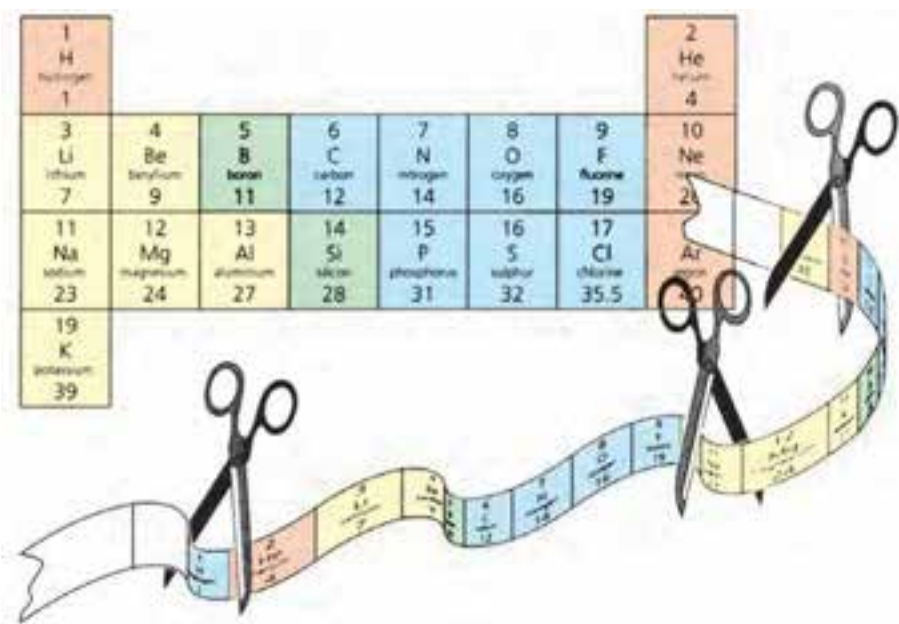


# بخش ۲

## خواص تناوبی عنصرها



چگونه می‌توان دو عضو یک خانواده را بدون داشتن آگاهی از رابطه خانوادگی آنها شناسایی کرد؟ شاید برای دادن پاسخ به این پرسش نخست به دنبال ویژگی‌های ظاهری مشترکی در آنها بگردید یا طرز رفتار آن دو، شما را به وجود وابستگی خانوادگی میان آنها راهنمایی کند. در واقع در این مثال وجود برخی از ویژگی‌های ظاهری و رفتاری مشترک می‌تواند وابستگی افراد را به یک‌دیگر آشکار سازد. این مثال در مورد عنصرها نیز درست است، یعنی عنصرهایی که اعضای یک خانواده از جدول تناوبی عنصرها به شمار می‌آیند ویژگی‌های مشترکی دارند. برای درک بهتر این موضوع بجاست به طور خلاصه تاریخچه دسته‌بندی عنصرها را با هم مرور کنیم.



## سرگذشت جدول تناوبی عناصرها

خواص عناصرها تغییرات گسترده‌ای را نشان می‌دهند. این تغییرات به‌طور تصادفی و بی‌نظم نیستند بلکه خواص عناصرها با نظم و ترتیب خاصی تغییر می‌کند. از این رو می‌توان عناصرها را در چند خانواده گروه‌بندی کرد به طوری که در هر خانواده خواص عناصرهای موجود مشابه یک دیگر باشد و تنها تغییر مختصری در خواص آنها روی دهد.



دیمیتری ایوانوویچ مندلیف  
(۱۸۳۴-۱۹۰۷)

اگرچه تا پیش از سال ۱۸۷۱ شماری از شیمی دان‌ها دسته‌بندی‌های ویژه‌ای را برای عناصرها پیشنهاد کرده بودند، اما گستردگی خصلت تناوبی در بین همه عناصرها در این سال شناخته شد. در واقع در این سال یک معلم شیمی اهل روسیه به نام دیمیتری ایوانوویچ مندلیف به وجود خصلت تناوبی در میان عناصرها به شیوه‌ای که امروز می‌شناسیم، پی برد.

## تحقیق کنید

در یک فعالیت گروهی تحقیق کنید که پیش از مندلیف چه کسانی برای دسته‌بندی عناصرها تلاش کرده‌اند. نتیجه کار گروه خود را به صورت یک روزنامه دیواری به کلاس ارائه دهید.

مندلیف پس از سال‌ها مطالعه متوجه شد که اگر عناصرها را برحسب افزایش تدریجی جرم اتمی آنها در ردیف‌هایی کنار یک دیگر بگذارد و آنها را که خواص فیزیکی و شیمیایی نسبتاً مشابه دارند در یک گروه زیر یک دیگر قرار دهد، جدولی مطابق شکل ۱ برای طبقه‌بندی عناصرها به دست می‌آید. شکل ۱ سازماندهی اولیه عناصرها را نشان می‌دهد. این سازماندهی نخستین بار توسط مندلیف طراحی و ارائه شده است.

TABELLE II								
REIHE	GRUPPE I R <sub>2</sub> O	GRUPPE II RO	GRUPPE III R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	GRUPPE IV RH <sup>4</sup> RO <sub>2</sub>	GRUPPE V RH <sup>3</sup> R <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	GRUPPE VI RH <sup>2</sup> RO <sub>3</sub>	GRUPPE VII RH R <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	GRUPPE VIII RO <sub>4</sub>
1	H=1							
2	Li=7	Be=9,4	B=11	C=12	N=14	O=16	F=19	
3	Na=23	Mg=24	Al=27,3	Si=28	P=31	S=32	Cl=35,5	
4	K=39	Ca=40	Sc=44	Ti=48	V=51	Cr=52	Mn=55	Fe=56, Co=59, Ni=59, Cu=63.
5	(Cu=63)	Zn=65	Y=68	Zr=72	Nb=75	Se=76	Br=80	
6	Rb=85	Sr=87	Yt=88	Zr=90	Nb=94	Mo=96	100	Ru=104, Rh=104, Pd=106, Ag=108.
7	(Ag=108)	Cd=112	In=113	Sn=118	Sb=122	Te=125	J=127	
8	Ce=133	Ba=137	La=138	Ce=140				
9	(-)							
10			Er=178	La=180	Ta=182	W=184		Os=195, Ir=197, Pt=198, Au=199.
11	(Au=199)	Hg=200	Tl=204	Pb=207	Bi=208			
12				Th=231		U=240		

شکل ۱ جدولی که توسط مندلیف برای دسته‌بندی عناصرها پیشنهاد شد.



گالیم فلزی با نقطه ذوب پائین است به طوری که اگر آن را در کف دست قرار دهید، به آرامی ذوب می شود.

یکی از موارد بی نظمی که در جدول مندلیف مشاهده می شد جای خالی یک عنصر میان کلسیم و تیتانیم بود. مندلیف معتقد بود این محل به عنصری تعلق دارد که تا آن زمان کشف نشده بود. امروزه این عنصر را با نام اسکاندیم می شناسیم. او همچنین خواص گالیم و ژرمانیم و هفت عنصر دیگر را پیش بینی کرد که این پیش گویی ها در هشت مورد درست بود. مندلیف نیز به خاطر این پیش بینی های درست خود تا این اندازه مشهور شده است.

به جاهای خالی جدول اولیه مندلیف توجه کنید، شکل ۱. عنصرهایی با جرم های اتمی ۴۴، ۶۸ و ۷۲ به این مکان ها تعلق دارند. مندلیف برای رعایت اصل تشابه خواص فیزیکی و شیمیایی ناگزیر شد که برخی از خانه های جدول پیشنهادی خود را خالی بگذارد. او پیش بینی کرد که این جاهای خالی باید به عنصرهایی تعلق داشته باشد که تا آن زمان شناخته نشده بودند. او همچنین برخی از خواص این عنصرهای ناشناخته را پیش بینی کرد. در جدول ۱ یکی از این عنصرها و خواص آن را مشاهده می کنید. جالب است که پس از یافتن این عنصر، خواص پیش بینی شده با خواصی که برای آن مشاهده شد، مطابقت داشت.

**جدول ۱** مقایسه خواص مشاهده شده گالیم با خواص پیش بینی شده توسط مندلیف پیش از کشف آن

عنصر پیش بینی شده	نام عنصر (سال کشف)	خواص	پیش بینی شده	مشاهده شده
اِکا <sup>*</sup> آلومینیم	گالیم ۱۸۷۵	چگالی نقطه ذوب فرمول اکسید	۶/۰g/mL کم Ea <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	۵/۹۶g/mL ۳°C Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub>

\* «اِکا» در زبان روسی به معنی «مشابه» است.

در جدول مندلیف که در آن عنصرها برحسب افزایش جرم اتمی در کنار هم قرار گرفته بودند افزون بر وجود جاهای خالی، در چند مورد نیز بی نظمی هایی مشاهده می شد. زیرا او در مواردی مجبور بود برای قراردادن عنصرهایی با خواص مشابه در یک ستون، ترتیب قرارگرفتن عنصرها را برحسب افزایش جرم اتمی بر هم بزند. به عنوان مثال، در جدول پیشنهادی او نیکل بعد از کبالت و نیز ید بعد از تلور آمده است در صورتی که جرم اتمی نیکل و ید به ترتیب از کبالت و تلور کمتر است. فرض مندلیف این بود که چنین بی نظمی هایی به علت خطا در اندازه گیری جرم اتمی روی داده است. اما مدتی بعد معلوم شد که این اندازه گیری ها کاملاً درست بوده است.

## جدول تناوبی امروزی عنصرها

چهل سال پس از مندلیف، موزلی و رادرفورد کشف کردند که بار مثبت هسته یا عدد اتمی اتم هر عنصر منحصر به فرد است و اتم عنصرهای مختلف، عدد اتمی متفاوتی دارد. هنگامی که آنها عنصرها را برحسب افزایش عدد اتمی مرتب کردند، بی نظمی های موجود در جدول مندلیف، که در نتیجه مرتب کردن عنصرها برحسب افزایش جرم اتمی پیش آمده بود، به آسانی توجیه شد. از آن زمان تاکنون عنصرها را برحسب افزایش عدد اتمی



به شکل جدولی در کنار هم می‌چینند. به این جدول، **جدول تناوبی عنصرها** می‌گویند. شکل ۲، متداول‌ترین شکل جدول تناوبی است که در حال حاضر توسط شیمی دان‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. این جدول براساس **قانون تناوبی** عنصرها استوار است. بر طبق این قانون هرگاه عنصرها را برحسب افزایش عدد اتمی در کنار یک‌دیگر قرار دهیم خواص فیزیکی و شیمیایی آنها به صورت تناوبی تکرار می‌شود.

از آن‌جا که رفتار شیمیایی هر عنصر به وسیله آرایش الکترونی آن تعیین می‌شود، مهم‌ترین نکته در جدول تناوبی تشابه آرایش الکترونی لایه ظرفیت عنصرهای یک خانواده در بسیاری از گروه‌های این جدول است. بنابراین با نگاهی به جدول تناوبی متوجه می‌شویم که خواص شیمیایی عنصرهای هم‌گروه به این دلیل مشابه هستند که آرایش الکترونی لایه ظرفیت آنها به یک‌دیگر شبیه است.

### ویژگی‌های گروهی عنصرها

در حدود ۹۱ عنصر از جدول تناوبی در طبیعت یافت می‌شوند. عنصرها را به شرح زیر به سه دسته تقسیم می‌کنند: فلزها، نافلزها و شبه فلزها

**فلزها:** بیش از ۸۰ درصد عنصرها فلز هستند. مانند عنصرهای قلیایی، قلیایی خاکی، واسطه و عنصرهای دیگری مانند آلومینیم، قلع، بیسموت و... خواصی از جمله رسانایی خوب گرما و برق، دارا بودن سطح براق، قابلیت چکش‌خواری و شکل‌پذیری از ویژگی‌های مشترک همه فلزهاست.

**نافلزها:** این عنصرها به طور معمول رساناهای خوبی برای گرما و برق نیستند. برخلاف فلزها به حالت جامد، شکننده‌اند و عموماً سطح براقی هم ندارند. بیشتر نافلزها مانند نیتروژن، اکسیژن، فلوئور و کلر در فشار ۱ atm و دمای اتاق به صورت گاز هستند.

**شبه فلزها:** اگر یک عنصر را نتوان جزو فلزها یا نافلزها طبقه‌بندی کرد آن را جزو شبه فلزها قرار می‌دهند. این عنصرها برخی از خواص فلزها و نافلزها را دارند. یک مثال خوب از شبه فلزها عنصر سیلیسیم است که عنصری درخشان و شکننده است. افزون بر این، سیلیسیم عنصری نیمه‌رسانا نیز هست.

در ادامه به بررسی ویژگی‌های برجسته فلزهای قلیایی و قلیایی خاکی، فلزهای واسطه، اکتینیدها، لانتانیدها، هالوژن‌ها و گازهای نجیب می‌پردازیم.



عنصرهای گروه اصلی

فلزهای قلیایی  
فلزهای قلیایی خاکی

فلزها  
شبه فلزها  
نا فلزها

جامد  
مایع  
گاز

عنصرهای واسطه

عدد اتمی  
نماد شیمیایی  
نام  
جرم اتمی  
میانگین

عنصرهای گروه اصلی

گازهای نجیب  
هالوژن ها

1	H Hydrogen 1.008	2	He Helium 4.002											11	B Boron 10.811	12	C Carbon 12.011	13	N Nitrogen 14.007	14	O Oxygen 15.999	15	F Fluorine 18.998	16	Ne Neon 20.180	17	Ar Argon 39.948	18	Kr Krypton 83.80	19	Xe Xenon 131.29	20	Rn Radon 222																																																																																																
3	Li Lithium 6.941	4	Be Beryllium 9.012	5	Ba Barium 137.327	6	Ca Calcium 40.078	7	Sc Scandium 44.956	8	Ti Titanium 47.867	9	V Vanadium 50.942	10	Cr Chromium 51.996	11	Mn Manganese 54.938	12	Fe Iron 55.845	13	Co Cobalt 58.933	14	Ni Nickel 58.693	15	Cu Copper 63.546	16	Zn Zinc 65.38	17	Ga Gallium 69.723	18	Ge Germanium 72.64	19	As Arsenic 74.922	20	Se Selenium 78.96	21	Br Bromine 79.904	22	Kr Krypton 83.80	23	Rb Rubidium 85.468	24	Sr Strontium 87.62	25	Y Yttrium 88.906	26	Zr Zirconium 91.224	27	Nb Niobium 92.906	28	Mo Molybdenum 95.94	29	Tc Technetium 98	30	Ru Ruthenium 101.07	31	Rh Rhodium 102.905	32	Pd Palladium 106.36	33	Ag Silver 107.868	34	Cd Cadmium 112.411	35	In Indium 114.818	36	Sn Tin 118.710	37	Sb Antimony 121.757	38	Te Tellurium 127.6	39	I Iodine 126.905	40	Xe Xenon 131.29	41	Rn Radon 222																																																				
19	Ac Actinium 227	20	Th Thorium 232.0377	21	Pa Protactinium 231.036	22	U Uranium 238.02891	23	Np Neptunium 237	24	Pu Plutonium 244	25	Am Americium 243	26	Cm Curium 247	27	Bk Berkelium 247	28	Cf Californium 251	29	Es Einsteinium 252	30	Fm Fermium 257	31	Md Mendelevium 258	32	No Nobelium 259	33	Lr Lawrencium 260	34	Rf Rutherfordium 261	35	Hf Hafnium 178.49	36	Ta Tantalum 180.94788	37	W Tungsten 183.84	38	Re Rhenium 186.207	39	Os Osmium 190.23	40	Ir Iridium 192.222	41	Pt Platinum 195.084	42	Au Gold 196.966569	43	Hg Mercury 200.59	44	Tl Thallium 204.3833	45	Pb Lead 207.2	46	Bi Bismuth 208.9804	47	Po Polonium 209	48	At Astatine 210	49	Rn Radon 222	50	Fr Francium 223	51	Ra Radium 226	52	Ac Actinium 227	53	Th Thorium 232	54	Pa Protactinium 231	55	U Uranium 238	56	Np Neptunium 237	57	Pu Plutonium 244	58	Am Americium 243	59	Cm Curium 247	60	Bk Berkelium 247	61	Cf Californium 251	62	Es Einsteinium 252	63	Fm Fermium 257	64	Md Mendelevium 258	65	No Nobelium 259	66	Lr Lawrencium 260	67	Rf Rutherfordium 261	68	Hf Hafnium 178.49	69	Ta Tantalum 180.94788	70	W Tungsten 183.84	71	Re Rhenium 186.207	72	Os Osmium 190.23	73	Ir Iridium 192.222	74	Pt Platinum 195.084	75	Au Gold 196.966569	76	Hg Mercury 200.59	77	Tl Thallium 204.3833	78	Pb Lead 207.2	79	Bi Bismuth 208.9804	80	Po Polonium 209	81	At Astatine 210	82	Rn Radon 222		
7	Fr Francium 223	8	Ra Radium 226	9	La Lanthanum 138.90547	10	Ce Cerium 140.12	11	Pr Praseodymium 140.90766	12	Nd Neodymium 144.24	13	Pm Promethium 144.9127	14	Sm Samarium 150.36	15	Eu Europium 151.964	16	Gd Gadolinium 157.25	17	Tb Terbium 158.92535	18	Dy Dysprosium 162.5001	19	Ho Holmium 164.93032	20	Er Erbium 167.259	21	Tm Thulium 168.93032	22	Yb Ytterbium 173.05468	23	Lu Lutetium 174.967	24	Hf Hafnium 178.49	25	Ta Tantalum 180.94788	26	W Tungsten 183.84	27	Re Rhenium 186.207	28	Os Osmium 190.23	29	Ir Iridium 192.222	30	Pt Platinum 195.084	31	Au Gold 196.966569	32	Hg Mercury 200.59	33	Tl Thallium 204.3833	34	Pb Lead 207.2	35	Bi Bismuth 208.9804	36	Po Polonium 209	37	At Astatine 210	38	Rn Radon 222	39	Fr Francium 223	40	Ra Radium 226	41	Ac Actinium 227	42	Th Thorium 232	43	Pa Protactinium 231	44	U Uranium 238	45	Np Neptunium 237	46	Pu Plutonium 244	47	Am Americium 243	48	Cm Curium 247	49	Bk Berkelium 247	50	Cf Californium 251	51	Es Einsteinium 252	52	Fm Fermium 257	53	Md Mendelevium 258	54	No Nobelium 259	55	Lr Lawrencium 260	56	Rf Rutherfordium 261	57	Hf Hafnium 178.49	58	Ta Tantalum 180.94788	59	W Tungsten 183.84	60	Re Rhenium 186.207	61	Os Osmium 190.23	62	Ir Iridium 192.222	63	Pt Platinum 195.084	64	Au Gold 196.966569	65	Hg Mercury 200.59	66	Tl Thallium 204.3833	67	Pb Lead 207.2	68	Bi Bismuth 208.9804	69	Po Polonium 209	70	At Astatine 210	71	Rn Radon 222

لانئیدها

آکتینیدها

شکل ۲ جدول تناوبی عنصرها

## گروه اول - فلزهای قلیایی

ns<sup>1</sup>

Li لیتیم ۳
Na سدیم ۱۱
K پتاسیم ۱۹
Rb روبییدیم ۳۷
Cs سزیم ۵۵
Fr فرانسییم ۸۷

شکل ۳ عنصرهای قلیایی

فهرست عنصرهای این گروه از جدول تناوبی را در شکل ۳ مشاهده می کنید. این عنصرها همگی فلزهایی نرم و بسیار واکنش پذیرند. این فلزها آن چنان نرم هستند که با چاقو بریده می شوند و سطح براق آنها به سرعت با اکسیژن هوا وارد واکنش شده، تیره می شود. در آزمایشگاه معمولاً این فلزها را زیر نفت نگهداری می کنند تا از تماس مستقیم با اکسیژن هوا و رطوبت در امان باشند. زیرا فلزهای قلیایی حتی با آب سرد به شدت واکنش می دهند و ضمن آزاد کردن گاز هیدروژن (H<sub>2</sub>) محلولی با خاصیت قلیایی یا بازی به وجود می آورند، شکل ۴.

در گذشته انسان به این نکته پی برده بود که اگر خاکستر باقی مانده از سوختن چوب را با آب مخلوط کند، محلولی به دست می آید که می تواند چربی ها را در خود حل کند. آنها این محلول را **قلیا** نام نهادند. امروزه می دانیم که در خاکستر چوب برخی از ترکیب های عنصرهای گروه اول جدول تناوبی وجود دارد، از این رو عنصرهای این گروه را **فلزهای قلیایی** نامیده اند.

این فلزها دارای خواص فیزیکی و شیمیایی مشابه بسیاری هستند، که در بندهای بعدی به برخی از آنها می پردازیم، جدول ۲.

جدول ۲ خواص فلزهای قلیایی

نماد شیمیایی	نام عنصر	آرایش الکترونی لایه ظرفیت	انرژی نخستین یونش (kJ mol <sup>-1</sup> )	شعاع اتمی (pm)	نقطه جوش (°C)	نقطه ذوب (°C)
Li	لیتیم	۲s <sup>1</sup>	۵۲۰	۱۵۲	۱۳۱۷	۱۷۹
Na	سدیم	۳s <sup>1</sup>	۴۹۶	۱۸۶	۸۹۲	۹۷/۶
K	پتاسیم	۴s <sup>1</sup>	۴۱۹	۲۳۱	۷۷۰	۶۳
Rb	روبییدیم	۵s <sup>1</sup>	۴۰۳	۲۴۴	۶۸۸	۳۹
Cs	سزیم	۶s <sup>1</sup>	۳۷۵	۲۶۲	۶۷۸	۲۸



شکل ۴ فلزهای قلیایی را به علت واکنش پذیری زیادی که با آب و هوا دارند، در زیر نفت نگاه می دارند.

واکنش پذیری فلزهای قلیایی را می توان از روی آرایش الکترونی آنها نیز توضیح داد. چنان که در جدول ۲ آمده است این فلزها در بیرونی ترین لایه الکترونی خود (بالاترین سطح انرژی) یک الکترون دارند. بنابراین، آرایش الکترونی ns<sup>1</sup> پس از یک آرایش گاز نجیب، نشان دهنده عنصرهای گروه اول جدول تناوبی است. هنگامی که اتم یک فلز قلیایی، تک الکترون ظرفیتی خود را از دست می دهد لایه الکترونی بعدی، لایه بیرونی آن را تشکیل می دهد. در این حالت آرایش الکترونی مانند گاز نجیب پیش از آن فلز است. بنابراین اتم فلز قلیایی با از دست دادن یک الکترون به آرایش الکترونی پایدار یک گاز نجیب می رسد.

## آزمایش کنید

### واکنش پذیری فلزهای گروه اول جدول تناوبی

#### هدف‌ها

۱- مقایسه واکنش پذیری عنصرهای لیتیم، سدیم و پتاسیم

۲- آشنایی با برخی ویژگی‌های برجسته فلزهای قلیایی

مواد مورد نیاز: آب، مقدار کمی از فلزهای لیتیم، سدیم و پتاسیم

وسایل مورد نیاز: لوله آزمایش (سه عدد)، جای لوله آزمایش

#### روش کار

۱- سه لوله آزمایش را تا  $\frac{1}{4}$  حجم آن با آب پر کنید.

۲- تکه کوچکی (به اندازه یک دانه عدس) از فلزهای لیتیم، سدیم و پتاسیم را هم‌زمان

به هریک از لوله‌های آزمایش اضافه کنید و مشاهده‌های خود را یادداشت کنید.

۳- تکه کوچک دیگر از سدیم را دوباره در لوله آزمایش دوم بیندازید و انگشت خود را

روی دهانه لوله قرار دهید. هنگامی که فشار گاز را احساس کردید، انگشتتان را بردارید و

کبریت شعله‌وری به دهانه لوله نزدیک کنید. مشاهده خود را یادداشت کنید.

#### پرسش

۱- واکنش پذیری کدام یک از فلزهای لیتیم، سدیم و پتاسیم بیشتر است؟ چرا؟

۲- در ارتباط با روند واکنش‌پذیری فلزهای گروه اول فرضیه‌ای ارائه دهید.

۳- پیش‌بینی می‌کنید که واکنش سزیم با آب چگونه باشد؟ چرا؟



.....



.....



.....

شکل ۵ مقایسه واکنش‌پذیری لیتیم، سدیم و پتاسیم با آب. کدام تصویر مربوط به کدام فلز است؟

## بیشتر بدانید

به نظر می‌رسد تعداد زیادی از افراد جامعه از ضعف و ناتوانی ناشی از افسردگی و جنون رنج می‌برند. عنصر لیتیم می‌تواند به درمان بسیاری از این افراد کمک کند. هر ساله، پزشکان سراسر دنیا مقادیر زیادی لیتیم کربنات ( $\text{Li}_2\text{CO}_3$ ) برای درمان این‌گونه بیماران تجویز می‌کنند.

اگرچه تاکنون ساز و کار عملکرد لیتیم به خوبی شناخته نشده است، اما به نظر می‌رسد که یون لیتیم با تأثیر بر شیوه عکس‌العمل سلول‌های مغز به انتقال دهنده‌های عصبی، موجب آرامش اختلالات مغزی می‌شود. انتقال دهنده‌های عصبی، گروهی از مولکول‌ها هستند که انتقال تحریک‌های عصبی را آسان می‌کنند.

در واقع، به نظر می‌رسد که یون لیتیم مانع از انجام یک چرخه پیچیده از واکنش‌ها در مغز می‌شود و به این ترتیب، از انتقال دوباره یا تقویت تحریک‌های عصبی که به وسیله انتقال دهنده‌های عصبی و هورمون‌ها به مغز می‌رسند، جلوگیری می‌کند. براساس این نظریه، رفتارهایی نظیر جنون یا افسردگی، ناشی از



فعالیت بیش از حد این چرخه است. از این رو، لیتیم با جلوگیری از انجام این چرخه، موجب می‌شود که فرد، رفتاری مناسب و متعادل پیدا کند.

مدارک زیادی وجود دارد که نشان می‌دهد، رفتارهای ناهنجار تا اندازه‌ی زیادی ناشی از تنظیم نامناسب انتقال‌دهنده‌های عصبی و هورمون‌هاست. به عنوان نمونه، براساس پژوهشی در فنلاند، مقدار سروتونین در بدن اغلب تبهکاران خطرناک، به‌ویژه آنهایی که به عمد حریق ایجاد می‌کنند، از حد معمول کمتر است. سروتونین یک انتقال‌دهنده‌ی عصبی است. هم‌اکنون، مطالعه روی لیتیم به عنوان دارویی برای درمان رفتارهای ناهنجار ادامه دارد.



### گروه دوم - فلزهای قلیایی خاکی

در این گروه فلزهایی جای دارند که نسبت به گروه فلزهای قلیایی سخت‌تر و چگال‌تر هستند و نقطه ذوب آنها نیز بالاتر است. در جدول ۳ با عنصرهای این گروه و شباهت آرایش الکترونی بیرونی‌ترین سطح انرژی آنها با یک‌دیگر و تفاوت این آرایش الکترونی با فلزهای گروه اول آشنا می‌شوید. کلیه فلزهای قلیایی خاکی واکنش‌پذیرند اما واکنش‌پذیری شیمیایی آنها به اندازه عنصرهای گروه اول نیست. اما چرا واکنش‌پذیری آنها کمتر است؟ عنصرهای گروه قلیایی خاکی در لایه ظرفیت خود دو الکترون دارند ( $ns^2$ ) و برای رسیدن به آرایش الکترونی گاز نجیب پیش از خود باید دو الکترون از دست بدهند. در حالی که عنصرهای قلیایی برای رسیدن به آرایش الکترونی گاز نجیب پیش از خود تنها یک الکترون از دست می‌دهند.

جدول ۳ خواص فلزهای قلیایی خاکی

نماد شیمیایی	نام عنصر	آرایش الکترونی لایه ظرفیت	انرژی نخستین یونش ( $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ )	شعاع اتمی (pm)	نقطه جوش ( $^{\circ}\text{C}$ )	نقطه ذوب ( $^{\circ}\text{C}$ )
Be	بریلیم	$2s^2$	۸۹۹	۱۱۱	۲۷۷۰	۱۲۸۰
Mg	منیزیم	$3s^2$	۷۳۸	۱۶۰	۱۱۰۷	۶۵۰
Ca	کلسیم	$4s^2$	۵۹۰	۱۹۷	۱۴۸۴	۸۳۸
Sr	استرانسیم	$5s^2$	۵۴۸	۲۱۵	۱۳۸۰	۷۷۰
Ba	باریم	$6s^2$	۵۰۲	۲۱۷	۱۶۴۰	۷۱۴

$ns^2$

Be بریلیم ۴
Mg منیزیم ۱۲
Ca کلسیم ۲۰
Sr استرانسیم ۳۸
Ba باریم ۵۶
Ra رادیوم ۸۸

عنصرهای قلیایی خاکی

### اطلاعات جمع‌آوری کنید

در یک فعالیت گروهی تحقیق کنید که چرا این گروه از عنصرها را فلزهای قلیایی خاکی نامیده‌اند؟ در ضمن یکی از این فلزها را انتخاب کنید و در مورد خواص فیزیکی و شیمیایی و کاربردهای آن در زندگی و صنعت مقاله‌ای تهیه کرده در کلاس ارائه دهید.





### واکنش پذیری فلزهای گروه دوم جدول تناوبی

#### هدف‌ها

- ۱- مقایسه واکنش پذیری منیزیم و کلسیم
  - ۲- آشنا شدن با چگونگی واکنش هیدروکلریک اسید با فلزهای کلسیم و منیزیم
  - ۳- شناختن گاز حاصل از واکنش منیزیم یا کلسیم با هیدروکلریک اسید
- مواد مورد نیاز:** هیدروکلریک اسید غلیظ، نوار منیزیم، کلسیم (از کلسیم تازه استفاده کنید).

**وسایل مورد نیاز:** جای لوله آزمایش، لوله آزمایش (دو عدد)

#### روش کار

- ۱- دو لوله آزمایش را تا  $\frac{1}{4}$  حجم آنها با هیدروکلریک اسید یک مولار پر کنید.
- ۲- تکه کوچکی از فلز کلسیم و نوار منیزیم را هم‌زمان به لوله‌های آزمایش بیفزایید و مشاهده خود را یادداشت کنید.
- ۳- تکه کوچک دیگری از نوار منیزیم را در لوله آزمایش اول بیندازید و انگشت خود را روی دهانه لوله قرار دهید. هنگامی که فشار گاز را احساس کردید، انگشتتان را بردارید و کبریت شعله‌وری را به دهانه لوله نزدیک کنید. مشاهده خود را یادداشت کنید.

#### پرسش

- ۱- واکنش پذیری فلز کلسیم بیشتر است یا منیزیم؟ چرا؟
- ۲- روند واکنش پذیری فلزهای گروه دوم جدول تناوبی را چگونه ارزیابی می‌کنید؟



Be



Mg



Ca



Sr



Ba

عنصرهای قلیایی خاکی

## پیشتر بدانید

کلسیم در تشکیل استخوان نقش مهمی دارد. کمبود نمک‌های کلسیم در رژیم غذایی به ویژه در دوره رشد استخوان‌ها، ممکن است سبب نرمی استخوان و شکنندگی آن شود. شیر یک منبع مهم شناخته شده برای تأمین کلسیم مورد نیاز بدن است. در جدول صفحه بعد میزان نیاز گروه‌های مختلف سنی به کلسیم نشان داده شده است.

یکی از بیماری‌هایی که بر اثر کمبود کلسیم در بدن بویژه در افراد سالخورده بروز می‌کند، بیماری پوکی استخوان است. در این بیماری که بیشتر در افراد بالای پنجاه سال دیده می‌شود، استخوان‌های بدن جرم خود را از دست داده، شکننده می‌شوند.

امروزه پژوهشگران رشته پزشکی بر این باورند که برای جلوگیری از بروز این بیماری، کودکان، نوجوانان و افراد جوان باید روزانه به مقدار مورد نیاز کلسیم مصرف کنند تا در سنین بالا دچار بیماری

فراوان‌ترین فلز قلیایی خاکی، کلسیم است. ترکیب‌های کلسیم‌داری مانند سنگ آهک و سنگ مرمر به فراوانی در پوسته زمین یافت می‌شوند.

پوکی استخوان نشوند. با این کار استخوان‌های آنها در سنین اولیه زندگی محکم‌تر و قوی‌تر می‌شود و احتمال پوکی آنها در سنین بالاتر کاهش می‌یابد.

گروه سنی	مقدار بهینه نیاز روزانه به کلسیم* mg
کودکان	۸۰۰
نوجوانان و جوانان	۱۲۰۰ تا ۱۵۰۰
مردان { ۲۵-۵۰ ۵۱-۶۵ بالاتر از ۶۵	۸۰۰ ۱۰۰۰ ۱۵۰۰
زنان { ۲۵-۵۰ ۵۱-۶۵ زنان باردار	۱۰۰۰ ۱۵۰۰ ۱۹۰۰

\* مقدار کلسیم لازم برای ساختن و حفظ جرم استخوان‌ها و جلوگیری از بروز بیماری

اصولاً نیاز به کلسیم در سنین ۹ تا ۱۸ سالگی (یعنی هنگامی که بدن انسان تقریباً ۲۷ درصد از جرم استخوان‌های خود را می‌سازد) بیشتر از بقیه مراحل زندگی است.

### گروه‌های سوم تا دوازدهم - عنصرهای واسطه

این عنصرها مانند گروه‌های اول و دوم جدول تناوبی همگی فلز هستند، اما واکنش‌پذیری شیمیایی آنها کمتر است. به جز جیوه، این فلزها از فلزهای گروه‌های اول و دوم سخت‌تر، چگال‌تر و دیرذوب‌تر هستند. بی‌نظمی‌های متعددی نیز در آرایش الکترونی عنصرهای واسطه به چشم می‌خورد. در لایه ظرفیت عنصرهای گروه‌های ۳ تا ۱۲ برخلاف عنصرهای گروه‌های اول و دوم جدول تناوبی تعداد الکترون‌ها متغیر هستند. همچنین بسیاری از آنها دو الکترون و برخی دیگر یک الکترون در اوربیتال s لایه ظرفیت خود دارند.

می‌دانید که در عنصرهای واسطه اوربیتال‌های زیر لایه d در حال پرشدن هستند از این رو به آنها عنصرهای دسته d نیز گفته می‌شود. با مراجعه به جدول تناوبی عنصرها، شکل ۲، ملاحظه می‌شود که دو دسته دیگر از عنصرها که **عنصرهای واسطه داخلی** نامیده می‌شوند، در زیر جدول جای داده شده‌اند. این دو دسته از عنصرها به ترتیب **لانتانیدها** و **اکتینیدها** نامیده می‌شوند. لانتانیدها عنصرهای ۵۷ تا ۷۰ جدول تناوبی را تشکیل می‌دهند. نام این دسته از عنصرها از فلز لانتان (La) گرفته شده است. لانتانیدها فلزهایی براق هستند و واکنش‌پذیری شیمیایی قابل توجهی دارند.

عنصرهای ۸۹ تا ۱۰۲ دسته اکتینیدها را تشکیل می‌دهند. نام این دسته نیز از

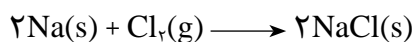
هسته پایدارترین شکل عنصر اورانیم تا نزدیک به ۴/۵ میلیارد سال پایدار است. اما، عمر هسته بقیه اکتینیدها (بجز توریم) به اندازه‌ای کوتاه است که هر مقدار از آن که در زمان پیدایش زمین تشکیل شده است، باید تاکنون متلاشی شده باشند.

عنصر ۸۹ اکتینیم ( $^{89}\text{Ac}$ ) گرفته شده است. در این عناصر ساختار هسته نسبت به آرایش الکترونی از اهمیت کاربردی بیشتری برخوردار است. همه اکتینیدها هسته ناپایداری دارند، به این علت از جمله عنصرهای پرتوزا به شمار می آیند. شاید مشهورترین اکتینید، اورانیم باشد که از فروپاشی هسته آن انرژی لازم برای تولید برق در نیروگاه‌ها، زیردریایی‌ها و ناوهای هواپیمابر فراهم می شود.

### عنصرهای گروه‌های سیزدهم تا هیجدهم

عنصرهای این گروه‌ها را به عنوان عنصرهای دسته p جدول می شناسیم، زیرا در آنها اوربیتال‌های p در حال پر شدن هستند. در شکل ۲ موقعیت عنصرهای یاد شده را در جدول تناوبی عنصرها مشاهده می کنید. این عناصر برخی فلزها، نافلزها و شبه فلزها را شامل می شود. احتمالاً با برخی از این عناصر از جمله کربن، نیتروژن، اکسیژن، آلومینیم، قلع و سرب آشنا هستید. دو عنصر سیلیسیم از گروه ۱۴ و اکسیژن از گروه ۱۶ جزو فراوان‌ترین عنصرهای موجود در پوسته زمین هستند. از میان گروه‌های ۱۳ تا ۱۸ گروه هالوژن‌ها و گروه گازهای نجیب نام‌های اختصاصی دارند. گروه هالوژن‌ها عنصرهای گروه ۱۷ و گازهای نجیب عنصرهای گروه ۱۸ را تشکیل می دهند.

هالوژن‌ها به آسانی با فلزها، به ویژه فلزهای قلیایی، واکنش می دهند و نمک‌ها را می سازند. هالوژن در زبان لاتین به معنی **نمک‌ساز** است. می دانید که نمک خوراکی از یک هالوژن به نام کلر و یک فلز قلیایی به نام سدیم تشکیل می شود.



از نظر شیمیایی هالوژن‌ها واکنش پذیرترین نافلزها هستند و در بیرونی‌ترین لایه الکترونی، تنها یک الکترون کمتر از اتم گاز نجیب پس از خود دارند. از این رو هنگامی که هالوژن‌ها در یک واکنش شیمیایی شرکت می کنند تمایل دارند الکترون مورد نیاز خود را برای رسیدن به آرایش الکترونی گاز نجیب پس از خود، دریافت کنند و تا حدودی به پایداری می رسند.

عنصرهای گروه ۱۸ یا گازهای نجیب در گذشته به گازهای بی اثر معروف بودند. این عناصر را از آن جهت بی اثر می نامیدند که تا مدت‌ها تصور می شد در هیچ واکنش شیمیایی شرکت نمی کنند. در واقع تاکنون هیچ ترکیب شیمیایی پایداری از عنصرهای هلیوم، نئون و آرگون شناخته نشده است. عنصرهای دیگر این گروه کریپتون، زنون و رادون نام دارند. این گازها واکنش پذیری بسیار کمی دارند و در سال‌های اخیر چند ترکیب شیمیایی از آنها ساخته شده است.

$ns^2 np^5$

<b>F</b> فلوئور ۹
<b>Cl</b> کلر ۱۷
<b>Br</b> برم ۳۵
<b>I</b> ید ۵۳
<b>At</b> استاتین ۸۵

هالوژن‌ها



### مقایسه فعالیت شیمیایی هالوژن ها

#### هدف ها

۱- آشنا شدن با برخی از هالوژن ها

۲- مقایسه روند تغییر واکنش پذیری در گروه هالوژن ها

وسایل مورد نیاز: ۳ عدد بشر، ۹ عدد لوله آزمایش، جای لوله آزمایش، ۲ عدد بالون

حجمی ۵ mL

مواد مورد نیاز: پتاسیم کلرید، پتاسیم یدات، پتاسیم برمات، پتاسیم برمید، پتاسیم

یدید، مایع سفید کننده، محلول غلیظ هیدروکلریک اسید

#### روش کار

۱- ۷۵ گرم KCl (پتاسیم کلرید) را به کمک ترازو توزین کرده، در آب حل کنید

و سپس محلول حاصل را در یک بالون حجمی ۵ میلی لیتری بریزید و به کمک آب مقطر به حجم برسانید.

۲- ۱/۲ گرم KBr (پتاسیم برمید) را به کمک ترازو توزین کرده، در آب حل کنید و

این محلول را مطابق بند ۱ روش کار در یک بالون ۵ میلی لیتری به حجم برسانید.

۳- ۱/۷ گرم KI (پتاسیم یدید) را به کمک ترازو توزین کرده، در آب حل کنید و این

محلول را مطابق بند ۱ روش کار در یک بالون ۵ میلی لیتری به حجم برسانید.

۴- ۱ میلی لیتر مایع سفید کننده تجاری را در یک بشر بریزید و به آن ۷/۵ میلی لیتر

محلول غلیظ هیدروکلریک اسید (این اسید توسط مربی آزمایشگاه در اختیار شما قرار می گیرد) اضافه کنید تا آب کلر به دست آید.

۵- ۱۵ میلی لیتر از محلول KBr (پتاسیم برمید) را در یک بشر بریزید، سپس به کمک

ترازو ۱ / ۱ گرم  $KBrO_3$  (پتاسیم برمات) را توزین کرده، به بشر اضافه کنید. سپس ۲/۵

میلی لیتر محلول غلیظ هیدروکلریک اسید به آن بیفزایید تا آب برم حاصل شود.

۶- ۱۵ میلی لیتر آب را در یک بشر بریزید و به آن مقدار کمی  $KIO_3$  (پتاسیم یدات)

اضافه کنید. سپس ۲ قطره محلول KI (پتاسیم یدید) و ۲/۵ میلی لیتر محلول غلیظ هیدروکلریک اسید به آن بیفزایید تا آب ید به دست بیاید.

۷- ۹ عدد لوله آزمایش را به سه دسته سه تایی تقسیم کنید و در هر دسته به ترتیب

۱ میلی لیتر محلول پتاسیم کلرید، پتاسیم برمید و پتاسیم یدید بریزید.

۸- به سه لوله آزمایش محتوی پتاسیم کلرید، به ترتیب ۱ میلی لیتر آب کلر به لوله اول،

۱ میلی لیتر آب برم به لولهٔ دوم و ۱ میلی لیتر آب ید به لولهٔ سوم اضافه کنید و مشاهده‌های خود را یادداشت کنید.

۹- مرحلهٔ ۸ را با سه لولهٔ آزمایش محتوی پتاسیم برمید تکرار کنید و مشاهده‌های خود را یادداشت کنید.

۱- مرحلهٔ ۸ را با سه لولهٔ آزمایش محتوی پتاسیم یدید تکرار کنید و مشاهده‌های خود را یادداشت کنید.

### پرسش

۱- در میان این هالوژن‌ها کدام یک بیشترین و کدام یک کمترین واکنش‌پذیری را دارد؟ با آوردن دلیل پاسخ خود را توضیح دهید.

۲- آیا بر اثر افزایش محلول پتاسیم یدید به محلول آب برم واکنشی روی می‌دهد؟ چرا؟

گازهای نجیب با آرایش الکترونی ویژهٔ خود شناخته می‌شوند. در این عنصرها (به جز هلیم که فقط اوربیتال s دارد) اوربیتال‌های s و p در بیرونی‌ترین لایهٔ الکترونی - لایهٔ ظرفیت - پر هستند ( $ns^2np^6$ ). به دلیل واکنش‌پذیری بسیار کم این گازها می‌توان نتیجه گرفت که پایداری آنها نتیجهٔ داشتن چنین آرایشی از الکترون‌هاست. از سوی دیگر، هنگامی که در یک واکنش شیمیایی اتم یک عنصر فلزی یا نافلزی یک یا چند الکترون از دست می‌دهد یا به دست می‌آورد آرایش الکترونی یون حاصل مشابه یک گاز نجیب می‌شود. علی‌رغم واکنش‌پذیری کم گازهای نجیب این عنصرهای تک‌اتمی کاربردهای بسیاری دارند. برای مثال از نئون در تابلوهای روشنایی تبلیغاتی و لیزرهای گازی استفاده می‌شود.

### هیدروژن، یک خانوادهٔ تک‌عضوی

هیدروژن عنصری است که در جدول تناوبی یکه و تنهاست. این عنصر از آن جهت در یک خانوادهٔ جداگانه قرار می‌گیرد که به لحاظ شیمیایی به عنصرهای دیگر شباهت ندارد. وجود یک الکترون در اطراف هستهٔ این اتم که تنها از یک پروتون تشکیل شده است، سبب می‌شود که این عنصر به آسانی با بیشتر عنصرها از جمله با اکسیژن واکنش دهد. به دلیل واکنش‌پذیری زیاد هیدروژن با عنصرهای گوناگون آن را نمی‌توان به حالت آزاد در طبیعت یافت در صورتی که ترکیب‌های آن به فراوانی یافت می‌شوند. آب فراوان‌ترین ترکیب هیدروژن دار است.

$1s^2$
<b>He</b> هلیم ۲
$ns^2np^6$
<b>Ne</b> نئون ۱۰
<b>Ar</b> آرگون ۱۸
<b>Kr</b> کریپتون ۳۶
<b>Xe</b> زنون ۵۴
<b>Rn</b> رادون ۸۶

گازهای نجیب

## آشنایی با برخی روندهای تناوبی

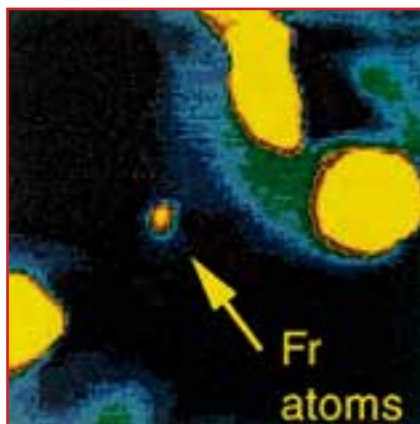
همان طوری که می دانید عنصرها در جدول تناوبی برحسب افزایش عدد اتمی در کنار یک دیگر قرار گرفته اند. به این ترتیب می توانیم روندهای ویژه ای را در میان آنها مشاهده کنیم. برای مثال واکنش فلزهای قلیایی با آب را مورد توجه قرار می دهیم. این واکنش به تولید گاز هیدروژن و تشکیل یک محلول قلیایی می انجامد. در این گروه واکنش پذیری چگونه تغییر می کند؟ در هر تناوب که از سمت چپ با یک فلز قلیایی (گروه ۱) شروع می شود و در سمت راست به یک هالوژن (گروه ۱۷) می رسد، خصلت فلزی به تدریج کاهش یافته، بر خصلت نافلزی عنصرها افزوده می شود. در انتهای تناوب نیز آخرین عنصر، یک گاز نجیب است. عنصری که یا میل ترکیبی ندارد یا میل ترکیبی آن بسیار اندک است.

### بیشتر بدانید

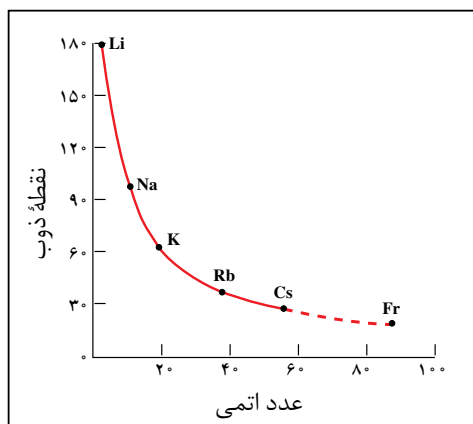
از ۱۱۵ عنصر که تاکنون شناخته شده، ۱۱ عنصر در شرایط معمولی به حالت گاز هستند. از این ۱۱ عنصر، ۶ عنصر متعلق به گروه ۱۸ جدول تناوبی (گازهای نجیب He، Ne، Ar، Kr، Xe و Rn) هستند و پنج عنصر دیگر عبارتند از هیدروژن ( $H_2$ )، نیتروژن ( $N_2$ )، اکسیژن ( $O_2$ )، فلوئور ( $F_2$ ) و کلر ( $Cl_2$ ). شگفت آور است که در میان عنصرهای موجود در طبیعت، تنها دو عنصر در دمای اتاق به حالت مایع است: جیوه (Hg) و برم ( $Br_2$ ).

متأسفانه، ویژگی های همه عنصرهای شناخته شده معلوم نیست. زیرا مقدار تهیه شده از برخی از آنها به اندازه ای ناچیز است که نمی توان آن را مورد بررسی قرار داد. برای پیش بینی ویژگی های این عنصرها باید بر روندهای تناوبی تکیه کرد.

فرانسیم (Fr)، آخرین عضو گروه ۱ جدول تناوبی، را در نظر بگیرید. همه ایزوتوپ های فرانسیم پرتوزا هستند. پایدارترین ایزوتوپ این عنصر، فرانسیم - ۲۲۲ با نیم عمر ۲۱ دقیقه است. (نیم عمر یک ماده پرتوزا، مدت زمان لازم برای فروپاشی و از بین رفتن نصف آن ماده است.) این نیم عمر کوتاه بیان گر آن است که تنها مقادیر بسیار کمی از فرانسیم می تواند در طبیعت وجود داشته باشد. همچنین، اگر چه ساخت فرانسیم در آزمایشگاه امکان پذیر است، اما تهیه و جداسازی مقداری از آن که قابل وزن کردن باشد، ممکن نیست. از این رو، اطلاعات موجود درباره ویژگی های فیزیکی و شیمیایی فرانسیم بسیار



تصویری از اتم های فرانسیم - ۲۱۰ که از بمباران طلا به وسیله اکسیژن به وجود آمده اند. قطر نقطه مرکزی ۱mm و شامل حدود ۱۰,۰۰۰ اتم است. نور زرد رنگ از اتم های فرانسیمی ساطع می شود که به وسیله پرتوی لیزر برانگیخته شده اند.



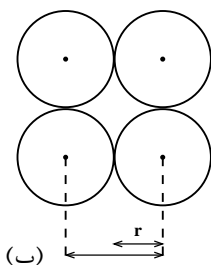
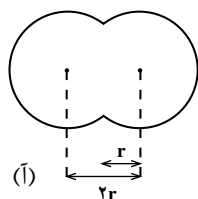
اندک است. با وجود این، به کمک روندهای تناوبی در یک گروه می‌توان برخی از این ویژگی‌ها را پیش‌بینی کرد.

نقطه ذوب فرانسیم را به عنوان نمونه در نظر بگیرید. نمودار روبه‌رو نشان می‌دهد که نقطه ذوب فلزهای قلیایی با افزایش عدد اتمی، کاهش می‌یابد. براساس این نمودار، نقطه ذوب فرانسیم حدود  $23^{\circ}\text{C}$  پیش‌بینی می‌شود. بنابراین، این عنصر در شرایط معمولی مایع است.

نمودار نقطه ذوب فلزهای قلیایی برحسب عدد اتمی آنها. اگر این نمودار را برون‌یابی کنیم، نقطه ذوب فرانسیم  $23^{\circ}\text{C}$  به دست می‌آید.

### روند تغییر شعاع اتمی در جدول تناوبی عنصرها

چنان که در بخش نخست کتاب نیز اشاره شد بیشتر فضای اتم خالی است. در واقع الکترون‌ها در محدوده‌هایی حرکت می‌کنند که شبیه به ابر به نظر می‌رسند. با این تشبیه می‌توان تصور کرد که تا چه اندازه، اندازه‌گیری ابعاد اتم‌ها دشوار است، زیرا مرزهای یک توده ابر مانند، نامشخص و متغیر است. اندازه یک اتم به وسیله شعاع آن تعیین می‌شود. بنا بر تعریف به نصف فاصله میان هسته دو اتم مشابه در یک مولکول دو اتمی شعاع اتمی گفته می‌شود. بر اساس این تعریف تعیین شعاع برخی از اتم‌ها در شکل ۶ نشان داده شده است. در روش دیگری برای تعیین شعاع اتم‌ها از اندازه‌گیری فاصله بین اتمی در بلور یک عنصر استفاده می‌شود. به دلیل همین تنوع در روش‌های تعیین شعاع‌های اتمی جدول‌های مربوط به این مقادیر معمولاً با یک دیگر اندکی تفاوت دارند. توجه داشته باشید که در شکل ۶ اتم‌ها به صورت گوی‌های ساده‌ای تصور شده‌اند.



شکل ۶ روش‌های تعیین شعاع اتمی

آ) در یک مولکول دو اتمی. در این جا به  $r$  شعاع کووالانسی می‌گویند.





































ب) در بلور یک عنصر. در این جا به  $r$  شعاع وان دروالسی می‌گویند.

با توجه به شکل، برای یک عنصر کدام شعاع بزرگ‌تر است؟ شعاع کووالانسی یا شعاع وان دروالسی؟

آیا تغییر شعاع اتمی عنصرها از یک روند تناوبی برخوردار است؟ در شکل ۷ شعاع اتمی عنصرهای گروه‌های اصلی آمده است. به نظر شما شعاع اتمی عنصرها در هر گروه از جدول تناوبی چگونه تغییر می‌کند؟ اگر به آرایش الکترونی عنصرهای جدول توجه کنیم متوجه می‌شویم که با حرکت از بالا به پایین در یک گروه جدول به ازای هر تناوب یک لایه الکترونی جدید به تعداد لایه‌های الکترونی عنصرها افزوده می‌شود. بنابراین، شعاع اتمی به دو دلیل در یک گروه از عنصرها افزایش می‌یابد:

آ) با زیاد شدن تعداد لایه‌های الکترونی، شعاع اتمی نیز افزایش می‌یابد. به عبارت

دیگر، الکترون‌ها در فاصله‌های دورتری نسبت به هسته قرار می‌گیرند.

	۱	۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷
۱	 H						
۲	 Li	 Be	 B	 C	 N	 O	 F
۳	 Na	 Mg	 Al	 Si	 P	 S	 Cl
۴	 K	 Ca	 Ga	 Ge	 As	 Se	 Br
۵	 Rb	 Sr	 In	 Sn	 Sb	 Te	 I
۶	 Cs	 Ba	 Tl	 Pb	 Bi	 Po	 At

شکل ۷ روند تغییر شعاع اتمی عناصرها در هر گروه و تناوب

ب) در یک گروه از بالا به پایین با افزایش عدد اتمی بار مثبت هسته افزایش می‌یابد، اما هم‌زمان نیز تعداد الکترون‌ها در اوربیتال‌های لایه یا لایه‌های موجود میان هسته و لایه الکترونی بیرونی (ظرفیت) اتم، افزایش می‌یابد. وجود الکترون‌ها در اوربیتال‌های درونی و دافعه آنها با الکترون‌های لایه ظرفیت، از تأثیر نیروی جاذبه هسته بر الکترون‌های موجود در لایه الکترونی بیرونی می‌کاهند و هم‌زمان با افزایش فاصله الکترون‌های بیرونی از هسته افزایش شعاع اتمی را سبب می‌شود. به این پدیده **اثر پوششی الکترون‌های درونی** گفته می‌شود. این اثر پوششی سبب می‌شود که هسته بر الکترون‌های لایه بیرونی نیروی جاذبه کمتری اعمال کند. از این رو، این الکترون‌ها تحرک بیشتری نسبت به الکترون‌های درونی دارند و به این دلیل می‌توانند در فواصل دورتری از هسته حضور یابند.

## فکر کنید

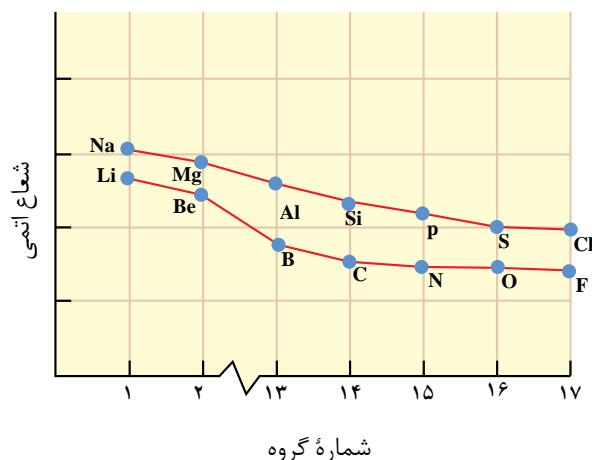
۱- به بار مثبتی که یک الکترون در فاصله معینی از هسته احساس می‌کند **بار مؤثر هسته** برای آن الکترون می‌گویند.

آ) بار مؤثر هسته برای کدام الکترون‌ها کمتر است؟ لایه‌های درونی یا لایه ظرفیت؟

ب) بار مؤثر هسته اتم هر عنصر در هر تناوب چگونه تغییر می‌کند؟ چرا؟

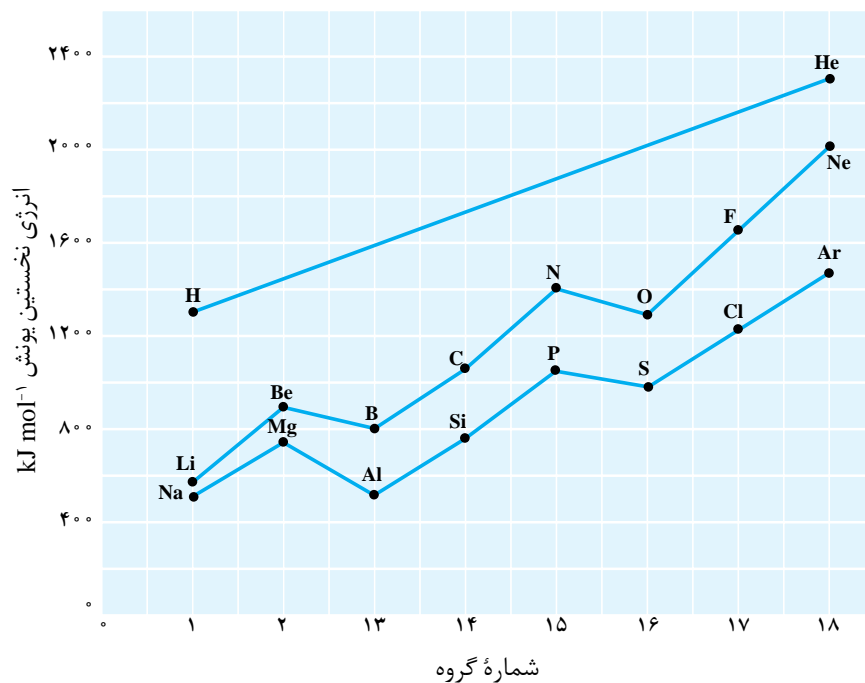


۲- چنان که در نمودار زیر مشاهده می‌شود، شعاع اتمی عنصرها در یک تناوب از چپ به راست کم می‌شود. این مشاهده را چگونه توجیه می‌کنید؟



### روند تناوبی تغییر انرژی یونش عنصرها

شکل ۸ نمودار تغییرات انرژی نخستین یونش عنصرهای گروه‌های اصلی (دسته p و s) در تناوب‌های اول تا سوم را نشان می‌دهد. به طوری که در شکل ۸ ملاحظه می‌شود در یک گروه از بالا به پایین با افزایش اندازه اتم انرژی نخستین یونش کم می‌شود، زیرا الکترون موجود در بیرونی‌ترین لایه الکترونی اتم



شکل ۸ تغییر انرژی نخستین یونش عنصرهای گروه‌های اصلی در برابر شماره گروه آنها



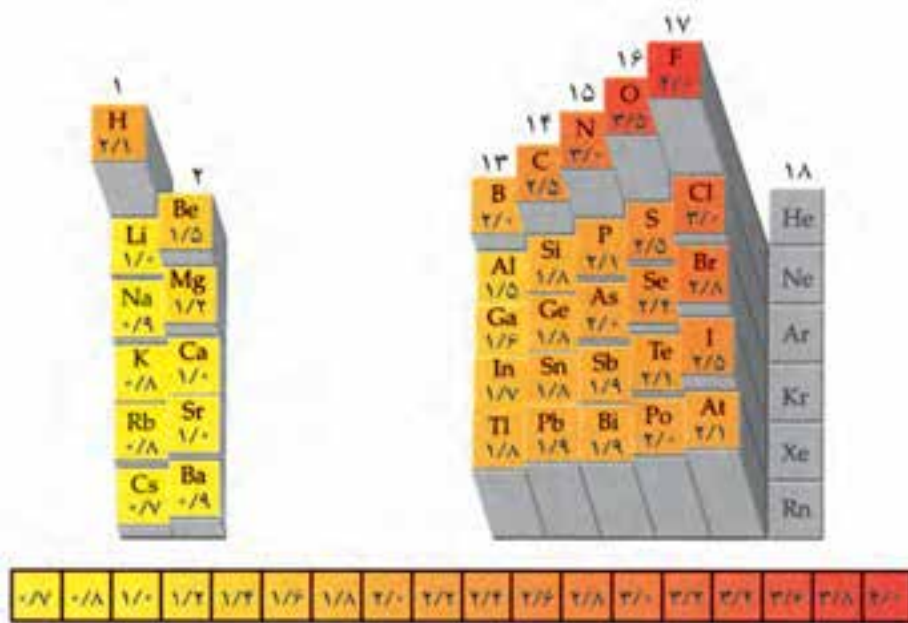
در فاصله دورتری از هسته قرار گرفته است و بنابراین جدا شدن آن از اتم، به صرف انرژی کمتری نیاز دارد. اما، در طول یک دوره از جدول تناوبی انرژی یونش به طور کلی از چپ به راست افزایش می‌یابد، زیرا در این جهت بار مؤثر هسته اتم‌ها رو به افزایش است و به این ترتیب اندازه اتم‌ها به تدریج کوچک‌تر می‌شود. در این شرایط جدا شدن الکترون از اتم به صرف انرژی بیشتری نیاز خواهد داشت.

## فکر کنید

آیا میان شعاع اتمی عنصرها و انرژی نخستین یونش آنها رابطه‌ای وجود دارد؟ پاسخ خود را توضیح دهید.

### روند تناوبی تغییر الکترونگاتیوی عنصرها

**الکترونگاتیوی** یک اتم میزان تمایل نسبی آن اتم برای کشیدن الکترون‌های یک پیوند به سمت هسته خود است. الکترونگاتیوی با یک مقیاس نسبی سنجیده می‌شود. در این مقیاس برای اجتناب از درج اعداد منفی، به اتم فلئوئور به عنوان الکترونگاتیوترین عنصر، الکترونگاتیوی  $4/$  نسبت داده شده است و مقادیر الکترونگاتیوی برای عنصرهای دیگر نسبت به این مقدار محاسبه می‌شود. در شکل ۹ الکترونگاتیوی برخی از عنصرهای جدول تناوبی ملاحظه می‌شود. در این بررسی‌ها گازهای نجیب را در نظر نمی‌گیریم، زیرا این عنصرها ترکیب‌های شیمیایی زیادی تشکیل نمی‌دهند.



کمترین

بیشترین

شکل ۹ الکترونگاتیوی عنصرهای اصلی جدول تناوبی

چنان که در شکل ۹ مشاهده می‌شود الکترون‌گاتیوی عنصرها با یک روند تناوبی تغییر می‌کند. به طور کلی مقادیر الکترون‌گاتیوی در یک گروه از عنصرها از بالا به پایین کاهش و در یک دوره از جدول تناوبی از چپ به راست افزایش می‌یابد. بنابراین کمترین مقدار الکترون‌گاتیوی را می‌توان به سزیم در پایین و سمت چپ جدول و بیشترین مقدار الکترون‌گاتیوی (با چشم‌پوشی از گازهای نجیب) را به اتم فلورئور در بالا و سمت راست جدول نسبت داد.

---

## فکر کنید

- ۱- نموداری مشابه شکل ۸ از تغییر الکترون‌گاتیوی بر حسب شماره گروه‌ها تهیه کنید. چه شباهتی میان روند تغییر انرژی نخستین یونش و الکترون‌گاتیوی عنصرها وجود دارد؟
  - ۲- به شکل ۹ نگاه کنید. آیا ارتباطی میان مقدار الکترون‌گاتیوی عنصرها و خصلت فلزی و نافلزی آنها مشاهده می‌شود؟ توضیح دهید.
- 

