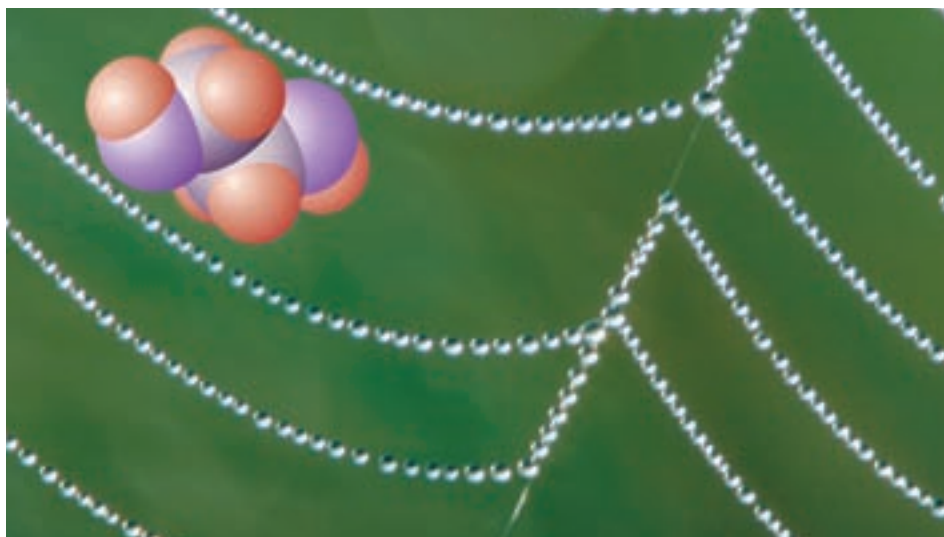


### کربن و ترکیب‌های آلی



انسان‌ها در طول تاریخ بناهای بزرگی را ساخته، از خود به یادگار گذاشته‌اند که هنوز هم پس از قرن‌ها، زیبا، با شکوه و شگفت‌انگیزند. تخت جمشید، هرم‌های سه‌گانه‌ی مصر و دیوار چین از این جمله‌اند. اما امروز، ما چه یادگاری برای آیندگان خواهیم گذاشت؟ از شیمی ۱ به یاد دارید که در میان انواع زباله‌ها، فرآورده‌ی قرن بیستم یعنی زباله‌های پلاستیکی، بیش‌ترین حجم را دارند و تا قرن‌ها نیز در طبیعت بدون تغییر باقی می‌مانند. اگر به آمار زباله‌های شهر تهران نگاه کنید، خواهید دید که مردم تهران قادر خواهند بود که با انباشتن زباله‌های پلاستیکی خود در زمینی به مساحت زمین فوتبال ورزشگاه آزادی هر روز هفت طبقه از برجی را بسازند که پس از یک سال به ارتفاع قله‌ی دماوند خواهد رسید. برج بزرگی که در برابر رطوبت، بسیاری از مواد شیمیایی، نور خورشید و باکتری‌ها مقاوم است و می‌تواند قرن‌ها به یادگار بماند. آیا باقی ماندن چنین یادگاری شایسته‌ی انسان امروزی است؟ چه باید کرد؟ آیا شیمی می‌تواند در حل این مشکل ما را یاری دهد؟ چگونه؟

از سال پیش به یاد دارید که پلاستیک‌ها نوعی پلیمر هستند. امروزه شیمی دان‌ها موفق شده‌اند نوعی از پلیمرها را بسازند که برخلاف نایلون به آسانی در طبیعت از میان می‌روند. شاید این پلیمرهای زیست تخریب پذیر جایگزین‌های مناسبی برای انواع پلاستیک‌ها باشد و به این ترتیب آلودگی محیط زیست را نیز برطرف کنند. اما در حال حاضر این پلیمرها گران هستند و هنوز به طور گسترده به بازار مصرف وارد نشده‌اند. این که چگونه شیمی دان‌ها به حل این مشکل نایل آمده‌اند؟ آگاهی از چه اطلاعاتی درباره‌ی این مواد آن‌ها را به این موفقیت رسانده است؟ و... پرسش‌هایی هستند که بی‌تردید ذهن شما را به خود مشغول کرده است. پاسخ این پرسش‌ها را باید در مطالعه‌ی خواص کربن و ترکیب‌های آن جست‌وجو کرد. عنصری که هم نایلون و مواد پلاستیکی و هم پلیمرهای زیست تخریب پذیر از ترکیب‌های شیمیایی آن به شمار می‌آیند. ترکیب‌هایی از یک عنصر ولی با خواصی کاملاً متفاوت. (!) در این بخش با ویژگی‌های کربن، نافلز سیاه چهره‌ای آشنا می‌شوید که ترکیب‌های بی‌شمار آن به کره‌ی خاکی، زندگی، زیبایی و گوناگونی بخشیده است.

## کربن عنصری شگفت‌انگیز

کربن و سیلیسیم یعنی دو عنصر گروه ۱۴ جدول تناوبی را می‌توان عنصرهای اصلی سازنده‌ی بسیاری از مواد موجود در طبیعت دانست. سیلیسیم به علت تمایل شدیدی که به داشتن پیوند با اکسیژن دارد به آن متصل شده، زنجیرها و حلقه‌هایی دارای پل‌های Si - O - Si ایجاد می‌کند و از این طریق سیلیس و سیلیکات‌ها را که مواد سازنده‌ی سنگ‌ها و خاک هستند، به وجود می‌آورد. اتم‌های کربن تمایل زیادی به تشکیل پیوندهای کووالانسی محکمی با یک‌دیگر دارند و به این ترتیب قادرند زنجیرها و حلقه‌های کوچک و بزرگ بسیاری از اتم‌های کربن ایجاد کنند. افزون بر این، کربن پیوندهای محکمی با نافلزهای دیگری چون هیدروژن، نیتروژن، اکسیژن، گوگرد و هالوژن‌ها تشکیل می‌دهد. این ویژگی‌ها سبب شده است که از کربن ترکیب شیمیایی بی‌شماری به وجود بیاید. شمار این ترکیب‌ها از مرز ۱۰ میلیون گذشته است و هر روز نیز با ساخته شدن ترکیبی تازه در آزمایشگاه‌های تحقیقاتی یا یافتن ماده‌ای تازه در جهان بر تعداد آن‌ها افزوده می‌شود. در این میان، زیست مولکول‌ها که اساس هستی را پایه‌ریزی کرده‌اند و ادامه‌ی زندگی را ممکن ساخته‌اند، همگی ترکیب‌هایی کربن دار هستند. به این ترتیب می‌توان گفت که سیلیسیم جهان غیرزنده را تشکیل می‌دهد و کربن جهان زنده را به وجود می‌آورد.

ترکیب‌های کربن و خواص آن‌ها در شاخه‌ای از شیمی مطالعه می‌شود که شیمی آلی

صرف نظر از اکسیدهای کربن، کربنات‌ها و شمار اندک دیگری که ترکیب‌هایی معدنی به شمار می‌آیند، شیمی آلی را می‌توان شیمی کربن و شیمی معدنی را شیمی دیگر عنصرها تعریف کرد. اگر چه امروزه مرز میان این دو شاخه از دانش شیمی به تدریج کم‌رنگ‌تر شده است.

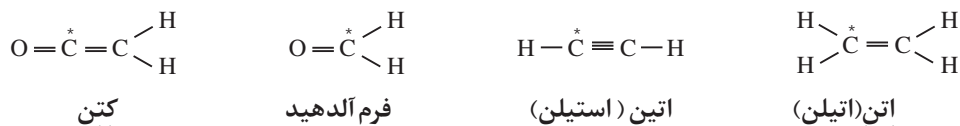
نامیده شده است. به شیمی آلی شیمی ترکیب های کربن نیز می گویند. در سال پیش با شیمی آلی و ویژگی ها و کاربردهای برخی از ترکیب های پرمصرف آن آشنا شدید. ترکیب هایی که همگی فرآورده های نفت خام هستند و افزون بر تأمین مواد لازم، انرژی مورد نیاز تمدن های پیشرفته ی امروزی را نیز تأمین می کنند.

با نگاهی به جدول تناوبی درمی یابیم که کربن در تناوب دوم و در رأس گروه ۱۴، جایی میان فلز فعال لیتیم در سمت چپ جدول و نافلز بسیار فعال فلوئور در سمت راست جدول، قرار گرفته است. همان طوری که می دانید فلزها تمایل دارند که با شرکت در یک واکنش شیمیایی الکترون های لایه ی ظرفیت خود را از دست بدهند و برعکس نافلزها تمایل دارند که از این طریق الکترون بگیرند و به آرایش پایدار گازهای نجیب دست یابند. کربن در میانه ی این دو دسته عنصرها قرار دارد و از این رو هیچ یک از این دو ویژگی را ندارد. در عوض اتم های کربن می توانند از طریق به اشتراک گذاشتن چهار الکترون ظرفیتی با خود یا اتم های دیگر پیوندهای کووالانسی تشکیل دهند. پیوندهایی که طی آن ها کربن به آرایش هشتایی دست می یابد.

کربن با چهار الکترون ظرفیتی به تشکیل چهار پیوند کووالانسی نیازمند است. تشکیل چهار پیوند یگانه به این معناست که کربن می تواند حداکثر با چهار اتم از عنصرهای مختلف یا حداکثر چهار اتم کربن دیگر پیوند یابد. در ضمن تمایل بی نظیر کربن به تشکیل پیوندهای دوگانه و سه گانه، گوناگونی باور نکردنی ترکیب های کربن دار را سبب شده است.

## فکر کنید

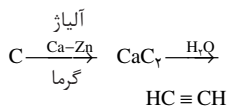
کربن چهار پیوند کووالانسی خود را به صورت چهار پیوند یگانه (ساده)؛ دو پیوند یگانه و یک پیوند دوگانه؛ یک پیوند یگانه و یک پیوند سه گانه یا دو پیوند دوگانه تشکیل می دهد. با دقت به فرمول های ساختاری زیر نگاه کنید. در هر مورد کربن های ستاره دار به چه شیوه ای با اتم های مجاور پیوند یافته اند؟



برای نشان دادن تنوع ساختاری کربن نیازی به رفتن به فراتر از عنصر کربن نیست. بلکه کافی است که ابتدا به ساختار دگر شکل ها یا آلوتروپ های مختلف آن یعنی گرافیت و الماس توجه کنید.

بار مؤثر هسته ی اتم کربن به اندازه ای هست که به چهار الکترون ظرفیتی خود اجازه ی خروج ندهد و از تشکیل یون  $\text{C}^{4+}$  ممانعت به عمل آورد. در ضمن این بار مؤثر آن قدر هم نیست که بتواند چهار الکترون جذب کند و با تشکیل یون  $\text{C}^{4-}$  از آن ها نگاه داری کند. در نتیجه اتم های کربن تمایل دارند که از طریق تشکیل چهار پیوند کووالانسی و در واقع از طریق به اشتراک گذاشتن الکترون های خود با اتم های دیگر به آرایش هشتایی دست یابد.

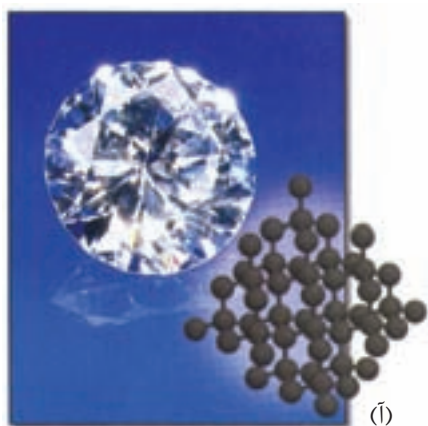
در سال ۱۸۶۲، فردریک وُلر با گرم کردن کربن و آلیاژی از روی و کلسیم موفق شد که کلسیم کاربید ( $\text{CaC}_2$ ) را کشف کند. سپس، کلسیم کاربید را با آب واکنش داد و به این ترتیب، اتین (استیلن) را تهیه کرد.



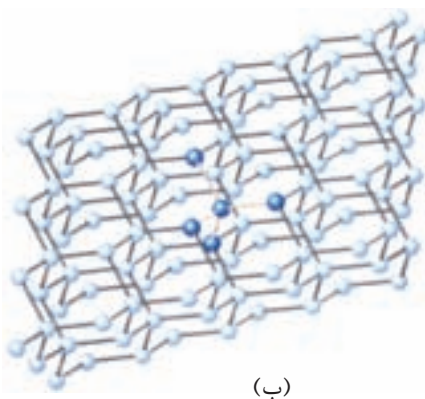
از آن جا که از اتین ترکیب های آلی بسیاری را می توان تهیه کرد، کشف کلسیم کاربید پلی بود که توسط وُلر میان مواد معدنی و ترکیب های آلی زده شد. برای تولید اتین از کلسیم کاربید استفاده می شود. سوختن اتین به شعله ی جوشکاری گرما می بخشد.

## الماس و گرافیت جامدهایی با شبکه‌ی کووالانسی

الماس و گرافیت هر دو از اتصال شمار بسیار زیادی اتم‌های کربن به وجود آمده‌اند. در الماس هر اتم کربن با چهار پیوند یگانه به چهار اتم کربن دیگر اتصال یافته است. همان‌طور که می‌دانید اتم کربن در این حالت ساختاری چهار وجهی دارد و هر چهار اتم کربن متصل به آن در چهار گوشه‌ی یک چهار وجهی قرار گرفته‌اند، شکل ۱-آ. از این رو الماس یک شبکه‌ی به هم پیوسته از اتم‌های کربن است. شبکه‌ی غول‌آسایی متشکل از میلیاردها اتم کربن که با پیوندهای کووالانسی به هم متصل شده‌اند. موادی از این نوع، جامدهایی بسیار سخت هستند و با توجه به ساختاری که دارند جامدهای کووالانسی گفته می‌شوند. افزون بر زیبایی، بلورهای بسیار سخت الماس آن را برای کاربردهای صنعتی بسیاری، سودمند کرده است. نیاز روز افزون صنعت به الماس، بسیار گران بودن و محدود بودن منابع آن انسان را ناگزیر به ساختن الماس کرده است. آیا می‌توانید برخی از کاربردهای الماس ساختگی در زندگی را نام ببرید؟



(آ)



(ب)

شکل ۱ آ. بلورهای زیبای الماس آن‌ها را برای تهیه‌ی زینت‌آلات مناسب کرده است. ب. بخشی از ساختار غول‌آسای الماس. هر بلور الماس را می‌توان یک مولکول غول‌آسا دانست که از اتصال میلیاردها اتم کربن ساخته شده است.

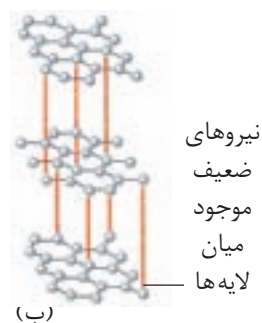
گرافیت دگر شکل دیگر کربن، ساختاری لایه‌ای دارد. در هر لایه، هر اتم کربن با سه پیوند و با آرایش سه ضلعی مسطح به سه اتم کربن دیگر متصل شده است. از اتصال شش اتم کربن شش گوشه‌هایی ایجاد شده‌اند که از اتصال آن‌ها به هم صفحه‌ای مشبک به وجود می‌آید. پیوندهای موجود در هر صفحه بسیار قوی هستند و از این رو هر صفحه را می‌توان یک مولکول غول‌آسای ورقه‌ای در نظر گرفت، شکل ۲. این مولکول‌های صفحه‌ای غول‌آسا به وسیله‌ی نیروی بین مولکولی ضعیفی روی هم قرار گرفته‌اند. از این رو به آسانی روی یک دیگر می‌لغزند.

جامد کووالانسی جامدی است که در آن همه‌ی اتم‌ها به وسیله‌ی پیوندهای کووالانسی به یک دیگر متصل شده‌اند و از این طریق شبکه‌ای دو یا سه بعدی ایجاد کرده‌اند.

دگر شکل یا آلوتروپ به شکل‌های گوناگونی گفته می‌شود که از یک عنصر در طبیعت یافت می‌شود.



(آ)



شکل ۲

آ. گرافیت نمونه‌ی دیگری از جامدهای کووالانسی است. ب. ساختار درونی گرافیت

## فکر کنید

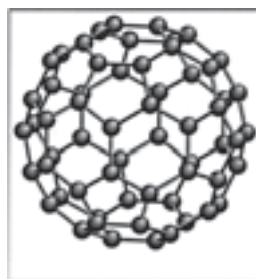
یکی از کاربردهای گرافیت استفاده از آن در تولید مغز مداد است. چه ویژگی ساختاری، گرافیت را برای این کار مناسب کرده است؟ پاسخ خود را شرح دهید.

## بیش تر بدانید

یکی از جالب ترین کشف های دو دهه ی گذشته یافتن دیگر شکل تازه ای از کربن بوده است. فولرن نامی است که به این دیگر شکل کربن داده اند. شناخته شده ترین فولرن  $C_{60}$  است. این مولکول کروی که شبیه توپ فوتبال است و به آن باکی بال (buckyball) نیز می گویند، در سال ۱۹۸۵ توسط گروهی از پژوهشگران انگلیسی کشف شد. کشفی که سرانجام جایزه ی نوبل شیمی در سال ۱۹۹۶ را از آن آنان ساخت. امروزه فولرن های بسیاری با اندازه ها و شکل های گوناگون ساخته شده اند و خواص آن به طور گسترده مورد مطالعه قرار گرفته است.

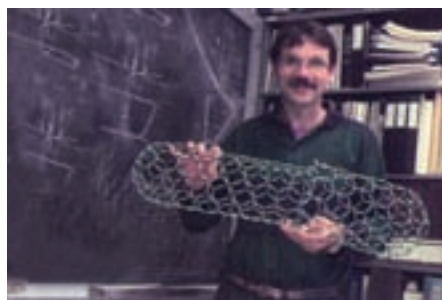


هنری کروتو کاشف فولرن. برخی از انواع فولرن های شناخته شده را در پیرامون او می بینید.

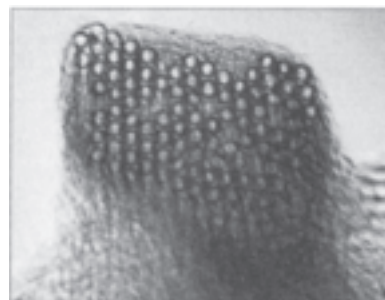


باکی بال ( $C_{60}$ )، آرایش شش ضلعی ها و پنج ضلعی ها در این مولکول، شبیه توپ فوتبال است.

مدت کوتاهی پس از کشف مولکول های  $C_{60}$ ، تخلیه ی الکتریکی میان دو الکترود زغالی به کشف فولرن های لوله ای بلندی انجامید که چون قطر آن ها حدود  $1/4$  nm و طول آن ها حدود  $20-100$  nm بود نام **نانو لوله ها** را بر آن ها نهادند. با کشف این ساختارهای شگفت انگیز حدس های بسیاری درباره ی خواص فیزیکی و شیمیایی آن ها زده شد و طی سال ها ترکیب های بسیاری از آن ها نیز ساخته شد. مطالعه ی ساختار و خواص این مواد از جمله پرترف دارترین بحث ها در قرن بیست و یکم است.



مدلی از یک نانو لوله. نانو لوله شبیه یک لایه از گرافیت است که به شکل لوله درآمده است.



دسته ای از نانو لوله های کربنی

## ترکیب‌های آلی

همان طوری که می‌دانید ترکیب‌هایی مانند هیدروکربن‌ها، پلاستیک‌ها، پروتئین‌ها، چربی‌ها، کربوهیدرات‌ها و نوکلئیک‌اسیدها همگی موادی آلی هستند. موادی که کربن عنصر اصلی و مشترک در همه‌ی آن‌هاست. در ساختار مولکول‌های سازنده‌ی این مواد افزون بر کربن به طور عمده هیدروژن وجود دارد. به علاوه اتم عنصرهای دیگر هم چون O، N، S، P و هالوژن نیز در آن‌ها یافت می‌شود.

همان گونه که گفته شد مولکول‌ها ذره‌های سازنده‌ی این ترکیب‌ها هستند، از این رو ترکیب‌های آلی را می‌توان نمونه‌ای از ترکیب‌های مولکولی دانست. بنابراین آشنایی با ساختار مولکول‌های آلی و نیروهای بین مولکولی در آن‌ها، می‌تواند ما را در درک خواص و ویژگی‌های آن‌ها یاری کند.

### بیش‌تر بدانید

دانشمندان سال‌هاست که با این پرسش روبه‌رو بوده‌اند که زندگی روی زمین از چه زمانی شروع شده است و آیا در جای دیگری از جهان نیز، زندگی وجود دارد یا نه؟ شواهد اندکی وجود دارد که نشان می‌دهد در آغاز عمر زمین تعدادی ترکیب آلی برای پیدایش زندگی لازم بوده است که آن‌ها هم به هنگام رعد و برق در هوا کربن‌ای زمین ایجاد شده‌اند. هوا کربن‌ای که در آغاز آفرینش زمین، افزون بر  $O_2$ ،  $N_2$ ،  $CO_2$ ،  $H_2$ ، مقاداری گاز آمونیاک و متان نیز داشته است و رعد و برق انرژی لازم برای شکستن این مولکول‌ها و واکنش میان قطعه‌های شکسته شده را فراهم کرده است و از این طریق مولکول‌های اصلی سازنده‌ی موجودات زنده به دست آمده‌اند. دیگر شواهد پیشنهاد می‌کند که زندگی نخستین بار در اقیانوس‌ها آغاز شده، تکامل یافته است. در جایی که چشمه‌های آب داغ انرژی لازم برای واکنش میان مواد ساده‌ی کربن‌دار را فراهم کرده‌اند. شواهد دیگری نیز وجود دارد که نشان می‌دهد رسوبات رسی، بستری مناسب برای وقوع واکنش‌های منجر به تولید مولکول‌های آلی لازم برای ایجاد زندگی بوده است. به تازگی وجود مولکول‌های آلی در فضای میان ستاره‌ای و شهاب سنگ‌ها بویژه نمونه‌هایی که از کربن‌های مریخ به دست آمده‌اند، این دیدگاه را تقویت می‌کند که امکان وجود زندگی بیرون از کربن‌های زمین نیز هست. اما آیا واحدهای ساده‌ی سازنده‌ی زندگی به صورت قنذاق شده در شهاب سنگ‌ها، از فضای بی‌انتهای زمین راه یافته‌اند؟ در برخی از شهاب سنگ‌ها تا هفت درصد جرمی ماده‌ی آلی یافته شده است. در برخی از این شهاب سنگ‌ها انواع مولکول‌های آلی از جمله چربی‌ها و آمینو اسیدها - مولکول‌هایی که واحد سازنده‌ی پروتئین‌ها هستند - نیز مشاهده شده‌اند. آیا این شهاب سنگ‌ها بوده‌اند که مواد اولیه برای آغاز زندگی را از فضا به کربن زمین آورده‌اند؟ اما آن چه در همه‌ی این دیدگاه‌ها و نظریه‌ها مهم است، آن است که مولکول‌های آلی در قلب زندگی قرار دارند، می‌خواهد این زندگی در زمین باشد یا هر جای دیگر، تفاوتی نمی‌کند.



فضاهای میان ستاره‌ای. آیا مولکول‌های زندگی بخش از آن جا به زمین راه یافته‌اند؟



## گروه‌های عاملی و دسته‌بندی ترکیب‌های آلی

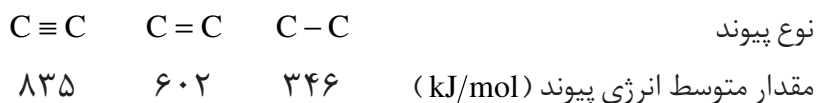
در سال پیش با ساختار و ویژگی‌های هیدروکربن‌ها یعنی ساده‌ترین ترکیب‌های آلی آشنا شدید. در آن‌جا آموختید که چگونه می‌توان هیدروکربن‌ها را در دو دسته‌ی سیر شده و سیر نشده قرار داد. در جدول ۱ ویژگی‌های ساختاری سه خانواده‌ی مهم از هیدروکربن‌ها را مشاهده می‌کنید.

جدول ۱ ویژگی‌های ساختاری سه خانواده‌ی مهم از هیدروکربن

نام دسته	نام خانواده	فرمول ساختاری	نام	ملاحظات
هیدروکربن سیر شده	آلکان	$  \begin{array}{c}  \text{H} \quad \text{H} \\    \quad   \\  \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\    \quad   \\  \text{H} \quad \text{H}  \end{array}  $	اتان	همه‌ی اتم‌های کربن با پیوند یگانه به هم متصل شده‌اند.
هیدروکربن سیر نشده	آلکن } آلکین }	$  \begin{array}{c}  \text{H} \quad \quad \text{H} \\  \diagdown \quad \diagup \\  \text{C} = \text{C} \\  \diagup \quad \diagdown \\  \text{H} \quad \quad \text{H}  \end{array}  $	اتین	دست کم یک پیوند دوگانه‌ی کربن-کربن در ساختار خود دارند.
		$  \text{H}-\text{C} \equiv \text{C}-\text{H}  $	اتین	دست کم یک پیوند سه‌گانه‌ی کربن-کربن در ساختار خود دارند.

### فکر کنید

می‌دانید که به آلکان‌ها پارافین (بی‌میل) نیز می‌گویند، زیرا تمایلی به انجام واکنش‌های شیمیایی ندارند، در حالی که آلکن‌ها واکنش‌پذیری بیش‌تری از خود نشان می‌دهند. چگونه می‌توان به کمک انرژی پیوند کربن-کربن این تفاوت در واکنش‌پذیری را توضیح داد؟



ب. به نظر شما واکنش‌پذیری آلکین‌ها در مقایسه با آلکان‌ها و آلکن‌ها چگونه است؟ چرا؟

با کمی دقت می‌توان علت تفاوت مشاهده شده در واکنش‌پذیری هیدروکربن‌های عضو این سه خانواده را دریافت. به عبارت دیگر می‌توان گفت که وجود پیوندهای چندگانه‌ی کربن-کربن در هیدروکربن‌های سیر نشده آن‌ها را واکنش‌پذیرتر از آلکان‌ها کرده است. به عبارت دیگر می‌توان این گروه از اتم‌ها را که در آن‌ها اتم‌های کربن به شکلی متفاوت با آلکان‌ها به یک‌دیگر متصل شده‌اند، عامل ایجاد خواص فیزیکی و شیمیایی متفاوتی در آلکن‌ها و آلکین‌ها دانست. به این گروه از اتم‌ها گروه عاملی می‌گویند.

گروه عاملی آرایش مشخصی از اتم هاست که به مولکول آلی دارای آن، خواص فیزیکی و شیمیایی ویژه و منحصر به فردی می بخشد. در واقع این گروه های عاملی هستند که خواص ترکیب های آلی دارای آن ها را تعیین می کنند، از این رو ترکیب های آلی بر مبنای گروه های عاملی موجود در آن ها دسته بندی می شوند. به این ترتیب انتظار می رود که ترکیب های آلی موجود در هر دسته یا خانواده خواص فیزیکی و شیمیایی مشابهی داشته باشند. (چرا؟)

در جدول ۲ فهرستی از مهم ترین گروه های عاملی شناخته شده در ترکیب های آلی معرفی شده اند.

جدول ۲ شماری از گروه های عاملی متداول که عنصر اکسیژن را شامل می شوند.

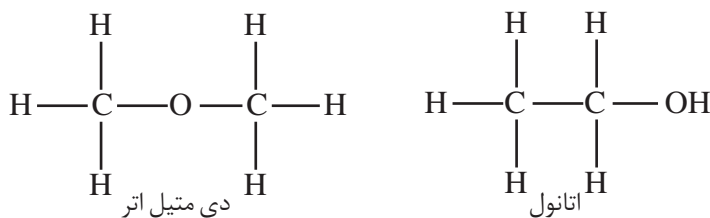
نام گروه عاملی	فرمول ساختاری	نام خانواده	مثال	فرمول ساختاری
هیدروکسیل	-OH	الکل	اتانول	
اتر	-O-	اتر	دی متیل اتر	
آلدهید	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{H} \end{array}$	آلدهید	استالدهید	
کربونیل	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}- \end{array}$	کتون	استون	
کربوکسیل	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{OH} \end{array}$	کربوکسیلیک اسید	استیک اسید	
استر	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{O}- \end{array}$	استر	متیل استات	

با ویژگی ها و کاربرد هر خانواده از ترکیب های آلی در سال های بعد آشنا خواهید شد.

## فکر کنید

اتانول و دی متیل اتر ایزومرهای ساختاری یک دیگرند. به نظر شما کدام یک از این دو ماده نقطه ی جوش بالاتری دارد؟ چرا؟ برای یافتن پاسخ، ساختار آن ها را با مولکول آب مقایسه کنید.

ایزومرهای ساختاری به ترکیب هایی گفته می شود که فرمول مولکولی یکسانی دارند ولی فرمول ساختاری و در نتیجه خواص فیزیکی و شیمیایی آن ها با هم تفاوت می کند.





در یک فعالیت گروهی درباره‌ی خواص، کاربردها و روش تهیه‌ی یکی از ترکیب‌های آلی معرفی شده در جدول ۲ تحقیق کنید و نتیجه را به صورت مقاله در کلاس ارائه دهید.

### نام گذاری ترکیب‌های آلی

شیمی دان‌ها با وضع قوانین بین‌المللی امکان نام‌گذاری میلیون‌ها ترکیب آلی شناخته شده را فراهم کرده‌اند. این در حالی است که تعداد زیادی از ترکیب‌های آلی که سال‌ها پیش شناخته شده‌اند، نام‌های عمومی ویژه‌ی خود دارند. هنگامی که کسی حتی یک شیمی دان دچار سردرد شود از شما ۲- (استیل اوکسی) - بنزوئیک اسید یا استیل سالیسیلیک اسید طلب نمی‌کند، بلکه او هم مانند همه می‌گوید: «لطفاً یک قرص آسپرین به من بدهید.» در واقع برای همه‌ی ما آسان‌تر آن است که در بیش‌تر موارد نام‌های عمومی و متداول را به کار ببریم، اگر چه بهتر است با نام‌های علمی و بین‌المللی نیز آشنا باشیم و آن‌ها را نیز مد نظر قرار دهیم.

### نام گذاری هیدروکربن‌های راست زنجیر

می‌دانید که ترکیب‌های معدنی کربن هم چون کربن دی‌اکسید،  $CO_2$ ، را با کمک پیش‌وندها و پس‌وندهایی نام‌گذاری می‌کنند که در بخش قبل با آن‌ها آشنا شدید. ترکیب‌های آلی شیوه‌ای نظام‌دار و مختص به خود دارند. این شیوه‌ی نام‌گذاری شامل پیش‌وند و پس‌وندهایی است که خانواده‌ی معینی از ترکیب‌های آلی را مشخص می‌کند. نام همه‌ی آلکان‌ها به پس‌وند «آن» ختم می‌شود. ساده‌ترین آلکان متان است. نام و فرمول مولکولی ۱۰ آلکان راست زنجیر نخست را در جدول ۳ مشاهده می‌کنید.

توجه کنید که در چهار عضو نخست این خانواده، پیش‌وندی که تعداد اتم‌های کربن موجود در زنجیر را معلوم کند، وجود ندارد و تنها برای مولکول‌هایی با پنج کربن یا بیش‌تر پیش‌وند موجود در نام، تعداد اتم‌های زنجیر را مشخص می‌کند. نام آلکان‌های راست زنجیر مبنایی برای نام‌گذاری دیگر ترکیب‌های آلی است. در سال‌های بعد با نام‌گذاری ترکیب‌های آلی دیگر آشنا خواهید شد.

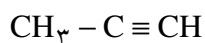
### نام گذاری آلکن‌ها و آلکین‌ها بر مبنای نام آلکان‌ها

به هیدروکربن‌های سیر نشده‌ای که یک پیوند دوگانه دارند آلکن می‌گویند. برای نام‌گذاری آن‌ها کافی است که پس‌وند «آن» در نام آلکان‌ها را برداشته و به جای آن پس‌وند «ین» را قرار داد. ساده‌ترین آلکن «اتن» است. ساده‌ترین آلکن بعدی سه اتم کربن دارد. با توجه به نام آلکان نظیر یعنی پروپان به این آلکن پروپن می‌گویند.

جدول ۳ نام گذاری آلکان ها

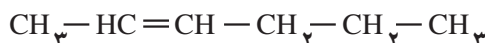
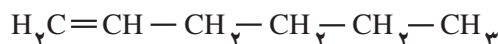
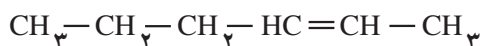
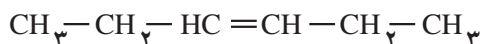
تعداد اتم های کربن	نام آلکان	فرمول مولکولی	فرمول ساختاری	نقطه ی ذوب (°C)	نقطه ی جوش (°C)
۱	متان	CH <sub>۴</sub>	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{H} \end{array}$	-۱۸۲	-۱۶۱
۲	اتان	C <sub>۲</sub> H <sub>۶</sub>	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	-۱۷۲	-۸۸
۳	پروپان	C <sub>۳</sub> H <sub>۸</sub>	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	-۱۸۷٫۷	-۴۲٫۱
۴	بوتان	C <sub>۴</sub> H <sub>۱۰</sub>	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	-۱۳۸٫۴	-۰٫۵
۵	پنتان	C <sub>۵</sub> H <sub>۱۲</sub>	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	-۱۲۹٫۷	۳۶٫۱
۶	هگزان	C <sub>۶</sub> H <sub>۱۴</sub>	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	-۹۵	۶۹
۷	هپتان	C <sub>۷</sub> H <sub>۱۶</sub>	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	-۹۰٫۶	۹۸٫۴
۸	اوکتان	C <sub>۸</sub> H <sub>۱۸</sub>	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	-۵۶٫۸	۱۲۵٫۷
۹	نونان	C <sub>۹</sub> H <sub>۲۰</sub>	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	-۵۱	۱۵۰٫۸
۱۰	دکان	C <sub>۱۰</sub> H <sub>۲۲</sub>	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	-۲۹٫۷	۱۷۴٫۱

هیدروکربن های سیر نشده با یک پیوند سه گانه آلکین نامیده می شوند. برای نام گذاری آن ها نیز به جای پسوند «آن» در نام آلکان هم کربن با آن، پسوند «این» قرار می گیرد. این با فرمول ساختاری HC ≡ CH ساده ترین آلکین است. پروپین ساده ترین آلکین بعد از این است. از نام این هیدروکربن سیر نشده چنین بر می آید که مولکول های آن سه کربن دارند و یک پیوند سه گانه میان دو کربن آن یافت می شود.



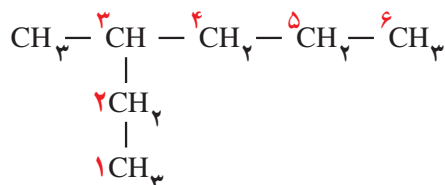
پروپین

فرمول ساختاری چهار آلکن راست زنجیر در زیر نشان داده شده است. این چهار هیدروکربن سیر نشده چه رابطه‌ای با هم دارند؟ چگونه می‌توان با نام‌گذاری آن‌ها را از یک دیگر متمایز کرد؟



## نام‌گذاری آلکان‌های شاخه‌دار

برای نام‌گذاری آلکان‌های شاخه‌دار همواره زنجیری که بیش‌ترین تعداد اتم‌های کربن را دارد به عنوان زنجیر اصلی انتخاب می‌کنیم. نام این هیدروکربن از روی تعداد اتم‌های کربن این زنجیر تعیین می‌شود. به یاد داشته باشید که این زنجیر همیشه به صورت یک خط راست در مولکول نشان داده نمی‌شود. ترکیب زیر را در نظر بگیرید.



بلندترین زنجیر شش کربن دارد. با شماره‌گذاری اتم‌های کربن این زنجیر را مشخص می‌کنیم. به کمک این شماره‌ها می‌توان محلی را مشخص کرد که شاخه روی زنجیر ایجاد شده است. همان‌طور که دیده می‌شود یک گروه  $-\text{CH}_3$  به کربن شماره‌ی ۳ متصل شده است. این شاخه یک کربن دارد. از آن‌جا که این گروه با کم کردن یک اتم هیدروژن از یک آلکان به دست می‌آید به آن **گروه آلکیل** می‌گویند. برای نام‌گذاری آن‌ها کافی است از نام آلکان پس‌وند «آن» را برداشت و به جای آن پس‌وند «ایل» قرارداد. برای مثال گروه آلکیل حاصل از مولکول متان ( $\text{CH}_4$ ) متیل نامیده می‌شود.

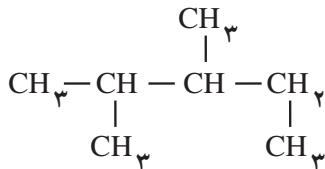
بنابراین آلکان شاخه‌دار یاد شده چنین نام‌گذاری می‌شود: **۳-متیل‌هگزان**

اگر تعداد این گروه‌ها بیش‌تر از یک باشد با قراردادن پس‌وندهای دی، تری، تترا یا...

پیش از نام آن گروه، تعداد آن‌ها نیز مشخص می‌شود.

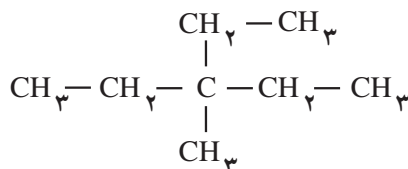
## مقایسه کنید

به نام گذاری ترکیب های زیر توجه کنید. آیا می توانید با توجه به این نام ها قواعدی برای نام گذاری هیدروکربن های شاخه دار بیابید. این قواعد را در یک سطر به طور خلاصه بنویسید (✓ درست × نادرست)



۲، ۳ - دی متیل پنتان ✓

۳، ۴ - دی متیل پنتان ×



۳ - اتیل - ۳ - متیل پنتان ✓

۲ - متیل - ۲ - اتیل پنتان ×

## بیش تر بدانید

متان،  $\text{CH}_4$ ، سبک ترین مولکول کربن دار و یکی از مهم ترین مولکول های روی زمین است. این هیدروکربن گازی بی رنگ، بی بو و آتش گیر است.

می دانید که حدود ۹۵ درصد گاز طبیعی را متان تشکیل می دهد. متان را گاز مرداب نیز می گویند، زیرا بر اثر فساد بقایای گیاهان و دیگر مواد آلی موجود در مرداب ها به کمک باکتری های بی هوازی مقدار زیادی از این گاز ایجاد می شود. این شرایط در لایه های رسوبی موجود در آب های ساحلی نیز فراهم می شود. اگر لایه های رسوبی نازک باشد، گاز متان می تواند از خلل و فرج آن ها فرار کند و بیرون بیاید و شما می توانید آن را به صورت حباب هایی روی سطح مرداب مشاهده کنید. این امکان هم هست که گاز متان در میان لایه های رسوبی ضخیم به دام بیفتد. با گذشت زمان گاز متان درون خلل و فرج سنگ هایی مانند ماسه سنگ و سنگ آهک فشرده می شود و تا زمان حفاری در لایه های سنگی در انتظار فرار باقی می ماند. هنگامی که لوله های گاز طبیعی در مسیر حمل و نقل گاز میان کشورها و قاره ها نصب می شوند، کارشناسان تلاش می کنند تا از نفوذ آب به درون لوله ها جلوگیری به عمل آورند، زیرا رسوبی از متان آپیوشیده تشکیل خواهد شد و لوله ها را مسدود خواهد کرد. در متان آپیوشیده مولکول های متان در حفره ی حاصل از آرایش شبیه به یخ مولکول های آب به دام می افتند. هنگامی که متان آپیوشیده ذوب می شود، حجم گاز آزاد شده در دما و فشار معمولی حدوداً ۱۶۵۰ بار بزرگ تر از حجم متان آپیوشیده ی جامد خواهد شد. به این معنا که یک نمونه ی ۲ لیتری متان آپیوشیده مقدراری گاز متان آزاد می کند که می توان با آن یک سیلندر یخچال را کاملاً پر کرد. حال این پرسش مطرح می شود که اگر متان آپیوشیده بتواند در لوله های انتقال گاز ایجاد شود، آیا می توان در اعماق اقیانوس ها نیز آن را یافت؟ در ماه می ۱۹۷۰، اقیانوس شناسان با حفاری کف دریا در سواحل کالیفرنیا ی جنوبی نمونه هایی از متان آپیوشیده را یافتند. از آن به بعد، متان آپیوشیده در نقاط بسیاری از اقیانوس ها و حتی در اعماق لایه های یخی قطب شمال نیز یافت شد. در واقع،

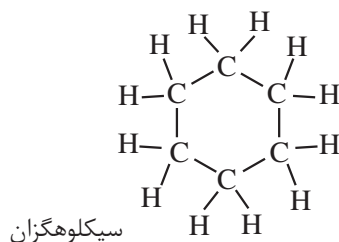


متان آپیوشیده. گاز متان خروجی در حال سوختن است.

تخمین زده می‌شود که در سراسر جهان حدود  $10^{13} \times 1/5$  تن متان آبخشیده در کف دریا مدفون شده است. محتوای انرژی این گاز ممکن است که تا دو برابر انرژی موجود در ذخایر سوخت‌های فسیلی شناخته شده‌ی جهان نیز برسد. امروزه علاقه‌مندی به متان آبخشیده رو به فزونی گذاشته است. نه تنها به علت ساختار مولکولی جالب آن، بلکه به خاطر پتانسیل اقتصادی زیادی که دستیابی به این ماده در پی خواهد داشت.

## هیدروکربن‌های حلقوی

ترکیب‌های آلی بسیاری شناخته شده است که در آن‌ها اتم‌های کربن طوری به یک دیگر 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 ساخته شده از شش اتم کربن دارد.

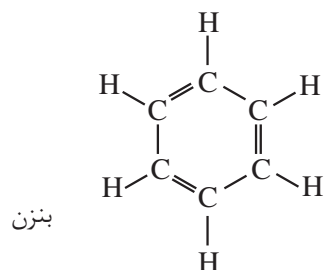


سیکلو (cyclo-) پیش‌وندی به معنای حلقوی است که در نام‌گذاری ترکیب‌های آلی حلقوی به کار می‌رود.

بنزن مایع بی‌رنگ و فراری است که با شعله‌ای زرد رنگ همراه با دوده می‌سوزد. این هیدروکربن آروماتیک که در نفت خام و قطران زغال سنگ یافت می‌شود، مدت‌ها در صنایع شیمیایی کاربرد داشت اما با اثبات سرطان‌زا بودن آن به کارگیری آن در صنایع شیمیایی ممنوع شده است.

آروماتیک به معنای معطر و خوش بوست.

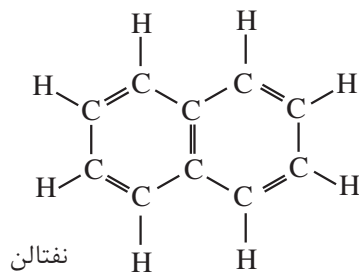
بنزن هیدروکربنی سیر نشده با فرمول مولکولی  $C_6H_6$  است. فرمول ساختاری بنزن را



در زیر می‌بینید.

بنزن سرگروه خانواده‌ی مهمی از هیدروکربن است که ترکیب‌های آروماتیک گفته

می‌شوند. نفتالین نیز از جمله‌ی این ترکیب‌هاست. نفتالین ( $C_{10}H_8$ ) مدت‌ها به عنوان ضد بید برای نگاه‌داری فرش و لباس کاربرد داشته است.



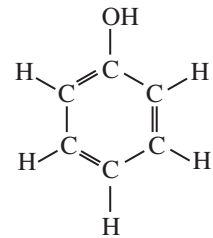
## بیش تر بدانید

از دیرباز، یونانی‌ها، رومی‌ها و حتی بومیان آمریکایی می‌دانستند که پوست درخت بید درد را تسکین



می‌دهد و تب را پایین می‌آورد. اما در سال ۱۷۶۰ میلادی، ادوارد استون، کشیش و طبیعی‌دان انگلیسی درباره‌ی استفاده از پوست درخت بید برای کاهش تب مالاریا تجربه‌ی جالبی کرد و درباره‌ی آن مقاله‌ی مفصلی نوشت. او در این مقاله آورد: «هنگامی که محلولی از گرد پوست درخت بید را هر ۴ ساعت یک بار به ۵۰ بیمار مبتلا به تب و لرز شدید ناشی از بیماری مالاریا دادم، نتیجه‌ی بسیار خوبی گرفتم.» انتشار

این مقاله، شیمی‌دان‌های آلمانی را بر آن داشت تا در پی استخراج ماده‌ی مؤثره‌ی موجود در پوست درخت بید برآیند. پس از استخراج، این ماده را «سالیسین» نامیدند. نامی که از نام علمی درخت بید «سالیکس» گرفته شده بود.



شیمی‌دان‌های فرانسوی دیدگاه شیمی‌دان‌های آلمانی را اصلاح کردند و گزارش دادند که هنگام استخراج، سالیسین به ماده‌ای به نام سالیسیلیک اسید تبدیل می‌شود و همین ماده است که اثرهای دارویی دارد. پیش از این، یک شیمی‌دان آلمانی به نام هرمان کولب روشی برای تهیه‌ی این اسید از فنول و کربن‌دی‌اکسید گزارش کرده بود. از گذشته‌های دور، فنول به عنوان یک ماده‌ی ضدعفونی‌کننده در جراحی‌ها کاربرد داشت. اما بلعیدن این ماده، با زخم و سوزش دردناکی در ناحیه‌ی دهان، مری و معده همراه بود.

فنول جامد سفید رنگ است که به صورت بلوری به رنگ صورتی یا سرخ دیده می‌شود. این ترکیب آروماتیک سمی است و به فراوانی در قطران زغال سنگ یافت می‌شود. از فنول برای تولید مواد شیمیایی بسیاری هم چون آسپیرین، فنول فتالین رنگ‌های نساجی استفاده می‌شود. فنول به عنوان گندزدا در بیمارستان‌ها نیز کاربرد دارد.

به این ترتیب، کولب اندیشید که اگر تشکیل سالیسیلیک اسید، طی واکنش فنول و  $CO_2$  درون بدن انسان در جهت وارونه انجام شود، چه روی می‌دهد؟ در آن صورت، سالیسیلیک اسید، در بدن تجزیه و به فنول تبدیل می‌شود و آن‌گاه فنول می‌تواند میکروب بیماری‌زا را در فرد بیمار از بین ببرد. او آزمایش‌هایی انجام داد که فرضیه‌ی وی را درباره‌ی مؤثر بودن فنول در از میان بردن میکروب‌ها تأیید می‌کرد و از این‌رو، به زودی کاربرد سالیسیلیک اسید در بیمارانی که از درد ناشی از باکتری‌ها و عفونت‌های گوناگون رنج می‌بردند، تجویز شد. با این وجود، به زودی نتیجه‌ی بررسی‌ها نشان داد که سالیسیلیک اسید بر عفونت‌ها و میکروب‌های بیماری‌زا اثری ندارد.

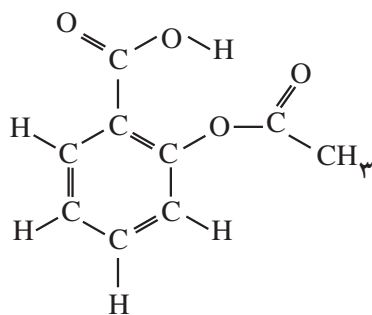
در واقع، تصور کولب نادرست بود، سالیسیلیک اسید در بدن به فنول تجزیه نمی‌شود. اما فرضیه‌ی کولب مانند برخی از فرضیه‌های شکست خورده به کشف‌های مهم تازه‌ای انجامید. به هر حال، با این که سالیسیلیک اسید بیماری‌های عفونی را درمان نمی‌کرد، اما تب را پایین می‌آورد و بهتر از سالیسین، درد را تسکین می‌داد و پس از مدت کوتاهی نیز در بیماران مبتلا به روماتیسم، سیاتیک، سردرد و ... تجویز شد.



سالیسیلیک اسید یک اثر جانبی جدی داشت به این ترتیب که غشای مخاطی دهان، مری و معده را تحریک می‌کرد. یکی از بیمارانی که از این اثر رنج می‌برد، پدر فلیکس هافمن، شیمی‌دانی بود که در شرکت داروسازی بایر آلمان کار می‌کرد. از آن جا که هافمن برای تسکین دردهای مفصلی پدرش، به او سالیسیلیک اسید می‌داد، با پافشاری هافمن، شرکت بایر علاقه‌مند شد که جهت رفع اثرهای جانبی سالیسیلیک اسید، جایگزینی برای این دارو بیابد.

هافمن پس از آزمایش‌های بسیار، مشتق دیگری از سالیسیلیک اسید را ساخت که استیل سالیسیلیک اسید نامیده می‌شود. البته این ماده ۴۰ سال پیش از آن نیز ساخته شده بود. آزمایش‌ها نشان می‌دهد که استیل سالیسیلیک اسید برای همه‌ی دردهای مرگ‌آور دارویی برجسته است، زیرا کارایی آن در برابر درد و تب بسیار گسترده و اثرهای جانبی نامطلوب آن بسیار اندک است. به این ترتیب، پژوهش‌های هافمن سبب شد تا استیل سالیسیلیک اسید در سال ۱۸۹۹ با نام تجاری آسپیرین به جهان معرفی شود. شاید استون و هافمن باور نمی‌کردند، دارویی که خوردن آن را هر ۴ ساعت یک بار برای تسکین تب و درد توصیه می‌کردند، روزی به یک توصیه‌ی عمومی و جهانی تبدیل شود. به تازگی ثابت شده است که در نتیجه‌ی مصرف آسپیرین، تپش‌های قلبی و احتمال وقوع سکته کاهش می‌یابد. آسپیرین عملکرد سامانه‌ی عصبی را در افرادی که دچار پریشانی خفیف روحی هستند، بهبود می‌بخشد، به جلوگیری از ابتلا به آب مروارید کمک می‌کند و سبب کند شدن سرعت پیشرفت بیماری سنگ مجاری صفراوی می‌شود.

## فکر کنید



فرمول ساختاری آسپیرین را در روبه‌رو می‌بینید. فرمول مولکولی آسپیرین چیست؟ در این مولکول چند حلقه وجود دارد؟ گروه‌های عاملی موجود در آسپیرین را با رسم دایره‌ای به دور آن‌ها مشخص کنید.

## بیش تر بخوانید

۱- نام گذاری ترکیب‌های آلی، بهزاد پاکروح، چاپ اول، ۱۳۸۱، انتشارات اندیشه سرا.