فصل ۳

شیمی جلوه‌ای از هنر، زیبایی و ماندگاری

پژوهش‌ها نشان می‌دهند که در تغییر مواد، افزون بر محیط و شیوه زندگی، آیین ها، آداب و رسوم و حتی ادبیات و افسانه‌ها نیز نقش داشته اند.

مواد اولیه برای ساخت آثار ماندگار افزون بر فراوانی و در دسترس بودن، باید واکنش پذیری کم، استحکام زیاد و پایداری مناسبی داشته باشند.

شیمی دان‌ها برای پی بردن به اسرار مواد تاریخی به جای مانده در گام نخست، نوع، مقدار، ساختار و رفتار مواد سازنده ی آثار به جای مانده را بررسی کرده سپس با بهره‌گیری از دانش شیمی توانستند به مواد جدید تری دست یابند که خواص ویژه و کاربردهای معینی داشتند.

درصد جرمی :

همان طور که در کلاس دهم خواندید مقدار گرم ماده مورد نظر در صد گرم از کل نمونه را درصد جرمی می‌گویند.

$$\text{درصد جرمی ماده} = \frac{\text{جرم نمونه مورد نظر}}{\text{جرم کل نمونه}} \times ۱۰۰$$

خاک رس: خاک رس از مخلوطی از اکسیدهای عمدتاً فلزی تشکیل شده است.

درصد جرمی نمونه ای از خاک رس که از یک معدن طلا استخراج شده است به صورت زیر است.

ماده	SiO_2	Al_2O_3	H_2O	Na_2O	Fe_2O_3	Mg O	Auو سایر مواد
درصد جرمی	۴۶/۲	۳۷/۷۴	۱۳/۳۲	۱/۲۴	۰/۹۲	۰/۴۴	۰/۱

سرخ فام بودن این نوع خاک رس به دلیل حضور **آهن(III)اکسید** است(Fe_2O_3) در آن می‌باشد.

هنگام پخت سفالینه‌ها آب موجود در خاک رس تبخیر می‌شود یعنی بعد از پخت سفالینه‌های ساخته شده از این نوع خاک رس،۱۳/۳۲ درصد از جرم اولیه سفالینه کاسته می‌شود.

دلیل ترک خوردن خاک‌های سطحی در نواحی بسیار خشک نیز **تبخیر شدن آب موجود در خاک رس** است.

✶ ترتیب درصد جرمی مواد تشکیل دهنده در این نمونه خاک رس :

SiO_2 >	Al_2O_3 >	H_2O >	Na_2O >	Fe_2O_3 >	MgO >	Au
سیلیس >	آلمینیوم اکسید >	آب >	سدیم اکسید >	آهن(III)اکسید >	منیزیم اکسید >	طلا

✶ اصلی ترین جزء تشکیل دهنده خاک رس SiO_2 یا همان **سیلیس** است.

✶ یافته‌های تجربی نشان می‌دهد که SiO_2 افزون بر خاک‌های رس، یکی از سازنده‌های بسیاری از سنگ ها، سخره‌ها و نیز شن و ماسه است. وجود این ماده باعث استحکام و ماندگاری سازه‌های سنگی و نقشکنده‌های روی آن‌ها شده است.

✶آلمینیوم در طبیعت به شکل کانی بوکسیت (Al_2O_3 به همراه ناخالصی) وجود دارد.

✶آهن در طبیعت به شکل کانی هماتیت (Fe_2O_3 به همراه ناخالصی ها) وجود دارد.

جامدها به چهار دسته کلی تقسیم می‌شوند:

۱–جامدهای مولکولی : این مواد از واحدهای بسیار کوچکی به نام مولکول تشکیل شده است که توسط پیوندهای کووالانسی ایجاد شده اند. همه ی گاز ها، اغلب مایعات و برخی از جامدات از این دسته اند در واقع **همه** ی گازها و **اغلب** مایعات مواد مولکولی هستند.

در مواد مولکولی، مولکول‌ها قابل تفکیک هستند یعنی مولکول‌ها از هم جدا می‌باشند.

$N_{2\,(g)}$، $O_{2\,(g)}$، $Cl_{2\,(g)}$، $CO_{2(g)}$، $H2O_{(L)}$ و **بیشتر** ترکیب‌های آلی از این دسته اند.

۲– جامدهای کووالانسی: جامد هایی هستند که در آن همه ی اتم‌ها بوسیله ی پیوندهای کووالانسی به یکدیگر متصل شده اند و شبکه‌های غول آسایی دو بعدی و سه بعدی را ایجاد می‌کنند. پیوندهای کووالانسی بسیار قوی بوده و این نوع جامدات دیر گدازند و همچنین شکننده می‌باشند و عنصرهای سازنده ی آن‌ها در طبیعت کربن و سیلیسیم است.

۳– جامد یونی: این مواد به طور **عمده** از ترکیب فلز و نافلز ایجاد می‌شوند و این مواد دارای مولکول نیستند. **همه** ی مواد یونی در دمای اتاق جامدند و نقطه ذوب و جوش بالایی دارند. این مواد در حالت مذاب رسانای جریان برق هستند.

۴–جامد فلزی: این نوع جامدات شامل فلزها هستند. یون‌های مثبت در دریایی از الکترون آزاد قرار گرفته اند و به همین علت بر اثر ضربه خرد نمی شوند و با وجود ضربه یون‌های مثبت به هر شکلی حرکت می‌کنند ، الکترون‌های آزاد دوباره دور تا دور آن را می‌گیرند و برای همین در اثر ضربه تغییر شکل می‌دهند.

سیلیسیم پس از اکسیژن فراوان ترین عنصر در پوسته جامد زمین است به طوری که ترکیب‌های گوناگون این دو عنصر بیش از ۹۰ درصد پوسته ی جامد زمین را تشکیل می‌دهند از این رو سیلیس (SiO_2)، فراوان ترین اکسید در این لایه از سیاره ی ما به شمار می‌رود.

✶کوارتز از جمله نمونه‌های خالص و ماسه از جمله نمونه‌های ناخالص سیلیس است.

مقایسه نقطه ذوب وپایداری ترکیبات کووالانسی:

هرچه تعداد پیوندهای کووالانسی موجود در میان اتم‌های یک ترکیب کووالانسی بیشتر باشد نقطه ذوب و جوش و پایداری آن ترکیب بیشتر است.

پیوند	C-C	Si-Si
آنتالپی پیوند	۳۴۸	۲۲۶

نقطه ذوب و پایداری **الماس** از **سیلیسیم** بالاتر است زیرا آنتالپی پیوند (C-C) از آنتالپی پیوند (Si-Si) بیشتر است.

⚠ *نکته: سیلیس (SiO_2)، سیلیسیم (Si)، گرافیت، الماس، سیلیسیم کربید(SiC) و گرافن(C) جامد کووالانسی هستند.*

✶گرافیت و الماس دگر شکل‌های (آلوتروپ) مختلف کربن اند.

نوع دگر شکل	الماس	گرافیت
ساختار	چینش سه بعدی	ساختار لایه لایه با چینش دو بعدی اتم‌ها در هر لایه
هر اتم کربن با چند اتم مجاور پیوند می‌دهد	۴	۳
چگالی	بیشتر	کم تر
سختی/ نرمی	سختی بالا	نرم
کاربرد	ساخت مته‌ها و ابزار برش شیشه	ساخت مغز مداد

✶از آن جایی که الماس دارای سختی و استحکام بالاست و همچنین دیر گداز است پس می‌توان از آن برای ابزار برش شیشه و در ساخت مته‌ها استفاده کرد زیرا گرمای تولید شده زیاد بر اثر اصطحکاک باعث ذوب آن نمی شود.

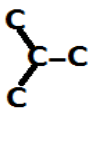
✶عنصرهای اصلی سازنده ی جامد کووالانسی در طبیعت **کربن و سیلیسیم** هستند دو عنصری که از آن‌ها تا کنون یون تک اتمی در هیچ ترکیبی شناخته نشده است.

✶نقطه ذوب و جوش، چگالی،سختی و پایداری جامدات کووالانسی از ترکیبات مولکولی و **اغلب** ترکیبات یونی بالاتر است.

✶جامدات کووالانسی در دمای اتاق **همگی** به حالت جامد هستند.

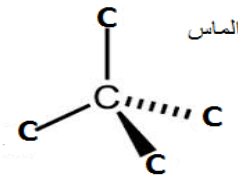
✶میانگین آنتالپی پیوند کربن-کربن در گرافیت از الماس بیشتر است که همین دلیل پایداری بیشتر گرافیت نسبت به الماس است.

✶از آن جایی که تعداد پیوندها در گرافیت نسبت به الماس کمتر است بنابراین نقطه ذوب گرافیت کمتر از نقطه ذوب الماس است.



گرافیت

۳پیوند



الماس

۴پیوند

✶ گرافیت رسانایی گرمایی ندارد اما رسانایی الکتریسیته دارد.

✶هر لایه از گرافیت دارای استحکام بالایی است.

✶در گرافیت فاصله بین صفحات زیاد است در نتیجه گرافیت از تراکم اتمی کمتری نسبت به حجم بر خوردار است و این دلیل چگالی کمتر آن نسبت به الماس است.

۲/۲۷=چگالی گرافیت ۳/۵۱= چگالی الماس

الماس رسانایی گرمایی دارد اما فاقد رسانایی الکتریسیته می‌باشد.

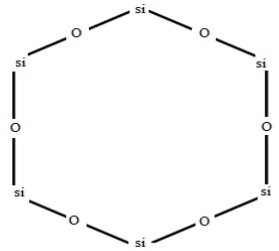
میان هر لایه نیروی ضعیف واندروالسی وجود دارد(در گرافیت)، لذا این لایه‌ها به آسانی از هم جدا می‌شوند.

سیلیس(SiO_2) نمونه ای از یک جامد کووالانسی:

در ساختار آن بین اتم‌های سیلیسیم، اتم اکسیژن قرار گرفته اند (Si – O – Si).

در ساختار آن تمامی پیوندها به صورت کووالانسی هستند.

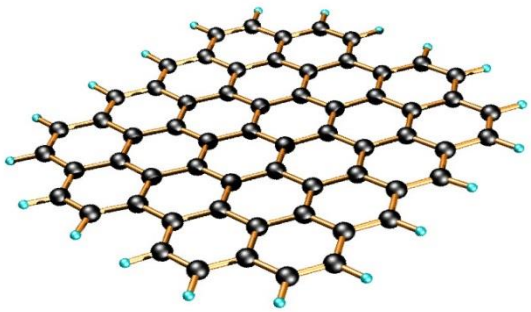
به صورت حلقه‌های ۶ ضلعی می‌باشد که اتم‌های سیلیسیم در رأس این شش ضلعی قرار دارند.



تمامی مواد شیمیایی تمایل به پایداری دارند هر چه میانگین آنتالپی پیوند یک ماده بیشتر باشد آن ماده پایدار تر است. از آنجایی که آنتالپی پیوند Si – O بیشتر از آنتالپی پیوند Si – Si است، بنابراین عمده سیلیسیم موجود در طبیعت با اکسیژن ترکیب شده و ترکیب پایدار تر SiO_2 را ایجاد می‌کند.

گرافن: تک لایه ای از گرافیت است که در آن اتم‌های کربن با پیوندهای اشتراکی حلقه‌های شش گونه تشکیل داده اند. چنین ساختاری با الگویی مانند کندوی زنبور عسل، استحکام ویژه ای دارد به طوری که مقاومت کششی آن حدود ۱۰۰ برابر فولاد است. از آنجا که ضخامت گرافن به اندازه ی یک اتم کربن است می‌توان آن را یک گونه شیمیایی دو بعدی دانست و انتظار می‌رود شفاف و انعطاف پذیر باشد. یافته‌های تجربی نیز این ویژگی گرافن را تأیید می‌کنند.

★گرافن جامد کووالانسی است و رسانای جریان الکتریسیته می‌باشد.



روش تهیه ی گرافن:

در این روش نخست مقداری گرد گرافیت را بین دو تکه نوار چسب فشار می‌دهند سپس یکی از نوار چسب‌ها را جدا می‌کنند در این مرحله لایه ای نازک از گرافیت روی سطح چسبنده ی نوار چسب قرار می‌گیرد سپس این نوار را به سطح چسبنده نوار چسب سوم چسبانده، فشار می‌دهند و از هم جدا می‌کنند تا لایه نازک تری از گرافیت روی نوار چسب سوم باقی بماند. با ادامه ی این کار لایه ای به ضخامت نانو متر در برخی قسمت‌های نوار چسب باقی می‌ماند که همان گرافن است.

★گرافیت رسانای جریان الکتریسیته است اگر بر روی یک کاغذ با یک مداد یک شکل مستطیل رسم نمود و داخل مستطیل را با همان مداد پر رنگ کنیم و نوک فلزی دو سیم رابط را با مستطیل گرافیتی رسم شده تماس دهیم خواهیم دید که لامپ LED روشن می‌شود حال اگر دو سیم رابط را به هم نزدیک کنیم به دلیل کم شدن مقاومت گرافیت و افزایش جریان برق، شدت روشنایی لامپ افزایش می‌یابد و برعکس.

✶گرافن و گرافیت **فقط** در حالت جامد رسانای برق هستند.

✶الماس سخت ترین ماده موجود در طبیعت است.

نوع جامد / خواص	جامد مولکولی	جامد کووالانسی	جامد یونی	جامد فلزی
ذرههای سازنده بلور	مولکول‌های مجزا	اتم ها	کاتیون‌ها و آنیون ها	یونهای مثبت شناور در دریای الکترون
رسانای الکتریکی در حالت جامد	نارسانا	نارسانا (البته گرافیت استثناء است)	نارسانا	رسانا
رسانای الکتریکی در حالت مذاب	نارسانا	نارسانا	رسانا	رسانا
درجه سختی	نرم	بسیار سخت	سخت و شکننده	اغلب سخت ولی برخی نرم مانند فلزات گروه ۱ و جیوه
دمای ذوب	پایین	خیلی بالا	بالا	بالا و متوسط
مثال	یخ خشک (CO_2) و I_2 و یخ و نفتالن	Si و SiO_2 و الماس گرافیت	NaCl و MgO	Fe و Cu و Na و Hg

سازه‌های یخی، زیبا اما زود گداز:

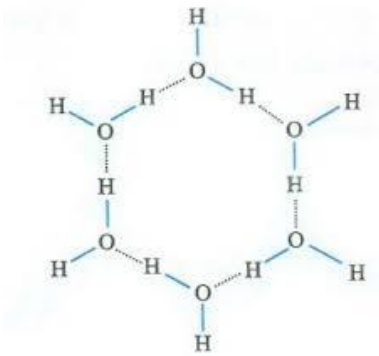
یخ ظاهری **شبیه** به سیلیس دارد

- **یخ**: شفاف و سخت
- **سیلیس**: شفاف و سخت

اما ساختار سیلیس با یخ **تفاوت هایی** دارد .

✶یخ جامدی شفاف و مولکولی است حال آن که سیلیس یک جامد کووالانسی است.

در ساختار یخ، مولکول‌های آب در یک آرایش منظم و سه بعدی کنار همدیگر قرار گرفته و ساختاری متشکل از حلقه‌های شش گوش (همانند کندوی زنبور عسل) پدید آورده اند.



✶در رأس هر شش ضلعی یک اتم اکسیژن قرار دارد هر حلقه شامل شش پیوند کووالانسی و شش پیوند هیدروژنی است.

✶همان طور که در شکل رو به رو مشاهده می‌کنید هر اتم هیدروژن در این ساختار از دو طرف با تشکیل پیوند کووالانسی با دو اتم هیدروژن و با تشکیل پیوند هیدروژن با دو اتم هیدروژن از یک مولکول دیگر می‌تواند نیروی جاذبه برقرار کند.

✶دانه‌ی برف یک سازه یخی طبیعی است که مبنای تشکیل آن حلقه‌های شش گوشه است.

✶اغلب ترکیبات آلی جز مواد مولکولی هستند.

تست ها:

تست ۱. کدام عبارت می‌تواند درست باشد؟

کنکور سراسری ۸۸

۱) در گرافیت هر اتم کربن به چهار اتم کربن دیگر متصل است.
۲) الماس نمونه ای از جامدهای کووالانسی است که شبکه فضایی به هم پیوسته ای از اتم‌های کربن دارد.
۳) در گرافیت مولکول‌های صفحه ای غول آسا، با پیوند کووالانسی به یکدیگر اتصال دارند.
۴) از گرافیت به عنوان نرم کننده و از الماس در ساخت الکترود استفاده می‌شود.

تست ۲. کدام مطلب نادرست است؟

کنکور سراسری خارج ۸۹

۱) الماس و گرافیت دو نمونه از جامد کووالانسی اند.
۲) نیروی جاذبه بین مولکول‌های غول آسای ورقه ای گرافیت، بسیار قوی است.
۳) بلور الماس را می‌توان یک مولکول غول آسای متشکل از ملیاردها اتم کربن دانست.
۴) در هر لایه از بلور گرافیت، هر اتم کربن با سه اتم کربن دیگر پیوند دارد.

تست ۳. کدام ترکیب زیر می‌تواند جامد مولکولی تشکیل دهد.

کنکور سراسری ۸۹

۱) SiO_2 ۲) CO_2 ۳) MgO ۴) KCl

تست ۴. اگر برای تهیه الماس ساختگی از گرافیت استفاده شود کدام عبارت درست است؟

کنکور سراسری خارج ۸۹

۱) نوع پیوند میان اتم‌های کربن تغییر نمی کند.
۲) فاصله لایه‌های اتم کربن از یکدیگر اندکی افزایش می‌یابد.
۳) رسانای الکتریکی نمونه طی این فرایند، رفته رفته افزایش می‌یابد.
۴) محل قرار گرفتن اتم‌های کربن طی تبدیل گرافیت به الماس ثابت می‌ماند.

تست ۵. یک ماده شیمیایی، سه اتم کروم در فرمول شیمیایی خود دارد. اگر ۳۱,۲ درصد جرم این ماده را کروم تشکیل داده باشد، جرم مولی آن چند گرم است؟ ($Cr= ۵۲\ gmol^{-۱}$)

۱) ۱۶۶/۷ ۲) ۲۵۰
۳) ۳۳۳/۳ ۴) ۵۰۰

تست ۶. نسبت درصد جرمی هیدروژن در پلی وینیل کلرید به درصد جرمی آن در پروپین کدام است.
(Cl= ۳۵/۵ C= ۱۲ H= ۱ gr/mol)

کنکور تجربی خارج ۹۵

۱) ۰/۰۵ ۲) ۰/۴۸ ۳) ۰/۸ ۴) ۱