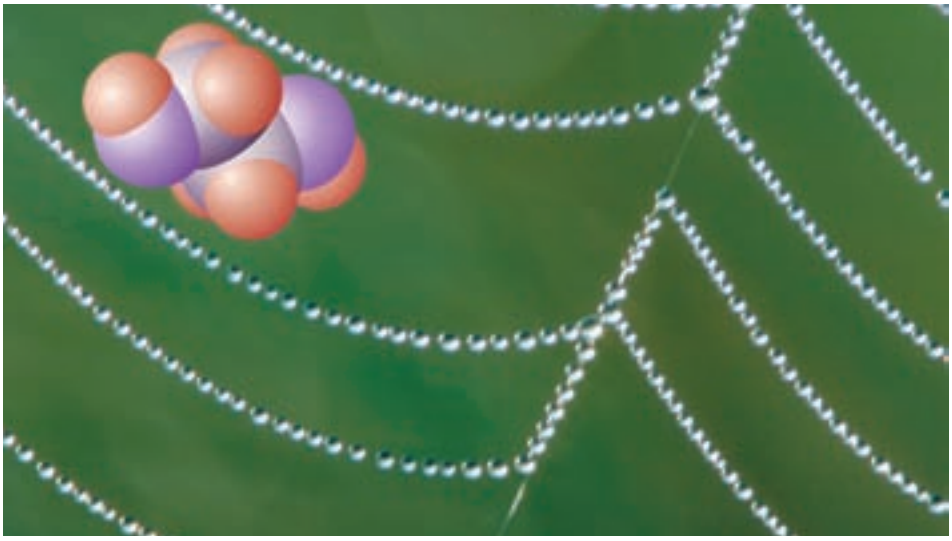
بخش ۵

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 نگاهی بیندازید، 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 شیمی‌دان‌ها موفق شده‌اند نوعی از پلیمرها را بسازند که برخلاف نایلون به آسانی در طبیعت از میان می‌روند. شاید این پلیمرهای زیست تخریب‌پذیر 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 شیمی‌دان‌ها 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 تخریب‌پذیر از ترکیب‌های شیمیایی آن به شمار می‌آیند. ترکیب‌هایی از یک عنصر ولی با خواصی کاملاً متفاوت. (!) در این بخش با ویژگی‌های کربن، نافلز سیه 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، به‌وجود 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 به‌وجود 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 کربن‌دار هستند. به این ترتیب می‌توان گفت که سیلیسیم جهان غیرزنده را تشکیل می‌دهد و کربن جهان زنده را به‌وجود می‌آورد.

صرف‌نظر 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.

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

نامیده شده است. به شیمی آلی شیمی ترکیب‌های کربن نیز می‌گویند. در سال پیش با شیمی آلی و ویژگی‌ها و کاربردهای برخی از ترکیب‌های پرمصرف آن آشنا شدید. ترکیب‌هایی که همگی فرآورده‌های نفت خام هستند و افزون بر تأمین مواد لازم، انرژی مورد نیاز تمدن‌های پیشرفته‌ی امروزی را نیز تأمین می‌کنند.

با نگاهی به جدول تناوبی درمی‌یابیم 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. همان‌طوری که می‌دانید فلزها تمایل دارند که با شرکت در یک واکنش شیمیایی الکترون‌های لایه‌ی ظرفیت خود را از دست بدهند و برعکس نافلزها تمایل دارند که از این طریق الکترون بگیرند و به آرایش پایدار گازهای نجیب دست‌یابند. کربن در میانه‌ی این دو دسته عنصرها قرار دارد و از این‌رو هیچ یک از این دو ویژگی را ندارد. در عوض اتم‌های کربن می‌توانند از طریق به اشتراک گذاشتن چهار الکترون ظرفیتی با خود یا اتمِ عنصرهای دیگر پیوندهای کووالانسی تشکیل دهند. پیوندهایی که طی آن‌ها کربن به آرایش هشتایی دست می‌یابد.

کربن با چهار الکترون ظرفیتی به تشکیل چهار پیوند کووالانسی نیازمند است. تشکیل چهار پیوند یگانه به این معناست که کربن می‌تواند حداکثر با چهار اتم از عنصرهای مختلف یا حداکثر چهار اتم کربن دیگر پیوند یابد. در ضمن تمایل بی‌نظیر کربن به تشکیل پیوندهای دوگانه و سه‌گانه، گوناگونی باور نکردنی ترکیب‌های کربن‌دار 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 سه‌گانه یا دو پیوند دوگانه تشکیل می‌دهد. با دقت به فرمول‌های ساختاری زیر نگاه کنید. در هر مورد کربن‌های ستاره‌دار به چه شیوه‌ای با اتم‌های مجاور پیوند یافته‌اند؟

اتن(اتیلن) — اتین (استیلن) — فرم‌آلدهید — کتن

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

بار مؤثر هسته‌ی اتم کربن به اندازه‌ای هست که به چهار الکترون ظرفیتی خود اجازه‌ی خروج ندهد و از تشکیل یون C^{4+} ممانعت به عمل آورد. در ضمن این بار مؤثر آن‌قدر هم نیست که بتواند چهار الکترون جذب کند و با تشکیل یون C^{4-} از آن‌ها نگاه‌داری کند. در نتیجه اتم‌های کربن تمایل دارند که از طریق تشکیل چهار پیوند کووالانسی و در واقع از طریق به اشتراک گذاشتن الکترون‌های خود با اتم‌های دیگر به آرایش هشتایی دست یابد.

در سال ۱۸۶۲، فردریک وُلِر با گرم کردن کربن و آلیاژی از روی و کلسیم موفق شد که کلسیم کاربید (CaC_2) را کشف کند. سپس، کلسیم کاربید را با آب واکنش داد و به این ترتیب، اتین (استیلن) را تهیه کرد.

$$C \xrightarrow[\text{گرما}]{\text{آلیاژ Ca-Zn}} CaC_2 \xrightarrow{H_2O} HC \equiv CH$$

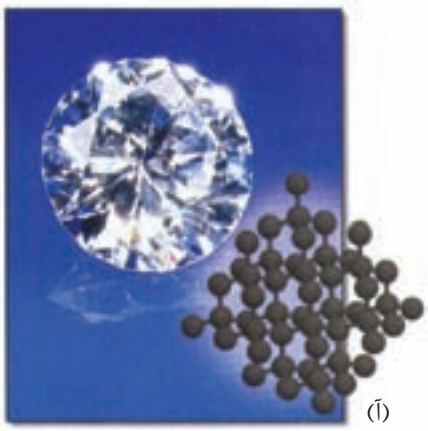
از آن جا که از اتین ترکیب‌های آلی بسیاری را می‌توان تهیه کرد، کشف کلسیم کاربید پُلی بود که توسط وُلِر میان مواد معدنی و ترکیب‌های آلی زده شد. برای تولید اتین از کلسیم کاربید استفاده می‌شود. سوختن اتین به شعله‌ی جوشکاری گرما می‌بخشد.

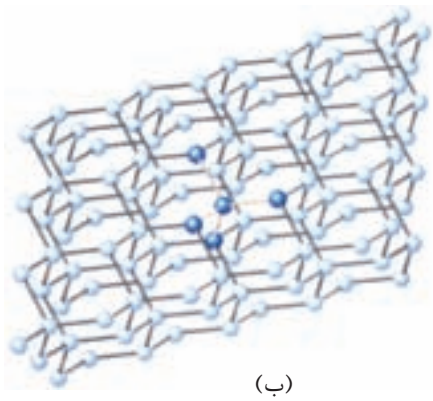
الماس و گرافیت جامدهایی با شبکه‌ی کووالانسی

الماس و گرافیت هر دو از اتصال شمار بسیار زیادی اتم‌های کربن به‌وجود 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 ۱ـ 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؟

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.

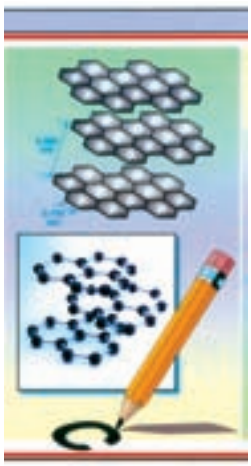
دِگر شکل یا آلوتروپ به شکل‌های گوناگونی گفته می‌شود که از یک عنصر در طبیعت یافت می‌شود.


(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 دِگر شکل دیگر کربن، ساختاری لایه‌ای دارد. در هر لایه، هر اتم کربن با چهار 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 به‌وجود می‌آید. پیوندهای موجود در هر صفحه بسیار قوی هستند و از این‌رو 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 قرارگرفته‌اند. از این‌رو به آسانی روی یک دیگر می‌لغزند.



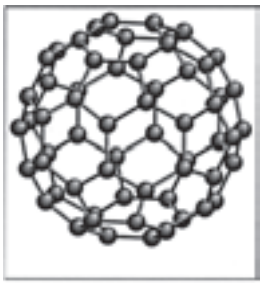
شکل ۲
گرافیت نمونه‌ی دیگری از جامدهای کووالانسی است. گرافیت ساختاری لایه‌ای دارد. نرمی گرافیت را به سُر خوردن این لایه‌ها روی هم نسبت می‌دهند.

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.

بیش‌تر بدانید

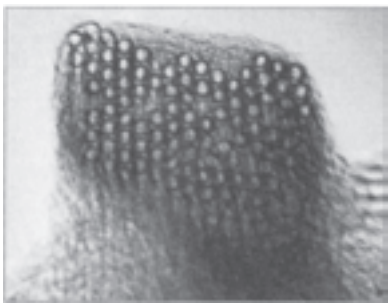
یکی از جالب‌ترین کشف‌های دو دهه‌ی گذشته یافتن دِگر شکل تازه‌ای از کربن بوده است. **فولرن** نامی است که به این دِگر شکل کربن داده‌اند. شناخته شده‌ترین فولرن C_{60} است. این مولکول کروی که شبیه توپ فوتبال است و به آن باکی بال (buckyball) نیز می‌گویند، در سال ۱۹۸۵ توسط گروهی از پژوهشگران انگلیسی کشف شد. کشفی که سرانجام جایزه‌ی نوبل شیمی در سال ۱۹۹۶ را از آنِ آنان ساخت. امروزه فولرن‌های بسیاری با اندازه‌ها و شکل‌های گوناگون ساخته شده‌اند و خواص آن به طور گسترده مورد مطالعه قرار گرفته است.



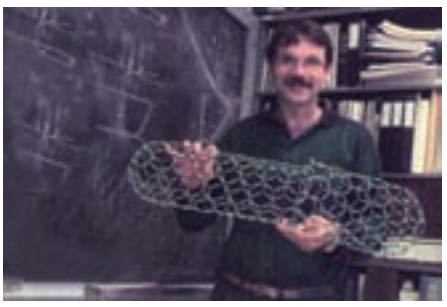
باکی بال (C_{60})، آرایش شش ضلعی‌ها و پنج‌ضلعی‌ها در این مولکول، شبیه توپ فوتبال است.

هنری کروتو کاشف فولرن. برخی از انواع فولرن‌های شناخته شده را در پیرامون او می‌بینید.

مدت کوتاهی پس از کشف مولکول‌های C_{60}، تخلیه‌ی الکتریکی میان دو الکترود زغالی به کشف فولرن‌های لوله‌ای بلندی انجامید که چون قطر آن‌ها حدود ۱/۴ nm و طول آن‌ها حدود ۱۰ـ۲۰ nm بود نام **نانو لوله‌ها** را بر آن‌ها نهادند. با کشف این ساختارهای شگفت‌انگیز حدس‌های بسیاری درباره‌ی خواص فیزیکی و شیمیایی آن‌ها زده شد و طی سال‌ها ترکیب‌های بسیاری از آن‌ها نیز ساخته شد. مطالعه‌ی ساختار و خواص این مواد از جمله پرطرف‌دارترین بحث‌ها در قرن بیست‌و یکم است.



دسته‌ای از نانو لوله‌های کربنی



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

ترکیب‌های آلی

همان‌طوری که می‌دانید ترکیب‌هایی مانند هیدروکربن‌ها، پلاستیک‌ها، پروتیین‌ها، چربی‌ها، کربوهیدرات‌ها و نوکلییک اسیدها همگی موادی آلی هستند. موادی که کربن عنصر اصلی و مشترک در همه‌ی آن‌هاست. در ساختار مولکول‌های سازنده‌ی این مواد افزون بر کربن به‌طور عمده هیدروژن وجود دارد. به علاوه اتم عنصرهای دیگر هم‌چون O، N، S، P و هالوژن نیز در آن‌ها یافت می‌شود.

همان گونه که گفته شد مولکول‌ها ذره‌های سازنده‌ی این ترکیب‌ها هستند، از این‌رو 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

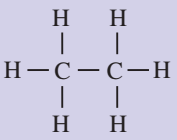
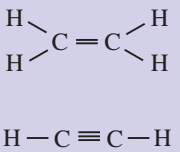
دانشمندان سال‌هاست که با این پرسش روبه‌رو بوده‌اند که زندگی روی زمین از چه زمانی شروع شده است و آیا در جای دیگری از جهان نیز، زندگی وجود دارد یا نه؟ شواهد اندکی وجود دارد که نشان می‌دهد در آغاز عمر زمین تعدادی ترکیب آلی برای پیدایش زندگی لازم بوده است که آن‌ها هم به هنگام رعد و برق در هوا کره‌ی زمین ایجاد شده‌اند. هوا کره‌ای که در آغاز آفرینش زمین، افزون بر O_2 ، N_2 ، H_2 ، CO_2 ، مقداری 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 به‌دست 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 کره‌ی مریخ به دست آمده‌اند، این دیدگاه را تقویت می‌کند که امکان وجود زندگی بیرون از کره‌ی زمین نیز هست. اما آیا واحدهای ساده‌ی سازنده‌ی زندگی به صورت قنداق شده در شهاب سنگ‌ها، از فضای بی‌انتها به 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 ـ مولکول‌هایی که واحد سازنده‌ی پروتیین‌ها هستند ـ نیز مشاهده شده‌اند. آیا این شهاب سنگ‌ها بوده‌اند که مواد اولیه برای آغاز زندگی را از فضا به کره‌ی 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. آیامولکول‌های زندگی‌بخش از آن‌جا به زمین راه یافته‌اند؟

گروه‌های عاملی و دسته‌بندی ترکیب‌های آلی

در سال پیش با ساختار و ویژگی های هیدروکربن ها یعنی ساده‌ترین ترکیب های آلی آشنا شدید. در آن جا آموختید که چگونه می توان هیدروکربن ها را در دو دسته ی سیر شده و سیر نشده قرارداد. در جدول ۱ ویژگی های ساختاری سه خانواده ی مهم از هیدروکربن ها را مشاهده می کنید.

جدول ۱ ویژگی های ساختاری سه خانواده ی مهم از هیدروکربن

نام دسته	نام خانواده	فرمول ساختاری	نام	ملاحظات
هیدروکربن سیر شده	آلکان		اِتان	همه ی اتم های کربن با پیوند یگانه به هم متصل شده اند.
هیدروکربن سیر نشده	آلکِن آلکین		اِتِن اِتین	دست کم یک پیوند دوگانه ی کربن ـ کربن در ساختار خود دارند. دست کم یک پیوند سه گانه ی کربن ـ کربن در ساختار خود دارند.

فکر کنید

می دانید که به آلکان ها پارافین (بی میل) نیز می گویند، زیرا تمایلی به انجام واکنش های شیمیایی ندارند، در حالی که آلکن ها واکنش‌پذیری بیش‌تری از خود نشان می دهند.

آ. چگونه می توان به کمک انرژی پیوند کربن ــ کربن این تفاوت در واکنش‌پذیری را توضیح داد؟

نوع پیوند	$C-C$	$C=C$	$C\equiv C$
مقدار متوسط انرژی پیوند (kJ/mol)	۳۴۶	۶۰۲	۸۳۵

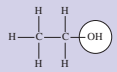
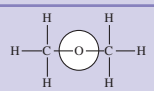
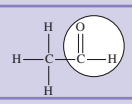
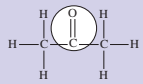
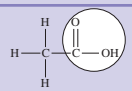
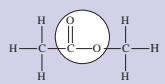
ب. به نظر شما واکنش‌پذیری آلکین ها در مقایسه با آلکان ها و آلکن ها چگونه است؟ چرا؟

با کمی دقت می توان علت تفاوت مشاهده شده در واکنش‌پذیری هیدروکربن های عضو این سه خانواده را دریافت. به عبارت دیگر می توان گفت که وجود پیوندهای چندگانه ی کربن ـ کربن در هیدروکربن های سیر نشده آن ها را واکنش‌پذیرتر از آلکان ها کرده است. به عبارت دیگر می توان این گروه از اتم ها را که در آن ها اتم های کربن به شکلی متفاوت با آلکان ها به یک دیگر متصل شده اند، عامل ایجاد خواص فیزیکی و شیمیایی متفاوتی در آلکن ها و آلکین ها دانست. به این گروه از اتم ها **گروه عاملی** می گویند.

گروه عاملی آرایش مشخصی از اتم‌هاست که به مولکول آلی دارای آن، خواص فیزیکی و شیمیایی ویژه و منحصر به فردی می‌بخشد. در واقع این گروه‌های عاملی هستند که خواص ترکیب‌های آلی دارای آن‌ها را تعیین می‌کنند، از این رو ترکیب‌های آلی بر مبنای گروه‌های عاملی موجود در آن‌ها دسته‌بندی می‌شوند. به این ترتیب انتظار می‌رود که ترکیب‌های آلی موجود در هر دسته یا خانواده خواص فیزیکی و شیمیایی مشابهی داشته باشند. (چرا؟)

در جدول ۲ فهرستی از مهم‌ترین گروه‌های عاملی شناخته شده در ترکیب‌های آلی معرفی شده‌اند.

جدول ۲ شماری از گروه‌های عاملی متداول که عنصر اکسیژن را شامل می‌شوند.

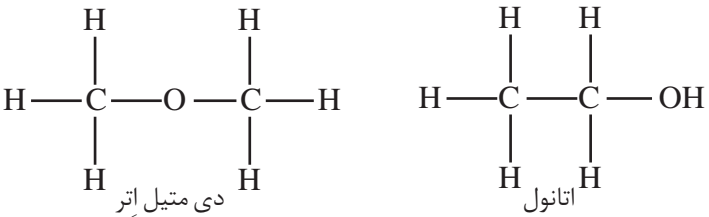
نام گروه عاملی	فرمول ساختاری	نام خانواده	مثال	فرمول ساختاری
هیدروکسیل	$-OH$	الکل	اتانول	
اِتر	$-O-$	اِتر	دی‌متیل اتر	
آلدهید	$-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H$	آلدهید	استالدهید	
کربونیل	$-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-$	کتون	استون	
کربوکسیل	$-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH$	کربوکسیلیک اسید	استیک اسید	
استر	$-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-$	استر	متیل استات	

با ویژگی‌ها و کاربرد هر خانواده از ترکیب‌های آلی در سال‌های بعد آشنا خواهید شد.

فکر کنید

اتانول و دی‌متیل اتر ایزومرهای ساختاری یک دیگرند. به نظر شما کدام یک از این دو ماده نقطه‌ی جوش بالاتری دارد؟ چرا؟ برای یافتن پاسخ، ساختار آن‌ها را با مولکول آب مقایسه کنید.

ایزومرهای ساختاری به ترکیب‌هایی گفته می‌شود که فرمول مولکولی یکسانی دارند ولی فرمول ساختاری و در نتیجه خواص فیزیکی و شیمیایی آن‌ها با هم تفاوت می‌کند.



اطلاعات جمع آوری کنید

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 ارایه دهید.

نام‌گذاری ترکیب‌های آلی

شیمی‌دان‌ها 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 شیمی‌دان دچار سردرد شود از شما ۲ـ (استیل اوکسی) ـ بنزوییک اسید یا استیل سالیسیلیک اسید طلب نمی‌کند، بلکه او هم مانند همه می‌گوید: «لطفاً یک قرص آسپیرین 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 قراردهیم.

نام‌گذاری هیدروکربن‌های راست زنجیر

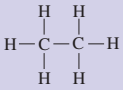
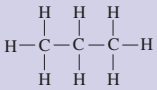
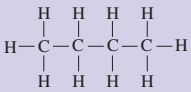
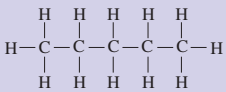
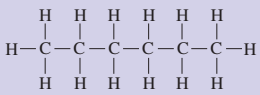
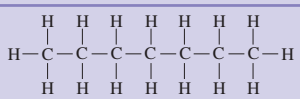
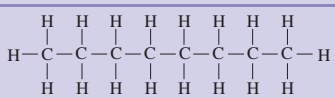
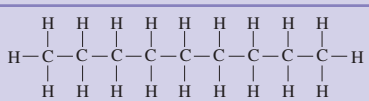
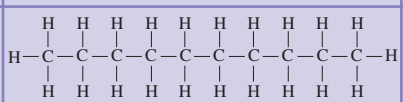
می‌دانید که ترکیب‌های معدنی کربن هم چون کربن دی‌اکسید، CO_2، را با کمک پیش‌وندها و پس‌وندهایی نام‌گذاری می‌کنند که در بخش قبل با آن‌ها آشنا شدید. ترکیب‌های آلی شیوه‌ای نظام‌دار و مختص به خود دارند. این شیوه‌ی نام‌گذاری شامل پیش‌وند و پس‌وندهایی است که خانواده‌ی معینی از ترکیب‌های آلی را مشخص می‌کند. 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.

نام‌گذاری 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 «ـِن» را قرار داد. ساده‌ترین آلکن «اِتن» است. ساده‌ترین آلکن بعدی سه اتم کربن دارد. با توجه به نام آلکان نظیر یعنی پروپان به این آلکن پروپن می‌گویند.

جدول ۳ نام‌گذاری آلکان‌ها

تعداد اتم‌های کربن	نام آلکان	فرمول مولکولی	فرمول ساختاری	نقطه‌ی ذوب (°C)	نقطه‌ی جوش (°C)
۱	متان	CH_4		−۱۸۲	−۱۶۱
۲	اتان	C_2H_6		−۱۷۲	−۸۸
۳	پروپان	C_3H_8		−۱۸۷٫۷	−۴۲٫۱
۴	بوتان	C_4H_{10}		−۱۳۸٫۴	−۰٫۵
۵	پنتان	C_5H_{12}		−۱۲۹٫۷	۳۶٫۱
۶	هگزان	C_6H_{14}		−۹۵	۶۹
۷	هپتان	C_7H_{16}		−۹۰٫۶	۹۸٫۴
۸	اوکتان	C_8H_{18}		−۵۶٫۸	۱۲۵٫۷
۹	نونان	C_9H_{20}		−۵۱	۱۵۰٫۸
۱۰	دکان	$C_{10}H_{22}$		−۲۹٫۷	۱۷۴٫۱

هیدروکربن‌های سیر نشده با یک پیوند سه‌گانه آلکین نامیده می‌شوند. برای نام‌گذاری آن‌ها نیز به جای پس‌وند «آن» در نام آلکان هم کربن با آن، پس‌وند «این» قرار می‌گیرد. اِتین با فرمول ساختاری $HC \equiv CH$ ساده‌ترین آلکین است. پروپین ساده‌ترین آلکین بعد از اِتین است. از نام این هیدروکربن سیر نشده چنین بر می‌آید که مولکول‌های آن سه کربن دارند و یک پیوند سه‌گانه میان دو کربن آن یافت می‌شود.

$$CH_3 - C \equiv CH$$

پروپین

فکر کنید

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؟

$$CH_3-CH_2-HC=CH-CH_2-CH_3$$

$$CH_3-CH_2-CH_2-HC=CH-CH_3$$

$$H_2C=CH-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$$

$$CH_3-HC=CH-CH_2-CH_2-CH_3$$

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.

$$CH_3-\overset{3}{C}H-\overset{4}{C}H_2-\overset{5}{C}H_2-\overset{6}{C}H_3$$
$$\qquad\quad\ |$$
$$\qquad\quad\overset{2}{C}H_2$$
$$\qquad\quad\ |$$
$$\qquad\quad\overset{1}{C}H_3$$

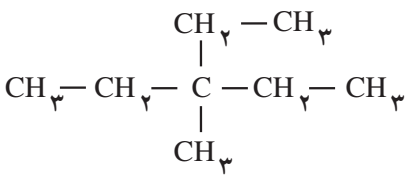
بلندترین زنجیر شش کربن دارد. با شماره‌گذاری اتم‌های کربن این زنجیر را مشخص می‌کنیم. به کمک این شماره‌ها می‌توان محلی را مشخص کرد که شاخه روی زنجیر ایجاد شده است. همان‌طور که دیده می‌شود یک گروه $-CH_3$ به کربن شماره‌ی ۳ متصل شده است. این شاخه یک کربن دارد. از آن‌جا که این گروه با کم کردن یک اتم هیدروژن 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 (CH_4) متیل نامیده می‌شود.

بنابراین آلکان شاخه‌دار یاد شده چنین نام‌گذاری می‌شود: ۳ـ متیل هگزان

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.

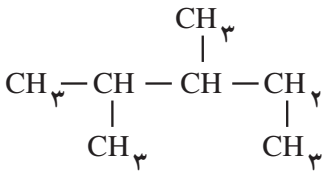
مقایسه کنید

به نام‌گذاری ترکیب‌های زیر توجه کنید. آیا می‌توانید با توجه به این نام‌ها قواعدی برای نام‌گذاری هیدروکربن‌های شاخه‌دار بیابید. این قواعد را در یک سطر به‌طور خلاصه بنویسید (✔ درست × نادرست)



۳ـ اتیل ـ ۳ ـ متیل پنتان ✔

۲ ـ متیل ـ ۲ ـ اتیل پنتان ×



۲، ۳ ـ دی متیل پنتان ✔

۳، ۴ ـ دی متیل پنتان ×

بیش‌تر بدانید

متان، CH_4 ، سبک‌ترین مولکول کربن‌دار و یکی از مهم‌ترین مولکول‌های روی زمین است. این هیدروکربن گازی بی‌رنگ، بی‌بو و آتش‌گیر است.

می‌دانید که حدود ۹۵ درصد گاز طبیعی را متان تشکیل می‌دهد. متان را گاز مرداب نیز می‌گویند، زیرا بر اثر فساد بقایای گیاهان و دیگر مواد آلی موجود در مرداب‌ها به کمک باکتری‌های بی‌هوازی مقدار زیادی از این گاز ایجاد می‌شود. این شرایط در لایه‌های رسوبی موجود در آب‌های ساحلی نیز فراهم می‌شود. اگر لایه‌های رسوبی نازک باشد، گاز متان می‌تواند از خلل و فرج آن‌ها فرار کند و بیرون بیاید و شما می‌توانید آن را به صورت حباب‌هایی روی سطح مرداب مشاهده کنید. این امکان هم هست که گاز متان در میان لایه‌های رسوبی ضخیم به دام بیفتد. با گذشت زمان گاز متان درون خلل و فرج سنگ‌هایی مانند ماسه سنگ و سنگ آهک فشرده می‌شود و تا زمان حفّاری در لایه‌های سنگی در انتظار فرار باقی می‌ماند.

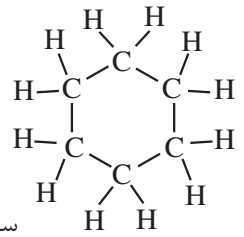
هنگامی که لوله‌های گاز طبیعی در مسیر حمل و نقل گاز میان کشورها و قاره‌ها نصب می‌شوند، کارشناسان تلاش می‌کنند تا از نفوذ آب به درون لوله‌ها جلوگیری به عمل آورند، زیرا رسوبی از متان آبپوشیده تشکیل خواهد شد و لوله‌ها را مسدود خواهد کرد. در متانِ آبپوشیده مولکول‌های متان در حفره‌ی حاصل از آرایش شبیه به یخ مولکول‌های آب به دام می‌افتند. هنگامی که متانِ آبپوشیده ذوب می‌شود، حجم گاز آزاد شده در دما و فشار معمولی حدوداً ۱۶۵۰ بار بزرگ‌تر از حجم متان آبپوشیده‌ی جامد خواهد شد. به این معنا که یک نمونه‌ی ۲ لیتری متانِ آبپوشیده مقداری گاز متان آزاد می‌کند که می‌توان با آن یک سیلندر یخچال را کاملاً پر کرد. حال این پرسش مطرح می‌شود که اگر متانِ آبپوشیده بتواند در لوله‌های انتقال گاز ایجاد شود ، آیا می‌توان در اعماق اقیانوس‌ها نیز آن را یافت؟ در ماه می ۱۹۷۰، اقیانوس‌شناسان با حفّاری کف دریا در سواحل کالیفرنیای جنوبی نمونه‌هایی از متان آبپوشیده را یافتند. از آن به بعد، متانِ آبپوشیده در نقاط بسیاری از اقیانوس‌ها و حتی در اعماق لایه‌های یخی قطب شمال نیز یافت شد. در واقع،

متان آبپوشیده. گاز متان خروجی درحال سوختن است.

تخمین زده می‌شود که در سراسر جهان حدود $۱/۵\times۱۰^{۱۳}$ تُن متانِ آبپوشیده در کف دریا مدفون شده است. محتوای انرژی این گاز ممکن است که تا دو برابر انرژی موجود در ذخایر سوخت‌های فسیلی شناخته‌شده‌ی جهان نیز برسد. امروزه علاقه‌مندی به متانِ آبپوشیده 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 پی‌خواهد داشت.

هیدروکربن‌های حلقوی

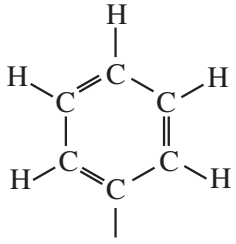
ترکیب‌های آلی بسیاری شناخته شده است که در آن‌ها اتم‌های کربن طوری به یک‌دیگر متصل شده‌اند که ساختاری، حلقوی به‌وجود آورده‌اند. سیکلوهگزان از آن جمله است. این نام نشان می‌دهد که این ماده هیدروکربن سیر شده‌ای است که حلقه‌ای ساخته شده از شش اتم کربن دارد.



سیکلوهگزان

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

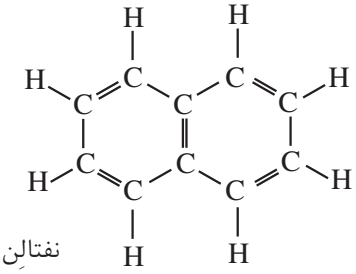
بنزن هیدروکربنی سیر نشده با فرمول مولکولی $C_۶H_۶$ است. فرمول ساختاری بنزن را در زیر می‌بینید.



بنزن

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

بنزن سرگروه خانواده‌ی مهمی از هیدروکربن است که **ترکیب‌های آروماتیک** گفته می‌شوند. نفتالِن نیز از جمله‌ی این ترکیب‌هاست. نفتالِن $(C_{۱۰}H_۸)$ مدت‌ها به عنوان ضد بید برای نگاه‌داری فرش و لباس کاربرد داشته است.



نفتالِن

آروماتیک به معنای معطر و خوش‌بوست.

بیش‌تر بدانید

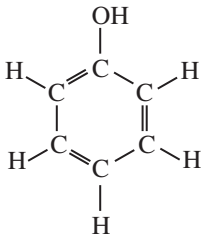
از دیرباز، یونانی‌ها، رومی‌ها و حتی بومیان آمریکایی می‌دانستند که پوست درخت بید درد را تسکین می‌دهد و تب را پایین می‌آورد. اما در سال ۱۷۶۰ میلادی، ادوارد استون، کشیش و طبیعی‌دان انگلیسی درباره‌ی استفاده از پوست درخت بید برای کاهش تب مالاریا تجربه‌ی جالبی کرد و درباره‌ی آن مقاله‌ی مفصلی نوشت. او در این مقاله آورد: «هنگامی که محلولی از گَرد پوست درخت بید را هر ٤ 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 شیمی‌دان های 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 ضدعفونی کننده در جراحی‌ها کاربرد داشت. اما بلعیدن این ماده، با زخم و سوزش دردناکی در ناحیه‌ی دهان، مری و معده همراه بود.

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.



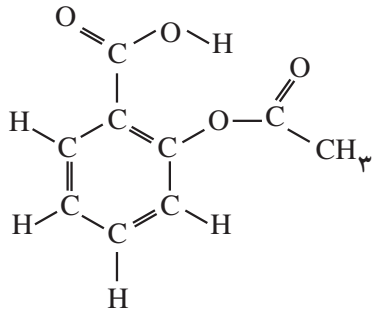
فنول جامد سفید رنگ است که به صورت بلوری به رنگ صورتی یا سرخ دیده می‌شود. این ترکیب آروماتیک سمی است و به فراوانی در قطران زغال‌سنگ یافت می‌شود. از فنول برای تولید مواد شیمیایی بسیاری هم چون آسپیرین، فنول فتالیین رنگ‌های نساجی استفاده می‌شود. فنول به عنوان گندزدا در بیمارستان‌ها نیز کاربرد دارد.

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 می برد، پدر فلیکس‌هافمن، 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 ٤٠ سال پیش از آن نیز ساخته شده بود. آزمایش‌ها نشان می‌دهد که استیل سالیسیلیک اسید برای همه‌ی دردهای مرگ‌آور دارویی برجسته است، زیرا کارآیی 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 تجارتی آسپیرین به جهان معرفی شود. شاید استون و هافمن باور نمی‌کردند، دارویی که خوردن آن را هر ٤ 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.



بیش‌تر بخوانید

۱ـ *نام گذاری ترکیب‌های آلی*، بهزاد پاکروح، چاپ اول، ۱۲۸۱، انتشارات اندیشه‌سرا.