم‌های کربن و هیدروژن نمایش داده می‌شود. البته در نمایشی ساده‌تر، فرمول نقطه- خط را به کار می‌برند. در این روش، اتم‌های کربن را با نقطه و پیوند بین آنها را با خط تیره نشان می‌دهند اما اتم‌های هیدروژن نشان داده نمی‌شوند. برای نمونه:



## خود را بیازمایید



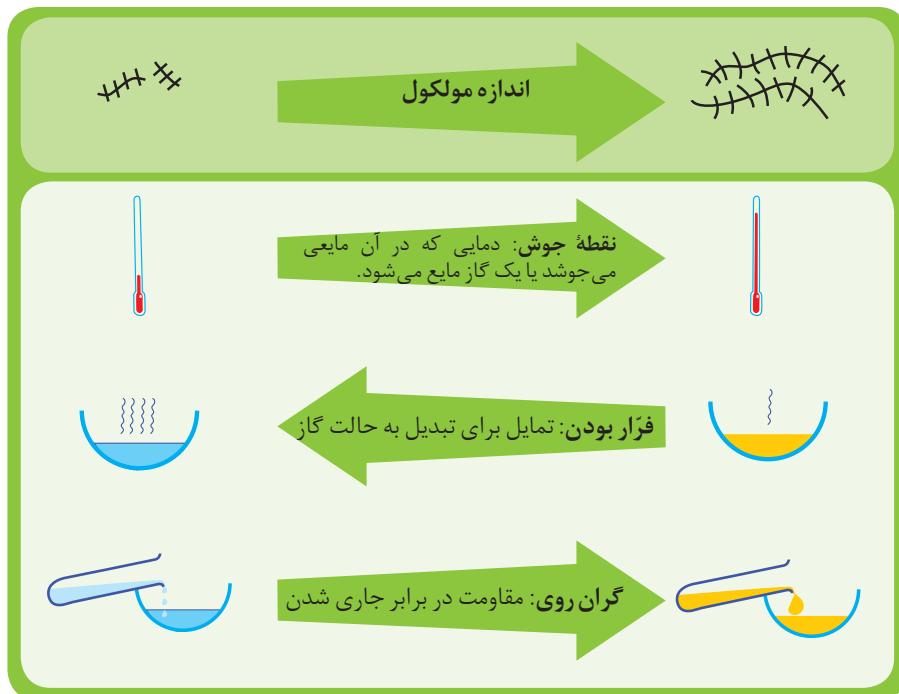
فرمول ساختاری یا نقطه- خط را برای هر هیدروکربن داده شده رسم کنید.



شمار اتم‌های کربن نقش مهمی در رفتار هیدروکربن‌ها دارد. به طوری که با تغییر تعداد اتم‌های کربن، اندازه و جرم مولکول‌های هیدروکربن تغییر می‌یابد و در پی آن نیروی بین مولکولی، نقطه جوش و... تغییر می‌کنند. با انجام دادن فعالیت زیر با برخی رفتارهای هیدروکربن‌ها آشنا می‌شویم.

## با هم بیندیشیم

۱- شکل زیر برخی ویژگی‌ها و رفتارهای فیزیکی و شیمیایی آلکان‌های راست زنجیر را نشان می‌دهد. با توجه به آن به پرسش‌ها پاسخ دهید:



الف) با افزایش شمار کربن‌ها، نقطه جوش هیدروکربن‌هادر فشار یک اتمسفر چه تغییری می‌کند؟

ب) پیش‌بینی کنید نقطه جوش کدام هیدروکربن بالاتر است؟



پ) در شرایط یکسان کدام هیدروکربن فرّارتر است؟ چرا؟



ت) پژوهش‌ها نشان می‌دهد که گشتاور دو قطبی آلکان‌ها حدود صفر است. با این توصیف

مولکول‌های این مواد، قطبی یا ناقطبی هستند؟

ث) نیروی بین مولکولی در آلکان‌ها از چه نوعی است؟ افزایش شمار اتم‌های کربن بر این

نیروها چه اثری دارد؟

ج) چرا با بزرگ‌تر شدن زنجیر کربنی، گران روی آلکان افزایش می‌یابد؟

چ) پیش‌بینی کنید کدام ماده چسبنده‌تر است؟ چرا؟

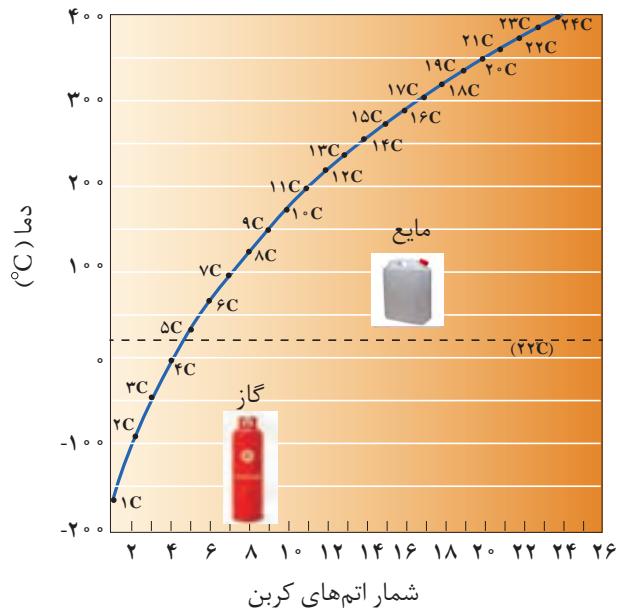
گریس (با فرمول تقریبی  $\text{C}_{18}\text{H}_{38}$ ) یا وازلین (با فرمول مولکولی تقریبی  $\text{C}_{25}\text{H}_{52}$ )

ح) نمودار صفحه بعد ترتیب نقطه جوش آلکان‌های راست زنجیر را نشان می‌دهد. با توجه

به آن:

## آیا می‌دانید

وازلين نامی تجاری است که به مخلوطی از هیدروکربن‌های سنگین‌تر داده شده است. این هیدروکربن‌ها اغلب به عنوان نرم‌کننده و محافظ بدن استفاده می‌شوند. این مخلوط ویژگی روان‌کنندگی نیز دارد و در تهیه بیشتر مرطوب‌کننده‌ها، پمادها و مواد آرایشی به کار می‌رود.



- کدام آلکان‌ها در دمای اتاق به حالت گاز هستند؟
- رابطه بین نقطه‌جوش و جرمولی آلکان‌ها را توصیف کنید.

## پیوند با ریاضی

در جدول زیر نام، فرمول مولکولی و شمار اتم‌های کربن و هیدروژن برای بخشی اعضای خانواده آلکان‌ها داده شده است. جدول را کامل کنید و فرمول مولکولی عضو  $n$  ام را بیابید.



سوخت این فندک، گاز بوتان بوده و تحت فشار پرسده است.

شماره عضو	نام	شمار	شمار	ششم	چهارم	سوم	دوم	اول	$\int \int$	$\int \int$
متان	.....	.....	.....	هگزان	بوتان	پروپان	اتان	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
فرمول	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	$\int \int$	$\int \int$

آلکان‌ها به دلیل ناقطبی بودن در آب نامحلول‌اند. این ویژگی سبب می‌شود تا بتوان از آنها برای حفاظت از فلزها استفاده کرد. به طوری که قرار دادن فلزها در آلکان‌های مایع یا اندود کردن سطح فلزها و وسایل فلزی با آنها، مانع از رسیدن آب به سطح فلز می‌شود و از خوردگی فلز جلوگیری می‌کند. ویژگی مهم و بر جستهٔ آلکان‌ها این است که در ساختار آنها هر اتم کربن با چهار پیوند اشتراکی به چهار اتم دیگر متصل بوده و به اصطلاح سیرشده هستند. از این رو

## آیا می‌دانید

آلکان‌ها تمایل چندانی به انجام واکنش‌های شیمیایی ندارند. این ویژگی سبب می‌شود تا میزان سمی بودن آنها کمتر شده و استنشاق آنها بر شش‌ها و بدن تأثیر چندانی نداشته باشد و تنها سبب کاهش مقدار اکسیژن در هوای دم می‌شوند. با وجود این هیچ‌گاه برای برداشتن بنزین از باک خودرو یا بشکه از مکیدن شیلنگ استفاده نکنید، زیرا بخارهای بنزین وارد شش‌ها شده و از انتقال گازهای تنفسی در شش‌ها جلوگیری می‌کند و نفس کشیدن دشوار می‌شود. اگر میزان بخارهای وارد شده به شش‌ها زیاد باشد، ممکن است سبب مرگ فرد شود. بنابراین هنگام کار کردن با این مواد باید نکات ایمنی را جدی بگیرید و رعایت کنید.

## خود را بیازمایید

تجربه نشان می‌دهد که گشتاور دو قطبی مولکول‌های سازندهٔ چربی‌ها حدود صفر است. با توجه به آن:

- الف) چرا افرادی که با گریس کار می‌کنند دستشان را با بنزین یا نفت (مخلوطی از هیدروکربن‌ها) می‌شویند؟
- ب) توضیح دهید چرا پس از شستن دست با بنزین، پوست خشک می‌شود؟
- پ) شستن پوست یا تماس آن با آلکان‌های مایع در دراز مدت به بافت‌های پوست آسیب می‌رساند. چرا؟

از آلکان‌های با بیش از ۲۰ اتم کربن (پارافین‌ها) به عنوان پوشش محافظتی میوه‌ها استفاده می‌شود. این پوشش، از تبخیر آب میوه، چروکیده شدن آن و از رشد کپک روی میوه‌ها جلوگیری می‌کند و در عین حال میوه را براق می‌کند.  $C_{29}H_{58}$  از آلکان‌های  $C_6H_{14}$  و  $C_{27}H_{56}$  برای جلا دادن سبب استفاده می‌شود. البته رعایت استانداردهای سازمان غذا و دارو در میزان مصرف آلکان‌ها و کندن پوست میوه‌ها سبب کاهش آسیب به بدن می‌شود.



## نام‌گذاری آلکان‌ها

با نام آلکان‌هایی مانند متان ( $CH_4$ )، اتان ( $C_2H_6$ )، آشنا هستید. همان‌طور که می‌بینید نام آلکان‌ها به پسوند «آن» ختم می‌شود. جدول زیر نام و فرمول مولکولی ده آلکان راست زنجیر را نشان می‌دهد.

نام	متان	اتان	پروپان	بوتان	پنتان	هگزان	هپتان	اوکتان	نونان	دکان	فرمول مولکولی
نام	متان	اتان	پروپان	بوتان	پنتان	هگزان	هپتان	اوکتان	نونان	دکان	$C_1H_2$

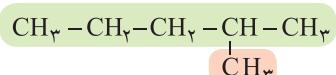
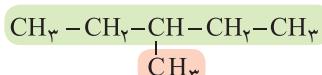
مطابق جدول بر اساس قواعد آیوپاک برای نامیدن آلکان راست زنجیر کافی است شمار اتم‌های کربن را با پیشوند معادل بیان کرده و پسوند «آن» را بیفزایید. توجه کنید که در چهار عضو نخست آلکان‌ها، پیشوندی که شمار اتم‌های کربن را معلوم کند، وجود ندارد و نام آنها

براساس این روش انتخاب نشده است.

اما نام‌گذاری آلکان‌های شاخه دار کمی پیچیده‌تر است. از این رو آیوپاک قواعد بیشتری را برای نامیدن آلکان‌ها بنا نهاده است. در این قواعد چگونگی یافتن نوع و نام شاخه فرعی و جهت شماره‌گذاری زنجیر اصلی مشخص شده است.

### با هم بیندیشیم

۱- نام دو آلکان زیر را در نظر بگیرید.



۳- متیل پنتان

۲- متیل پنتان

فرمول شاخه فرعی	نام شاخه فرعی
$-\text{CH}_3$	متیل
$-\text{CH}_2\text{CH}_3$	اتیل

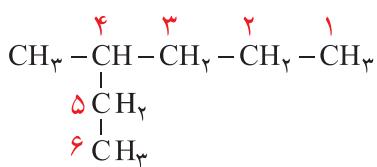
الف) هر عدد و هر واژه در نام هیدروکربن نشان‌دهنده چیست؟

ب) تفاوت این دو ترکیب در چیست؟

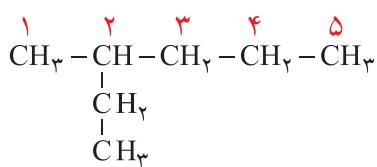
۲- ساختار ۳- متیل هگزان و ۴- متیل هپتان رارسم کنید.

۳- در ساختار ۳- متیل هگزان، سه زنجیر کربنی وجود دارد. نخست آنها را بیابید سپس از میان آنها زنجیر اصلی را انتخاب کنید.

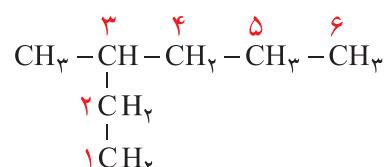
۴- با توجه به داده‌های زیر روشنی برای تشخیص زنجیر اصلی (زنجری) که بیشترین تعداد اتم‌های کربن را دارد) و شماره‌گذاری کربن‌ها در این زنجیر بیابید.



۴- متیل هگزان، این نام‌گذاری نادرست است.

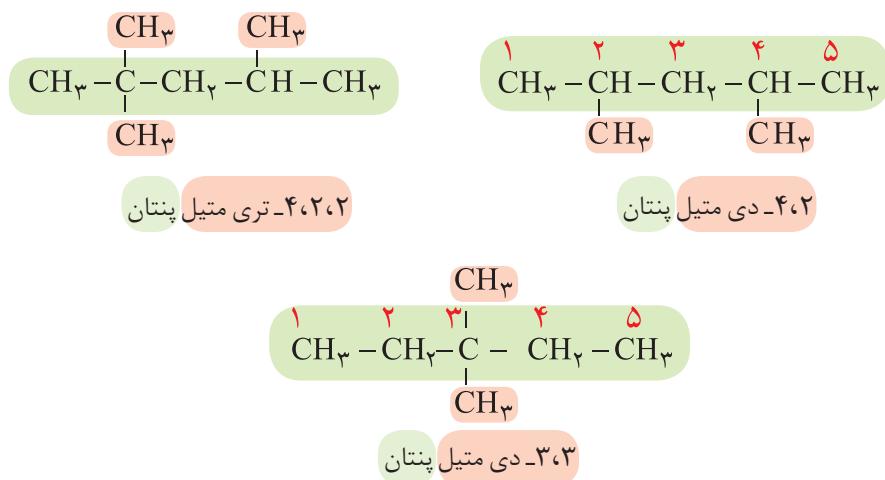


۲- اتیل پنتان، این نام‌گذاری نادرست است.



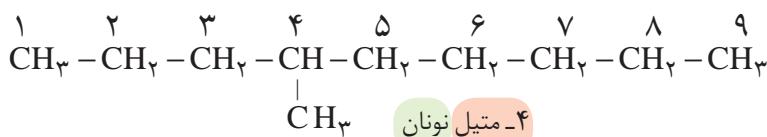
۳- متیل هگزان

۵- با توجه به نام‌گذاری زیر، روشی برای نامیدن آلکان‌های با بیش از یک شاخهٔ فرعی را بیابید.



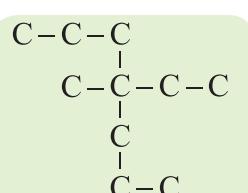
آموختید که برای نام‌گذاری آلکان‌ها باید نام زنجیر اصلی را براساس نام آلکان راست‌زنگیر نوشه سپس نام شاخهٔ فرعی را به صورت آلکیل بیش از نام زنجیر اصلی بنویسید. البته باید محل شاخهٔ فرعی را با شمارهٔ کربنی که به آن متصل است، نیز پیش از نام شاخهٔ فرعی مشخص کنید. برای نمونه، ۴-متیل‌نونان، آلکانی با زنجیر اصلی نه کربنی را نشان می‌دهد که به کربن شمارهٔ ۴ آن یک شاخهٔ فرعی متیل متصل است.

در این کتاب فقط قواعد نام‌گذاری آلکان‌ها بررسی و تدریس می‌شود. بدیهی است نام‌گذاری دیگر مواد آلی مدنظر نبوده و ارزشیابی از آن ممنوع است.

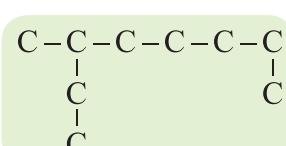


### خود را بیازمایید

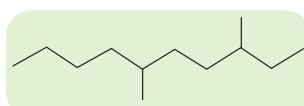
۱- آلکان‌های زیر را نام‌گذاری کنید. (راهنمایی: در نام‌گذاری آلکان‌های شاخه‌دار، نوشتندام اتیل بر متیل مقدم است).



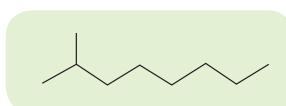
(ب)



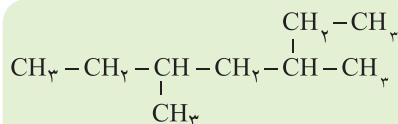
(الف)



(ت)

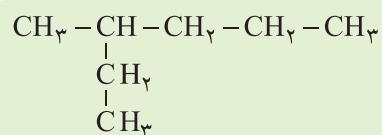


(پ)



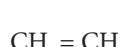
(ج)  $\text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_3}{\underset{|}{\text{CH}}} - \text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_3}{\underset{|}{\text{CH}}} - \underset{\text{CH}_3}{\underset{|}{\text{CH}}} - \text{CH}_3$

۲- چراغ نام ۲- اتیل پنتان برای ترکیب زیر نادرست است؟



آلکن‌ها، هیدروکربین‌هایی با یک پیوند دوگانه

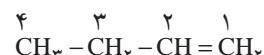
این هیدروکربین‌ها در ساختار خود یک پیوند دوگانه کربن-کربن ( $C=C$ ) دارند. برای نام‌گذاری آلکن‌های راست زنجیر، کافی است پسوند «آن» را در نام آلکان راست زنجیر بردارید و به جای آن پسوند «ن» قرار دهید؛ سپس محل پیوند دوگانه را با شماره نخستین کربنی که به پیوند دوگانه متصل است، مشخص کنید (شکل ۱۹).



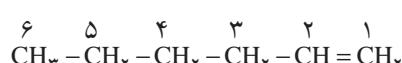
اتنے



10



2



سید



٢٧

شکا ۱۹- نام و ساخته، جند آلک: است: نجد

اتن نخستین عضو خانواده آلکن‌هاست. این ماده در بیشتر گیاهان وجود دارد. موز و گوجه‌فرنگی رسیده گاز اتن آزاد می‌کنند. اتن آزاد شده از یک موز یا گوجه‌فرنگی رسیده به نوبه خود موجب رسیدن سریع‌تر میوه‌های نارس می‌شود. به همین دلیل در کشاورزی، از گاز اتن به عنوان «عمل آور نده» استفاده می‌شود.

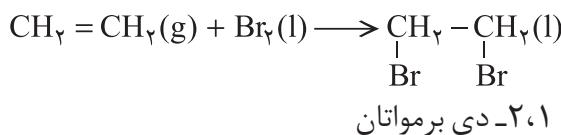


رفتار آلکن‌ها همانند همه مواد به ساختار آنها وابسته است. وجود پیوند دوگانه در آلکن‌ها سبب شده است تا رفتار آنها با آلکان‌ها تفاوت زیادی پیدا کند. به گونه‌ای که آلکن‌ها برخلاف آلکان‌ها، واکنش‌پذیری بیشتری دارند و در واکنش‌های گوناگونی شرکت می‌کنند. واکنش‌پذیری زیاد آلکن‌ها به این دلیل است که در ساختار آنها دو اتم کربن به سه اتم دیگر متصل بوده و از این رو «سیر نشده» هستند؛ این در حالی است که اتم کربن تمایل دارد تا از حداکثر امکان خود برای تشکیل پیوندهای یگانه استفاده کند و چهار پیوند یگانه تشکیل دهد. گاز اتن سنگ بنای صنایع پتروشیمی است؛ زیرا در این صنایع با استفاده از اتن حجم انبوهی از مواد گوناگون تولید می‌شود. برای نمونه با وارد کردن گاز اتن در مخلوط آب و اسید در شرایط مناسب، اتانول را در مقیاس صنعتی تولید می‌کنند. معادله زیر، واکنش شیمیایی انجام شده را نشان می‌دهد.

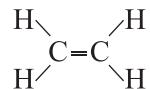


از مقایسه مولکول اتانول با مولکول اتن، در می‌یابید که یکی از پیوندهای اتم‌های کربن-کربن در مولکول اتن شکسته شده و به یکی از آنها، اتم H و به دیگری، گروه OH متصل شده است. به دیگر سخن مولکول آب به اتم‌های کربن پیوند دوگانه افزوده شده و فراورده سیر شده‌ای تولید شده است.

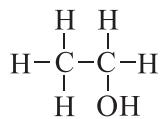
از دیگر واکنش‌های گاز اتن، ترکیب شدن آن با برم مایع است. به طوری که هر گاه گاز اتن را در محلولی از برم وارد کنیم، رنگ قرمز محلول از بین می‌رود. این تغییر رنگ، نشانه انجام واکنش شیمیایی زیر است.



در این واکنش نیز، مولکول برم به پیوند دوگانه کربن-کربن در مولکول اتن افزوده می‌شود، و فراورده‌ای سیر شده پدید آمده است. همه آلکن‌ها در این واکنش شرکت می‌کنند به گونه‌ای که این واکنش یکی از روش‌های شناسایی آنها از دیگر هیدروکربن‌هاست.



● اتانول، الکلی دوکربنی، بی‌رنگ و فرماست که به هر نسبتی در آب حل می‌شود. این الکل یکی از مهم‌ترین حلال‌های صنعتی است که در تهیه مواد دارویی، بهداشتی و آرایشی به کار می‌رود. از اتانول در بیمارستان‌ها به عنوان ضد عفونی کننده استفاده می‌شود.



● صنعت پتروشیمی یکی از صنایع مهم جهان است. در این صنعت، ترکیب‌ها، مواد و وسائل گوناگون از نفت یا گاز طبیعی به دست می‌آیند که به فراورده‌های پتروشیمیایی<sup>۱</sup> معروف هستند. در کشور ما نیز شرکت‌های پتروشیمی گوناگونی در حال فعالیت هستند. در این شرکت‌ها سالانه میلیون‌ها تن مواد شیمیایی مانند آمونیاک، پلی‌اتن، سولفوریک اسید و... تولید می‌شود.

## خود را بیار مایید

۱- شکل زیر نمایی از واکنش تکه‌ای گوشت چرب با بخار برم را نشان می‌دهد. با توجه به آن پیش‌بینی کنید مولکول چربی موجود در این گوشت سیر شده است یا سیر نشده؟ چرا؟ (راهنمایی: در این واکنش تنها چربی موجود در گوشت با بخار برم واکنش می‌دهد).



پلیمری شدن دسته دیگری از واکنش آلکن‌هاست که با استفاده از آن می‌توان انواع لاستیک‌ها، پلاستیک‌ها، الیاف و پلیمرهای سودمند را تهیه کرد. این واکنش‌ها در فصل سوم بررسی خواهد شد.



- جوش کاری و برش کاری فلزها با سوزاندن گاز اتین

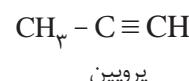


- مدل گلوله - میله اتین

## آلکین‌ها، سیر نشده تراز آلکن‌ها

آیا واژه جوش کاری‌اید؟ در این جوشکاری از سوختن گاز اتین، دمای لازم برای جوش‌دادن قطعه‌های فلزی تأمین می‌شود. اتین هیدروکربنی است که در ساختار خود یک پیوند سه‌گانه کربن - کربن دارد.

به هیدروکربن‌های سیر نشده با یک پیوند سه‌گانه کربن - کربن، آلکین گفته می‌شود. برای نام‌گذاری آنها به جای پسوند «آن» در نام آلکان هم کربن، پسوند «ین» قرار می‌گیرد. اتین با فرمول مولکولی  $C_3H_4$ ، ساده‌ترین آلکین و پروپین دومین عضو خانواده آلکین‌ها است. از نام پروپین چنین بر می‌آید که هر مولکول آن سه کربن داشته و یک پیوند سه‌گانه میان دو کربن آن وجود دارد.

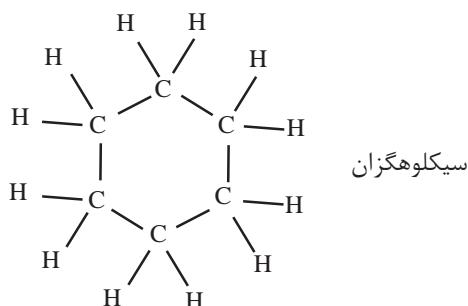


آلکین‌ها نیز واکنش‌پذیری زیادی دارند و با مواد شیمیایی مختلف واکنش می‌دهند.

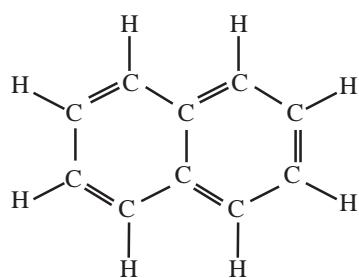
## هیدروکربن‌های حلقوی<sup>۱</sup>

ترکیب‌های آلی بسیاری شناخته شده است که در آنها اتم‌های کربن طوری به یکدیگر متصل شده‌اند که ساختاری حلقوی به وجود آورده‌اند. سیکلوهگزان از آن جمله است. این نام نشان می‌دهد که این ماده، هیدروکربن سیر شده‌ای است که حلقه‌ای از شش اتم کربن دارد.

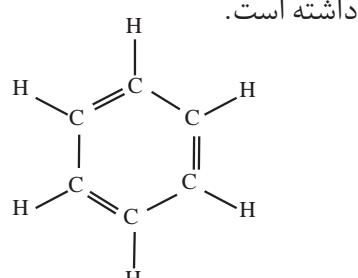
- سیکلو (Cyclo) پیشوندی به معنای حلقوی است که برای نام‌گذاری برخی ترکیب‌های آلی حلقوی به کار می‌رود.



بنزن، هیدروکربنی سیر نشده با فرمول مولکولی  $C_6H_6$  و فرمول ساختاری زیر است. بنزن، سرگروه خانواده مهمی از هیدروکربن‌ها به نام آروماتیک<sup>۲</sup> است. نفتالن نیز از جمله این ترکیب‌های است. نفتالن ( $C_{10}H_8$ ) مدت‌ها به عنوان ضدبید برای نگهداری فرش و لباس کاربرد داشته است.



نفتالن



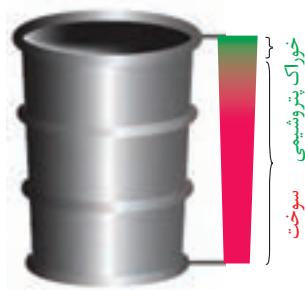
بنزن

### خود را بیازمایید

الف) فرمول مولکولی هر یک از هیدروکربن‌های حلقوی بالا را بنویسید.

ب) ساختار نقطه - خط هر یک از آنها رارسم کنید.

## نفت، ماده‌ای که اقتصاد جهان را دگرگون ساخت



نسبت میزان سوخت و خوراک پتروشیمی در یک بشکه از نفت خام تولید مواد پتروشیمیایی به کار می‌رود. همان‌طور که در شکل مشاهده می‌کنید، از نفت خام دسته‌های متفاوتی از هیدروکربن‌ها به دست می‌آید. ترکیب‌های موجود در این دسته‌ها چه ویژگی‌هایی دارند؟ جداسازی آنها از نفت خام بر چه مبنایی و با چه دستگاهی انجام می‌شود؟

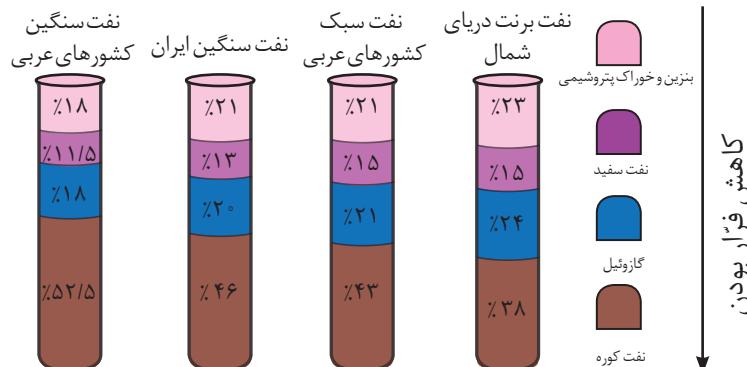


### با هم بیندیشیم

در شکل زیر چهار نوع نفت خام بر اساس مواد و اجزای سازنده مقایسه شده‌اند. با توجه به آن به پرسش‌ها پاسخ دهید.

#### آیا می‌دانید

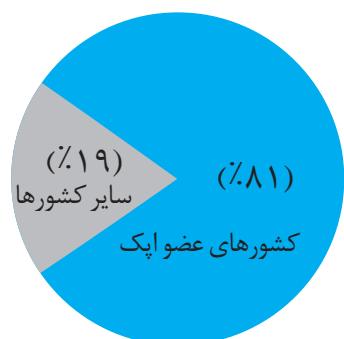
خلیج فارس یکی از پررفت‌وآمدترین مناطق دریایی جهان است و سالانه هزاران کشتی اقیانوس‌پیما وارد این منطقه می‌شوند. سوخت این کشتی‌ها نفت‌کوره بوده است و می‌توانند سوخت مورد نیاز خود را در شمال خلیج فارس دریافت کنند و به سفر دریایی خود ادامه دهند. از این‌رو سوخت‌رسانی به این کشتی‌ها یکی از مهم‌ترین زمینه‌های ارزآوری و اشتغال‌زایی صنایع دریایی می‌تواند باشد. کشور ایران با توجه به موقعیت جغرافیایی ویژه در خلیج فارس می‌تواند سهم زیادی از این منافع را نصیب خود کند.



- اندازه مولکول‌های نفت کوره با بنزین چه تفاوتی دارد؟
- کدام دسته از مواد در نفت سنگین بیشتر از نفت سبک وجود دارد؟
- ملاک دسته‌بندی نفت خام به دو دسته سبک و سنگین چیست؟
- چرا قیمت نفت برنت دریای شمال از دیگر نفت‌ها بیشتر اما قیمت نفت سنگین کشورهای عربی کمتر است؟

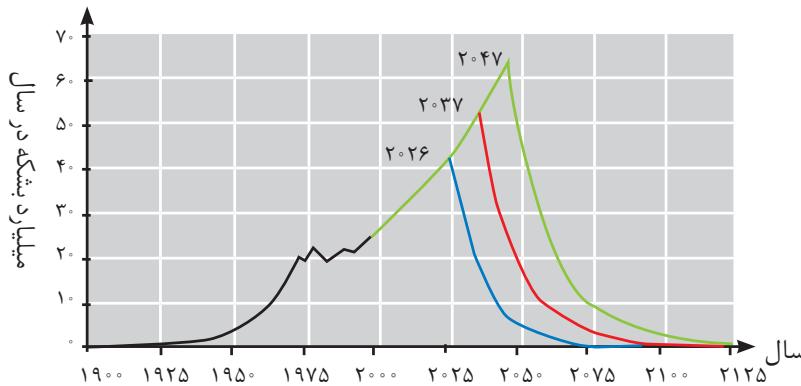
## آیا می‌دانید

سهم کشورهای عضو اپک از ذخایر نفت جهان به شرح زیر است:



پس از جدا کردن نمک‌ها، اسیدها و آب، نفت خام را پالایش<sup>۱</sup> می‌کنند. درواقع با استفاده از تقطیر جزء به جزء، هیدروکربن‌های آن را به صورت مخلوط‌هایی با نقطهٔ جوش نزدیک به هم جدا می‌کنند. برای این کار، نفت خام را درون محفظه‌ای بزرگ گرم می‌دهند و آن را به برج تقطیر هدایت می‌کنند. برجی که در آن از پایین به بالا دما کاهش می‌یابد. هنگامی که نفت خام داغ به قسمت پایین برج وارد می‌شود، مولکول‌های سبک‌تر و فرازتر از جمله مواد پتروشیمیایی، از مایع بیرون آمده و به سوی بالای برج حرکت می‌کنند. به تدریج که این مولکول‌ها بالاتر می‌روند، سرد شده و به مایع تبدیل می‌شوند و در سینی‌هایی که در فاصله‌های گوناگون برج قرار دارند وارد شده و از برج خارج می‌شوند. بدین ترتیب مخلوط‌هایی با نقطهٔ جوش نزدیک به هم از نفت خام جداسازی می‌شوند.

دستیابی به دانش و فناوری پالایش نفت خام، سبب ایجاد تحولی بزرگ در صنعت حمل و نقل، پتروشیمی و دیگر صنایع شد. پالایش نفت خام، از سویی سوخت ارزان و مناسب را در اختیار صنایع قرار می‌داد و از سوی دیگر، منجر به تولید انرژی الکتریکی ارزان قیمت می‌شد. همهٔ این روند سبب شد تا ارزش و اهمیت طلای سیاه روز به روز بیشتر شود تا جایی که استفاده و شناخت بیشتر آن، چهرهٔ زندگی را آشکارا تغییر داد. این هدیهٔ الهی در سدهٔ گذشته کانون توجه و تحولات اجتماعی، سیاسی و اقتصادی در سطح جهان بود. اما استخراج و مصرف بی‌حساب این منبع خدادادی سبب شده تا این اندوخته رو به پایان باشد (نمودار ۲).



نمودار ۲- مقدار نفت خام تولید شده (خط سیاه) و برآورد شده (خط‌های آبی، قرمز و سبز). خط آبی کمترین، خط سبز بیشترین و خط قرمز میانگین برآورد.

### در میان تارنماها

- با مراجعه به وبگاه [www.worldmeter.info/fa](http://www.worldmeter.info/fa) مصرف لحظه‌ای نفت خام و سوخت‌های فسیلی را مشاهده کنید.



## آیا می‌دانید

فرمول کلی زغال سنگ را به صورت  $C_{135}H_{96}O_9NS$  بروآورده می‌کنند.

زغال سنگ یکی از سوخت‌های فسیلی است. برآوردها نشان می‌دهد که طول عمر ذخایر زغال سنگ به ۵۰۰ سال می‌رسد. از این‌رو زغال سنگ می‌تواند به عنوان سوخت، جایگزین نفت شود. اما جایگزینی نفت با زغال سنگ سبب ورود مقدار بیشتری از انواع آلاینده‌ها به هوا کرده شده و تشدید اثر گلخانه‌ای می‌شود (جدول زیر). چرا؟

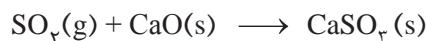
جدول ۲- مقایسه بنزین با زغال سنگ

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

بنابراین باید به دنبال راه‌های بهبود کارایی زغال سنگ مانند موارد زیر باشیم.

- شست و شوی زغال سنگ به منظور حذف گوگرد و ناخالصی‌های دیگر

- به دام انداختن گاز گوگرد دی‌اکسید خارج شده از نیروگاه‌ها با عبور گازهای خروجی از روی کلسیم اکسید



یکی از مشکلات زغال سنگ، شرایط دشوار استخراج آن است. به گونه‌ای که در سده اخیر بیش از ۵۰۰۰۰ نفر در سطح جهان در اثر انفجار یا فروریختن معدن جان خود را از

دست داده‌اند. این انفجارها اغلب به دلیل تجمع گاز متان آزاد شده از زغال سنگ در معدن رخ می‌دهد. متان گازی سبک، بی بو و بی رنگ است و هرگاه مقدار آن در هوای معدن به بیش از ۵ درصد برسد، احتمال انفجار وجود دارد. بدیهی است هرچه درصد متان بالاتر برود، احتمال انفجار نیز بیشتر خواهد شد. بنابراین ضروری است استانداردها و اصول ایمنی در معدن به طور دقیق رعایت و مقدار گاز متان در هوای معدن پیوسته اندازه‌گیری و کنترل شود.

البته یکی از راه‌های کاهش متان در هوای معدن استفاده از تهویه مناسب و قوی است.

## آیا می‌دانید

مقدار جیوه در زغال سنگ ۵۰-۲۰ ppm

است. با این توصیف، نیروگاه‌هایی که زغال سنگ می‌سوزانند روزانه هزاران گرم جیوه به هوا کرده وارد می‌کنند.

## پیوند با صنعت

حمل و نقل هوایی سریع‌ترین حالت حمل و نقل بوده و مزایای آن مانند عدم نیاز به جاده‌سازی و تعمیرات آن، مسافت آسان، خدمات رسانی خوب در موقع اضطراری حتی در نقاط دور دست و ... است. اما به دلیل هزینهٔ بسیار زیاد آن، برخی شرکت‌ها مانند پست و همچنین شمار محدودی از افراد جامعه می‌توانند از آن استفاده کنند. با وجود این مسئله، این صنعت روبه

گسترش است و رقابت زیادی بین شرکت‌های هواپیمایی گوناگون در ساخت و بهره‌گیری از هواپیما وجود دارد. این روند اهمیت سوخت هواپیما را نشان می‌دهد.

سوخت هواپیما از پالایش نفت خام در برج‌های تقطیر پالایشگاه‌ها تولید می‌شود. این سوخت به طور عمده از نفت سفید که مخلوطی از آلکان‌هاست تهیه می‌شود. امروزه تولید سوخت هواپیما یکی از صنایع مهم و ارزآور است که به دانش فنی بالایی نیز احتیاج دارد. از این رو شرکت‌های دانش بنیان می‌توانند با ورود به این عرصه کارآفرینی کرده و در شکوفایی اقتصاد کشور قدم‌های مؤثری را بردارند.

یکی از مسائل مهم در تأمین سوخت، انتقال آن به مراکز توزیع و استفاده آن است که در حدود ۶۶ درصد آن از طریق خطوط لوله و بقیه با استفاده از راه‌آهن، نفتکش جاده‌پیما و کشتی‌های نفتی انجام می‌شود (شکل ۲۰).



شکل ۲۰-نمایی از خطوط انتقال سوخت

نفت سفید شامل آلکان‌هایی با ده تا پانزده کربن است.

## آیا می‌دانید

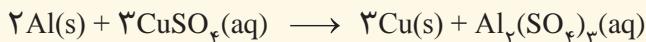
انتقال فراورده‌های نفتی توسط شرکت خطوط لوله و مخابرات نفت از طریق چهارده هزار کیلومتر خطوط لوله انجام می‌شود. به طوری که در سال ۱۳۹۵ خورشیدی بیش از ۱۲۰ میلیارد لیتر فراورده‌های نفتی به سراسر کشور انتقال داده شده است که سوخت هواپیما نزدیک به ۲/۲ میلیارد لیتر از این مقدار را به خود اختصاص داده است.

## در میان تارنمایها

با مراجعه به منابع معتبر و پایگاه‌های اینترنتی شرکت خطوط لوله و مخابرات نفت ایران اطلاعاتی درباره مشکلات، نکات ایمنی، مسائل زیستمحیطی و... مرتبط با انتقال فراورده‌های نفتی تهیه و آن را به کلاس گزارش کنید.

## تمرین‌های دوره‌ای

- ۱- یون سولفات موجود در  $g\ 2/45$  از نمونه‌ای کود شیمیایی را با استفاده از یون باریم، جداسازی کرده و  $2/18$  گرم باریم سولفات به دست آمده است. درصد خلوص کود شیمیایی بر حسب یون سولفات چند است؟
- ۲- از واکنش  $8/1$  گرم فلز آلومینیم با خلوص  $90^{\circ}$  درصد با محلول مس (II) سولفات مطابق واکنش زیر، چند گرم فلز مس آزاد می‌شود؟



۳- سیلیسیم عنصر اصلی سازنده سلول‌های خورشیدی است که از واکنش زیر تهیه می‌شود



(الف) واکنش پذیری کربن با سیلیسیم را مقایسه کنید.

(ب) مقدار ناخالصی در  $100^{\circ}/0$  گرم سیلیسیم حاصل  $1000$  گرم است. درصد خلوص سیلیسیم را حساب کنید.

۴- نمودار زیر روند کلی تغییر واکنش‌پذیری عنصرهای دوره دوم جدول دوره‌ای را نشان می‌دهد.



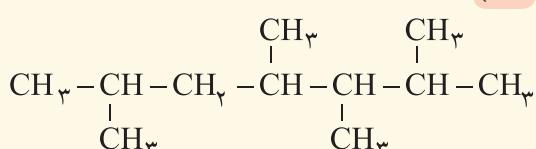
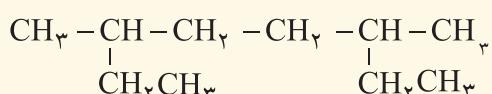
(الف) چرا واکنش‌پذیری عنصرهای گروه ۱۸ در حدود صفر است؟

(ب) روند تغییر واکنش‌پذیری را توضیح دهید.

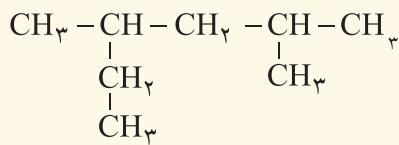
۵- هر یک از هیدروکربن‌های زیر را به روش آیوپاک نام‌گذاری کنید.

(ب)

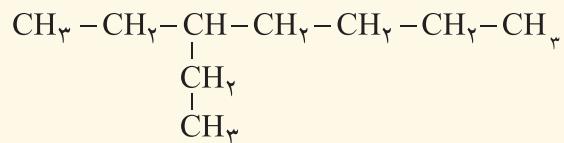
(الف)



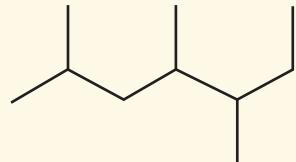
(ت)



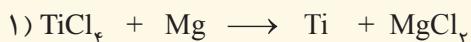
(ج)



(ث)



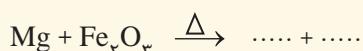
۶- با توجه به واکنش‌های زیر به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.



الف) هر یک از آنها را موازن کنید.

ب) ترتیب واکنش‌پذیری عنصرهای Mg، Fe و Ti را مشخص کنید.

پ) پیش‌بینی کنید آیا واکنش زیر در شرایط مناسب انجام می‌شود چرا؟ (در صورت انجام شدن واکنش را کامل و موازن کنید).



ت) تیتانیم فلزی محکم، کم چگال و مقاوم در برابر خوردگی است. یکی از کاربردهای آن استفاده در بدنه دوچرخه است. اگر در کارخانه‌ای از مصرف  $7/54 \times 10^6$  گرم تیتانیم (IV) کلرید،  $7/91$  گرم فلز تیتانیم به دست آید، بازده درصدی واکنش را حساب کنید.

۷- معدن مس سرچشمۀ کرمان، یکی از بزرگ‌ترین مجتمع‌های صنعتی معدنی جهان به شمار می‌رود و بزرگ‌ترین تولیدکننده مس است. برای تهیۀ مس خام از سنگ معدن آن، واکنش زیر انجام می‌شود.



الف) با مصرف ۴۰۰ kg مس (II) سولفید با خلوص ۸۵٪ حدود ۱۹۰ kg مس خام تهیۀ می‌شود. بازده درصدی واکنش را حساب کنید.

ب) چرا این واکنش روی محیط زیست تأثیر زیان‌باری دارد؟

۸- هگزان ( $\text{C}_6\text{H}_{14}$ ) و ۱-هگزن ( $\text{C}_6\text{H}_{12}$ ) دو مایع بی‌رنگ هستند.

الف) روشی برای تشخیص این دو مایع پیشنهاد کنید.

ب) جای خالی را در واکنش زیر پر کنید.

