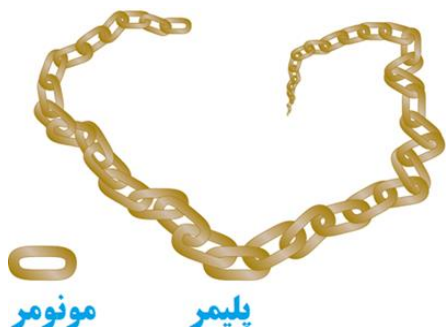


پلیمرها - منبع کتاب های مرجع شیمی عمومی



مشابهت پلیمر و مونومر به زنجیر
و حلقه های سازنده زنجیر

کلمه پلیمر به معنای چند قسمت (از واژه های یونانی، **poly** و **meros**) گرفته شده است. بنابر این پلیمرها درشت مولکول هایی هستند که از اتصال شیمیایی تعداد زیادی مولکول های کوچک ساخته شده اند، که به آن ها مونومر گفته می شود. جرم مولی پلیمرها می تواند در محدوده هزاران تا میلیون ها باشد.

ابتدا با مفهوم برخی واژه ها در علم پلیمر آشنا می شویم

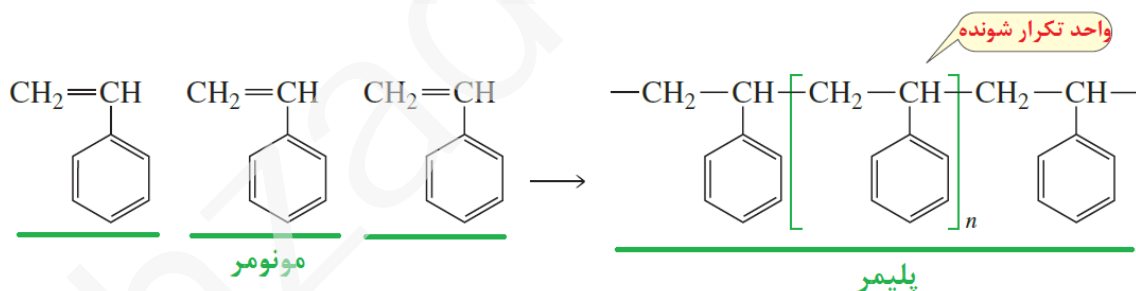
مولکول های کوچک (ریز مولکول ها)، درشت مولکول و پلیمر (بسیار)

ریز مولکول مولکول های کوچک با وزن مولکولی کم تا متوسط را ریز مولکول می نامند. مانند: متان CH_4 ، آب H_2O ، بنزن C_6H_6 ، بنزین C_8H_{18}

درشت مولکول مولکول های بزرگ با وزن مولکولی زیاد، درشت مولکول نامیده می شوند. مانند مولکول های سلولز، نشاسته، چربی، تری گلیسیریدها، پروتئین ها

پلیمر پلیمرها درشت مولکول هایی هستند که از زنجیری متشکل از مولکول های کوچک متصل به هم با وزن مولکولی زیاد ساخته شده اند. طبق این تعریف، پلیمرها در دسته درشت مولکول ها قرار دارند.

مونومر مولکول های کوچکی که به یک دیگر متصل شده اند تا پلیمر را بسازند، مونومر نامیده می شوند. مونومرها توانایی و قابلیت اتصال به مولکول های مشابه خود را دارند.



واحد تکرار شونده در زنجیر اکثر پلیمرها، در اغلب موارد معادل با مونومر هستند. مثلاً واحدهای ساختمانی تشکیل دهنده پلاستیک پلی اتن، مولکول های اتن می باشند.

بخشی از ساختار یک پلیمر

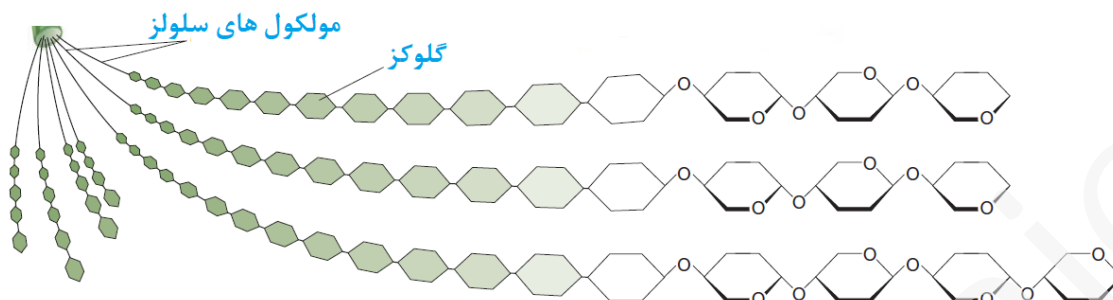


پلیمری شدن یا بسیارش واکنش شیمیایی است که در آن تعداد زیادی از مولکول های کوچک (مونومرها) در شرایط مناسب با ایجاد پیوند کوالانسی به یک دیگر متصل می شوند، و مولکول هایی بسیار بزرگ (درشت مولکول) با زنجیرهای بلند و جرم مولی زیاد را تولید می کنند.

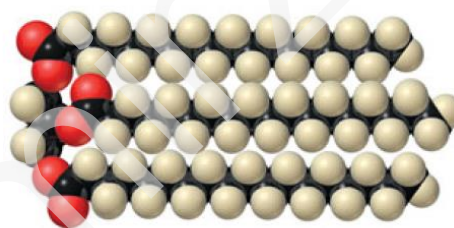
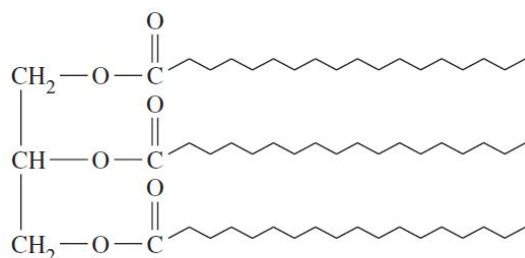
سوال آیا همه درشت مولکول ها پلیمر محسوب می شوند؟

پاسخ خیر، پلیمر یعنی درشت مولکولی که از پیوند واحدهای تکرار شونده کوچک، تشکیل شده است.

برای مثال، پنبه یک پلیمر است چون الیاف آن از سلولز تشکیل شده اند و سلولز نیز زنجیری بسیار بلند است که از اتصال شمار زیادی مولکول گلوکز (واحد تکرار شونده) به یک دیگر ساخته شده است.



اما چربی ها درشت مولکول هایی هستند که پلیمر محسوب نمی شوند، چون در ساختار مولکولی آن ها واحدهای تکرار شونده (مونومر) وجود ندارد.



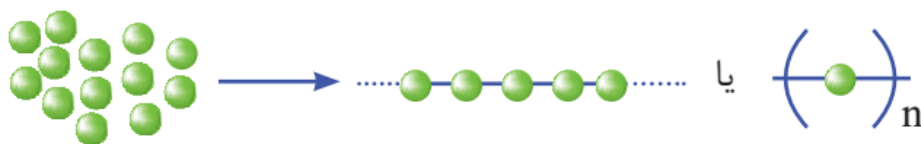
برای شناخت بیشتر جایگاه پلیمرها در مقایسه با سایر مواد آلی از نظر اندازه مولکول ها و جرم مولکولی آن ها، جدول زیر راهنمای این امر است.

اندازه مولکولی	حالت مولکولی	مثال
C ₁ تا C ₄	گاز	اتن
C ₅ تا C ₉	مایع	بنزین
C ₉ تا C ₁₆	مایع	نفت و گازوئیل
C ₁₆ تا C ₃₅	مایع روغنی	روغن های چرب و روان کننده
C ₃₅ تا C ₇₀	خمیری با گرانروی متوسط	گریس
C ₁₅₀	جامد واکسی	واکس های پارافینی جامد (موم)
C ₁₅₀₀ +	جامد	پلی اتن

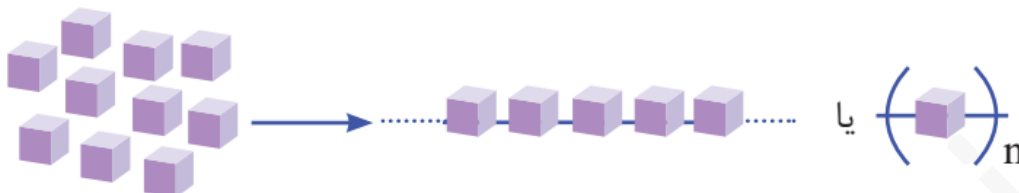
در مقایسه با وزن مولکولی سایر مواد آلی غیر پلیمری، متان CH₄ با جرم مولی ۱۶ g.mol⁻¹ سبک ترین و تری گلیسیریدها با وزن مولکولی ۱۰۰۰ g.mol⁻¹ تقریباً سنگین ترین مواد آلی هستند. برخی انواع پلیمرها دارای صدها یا هزاران واحد مونومری هستند و وزن مولکولی بالای هزار یا میلیون واحد دارند.

به این نکته توجه کنید که، تعیین تعداد دقیق مونومرهای شرکت کننده در یک واکنش پلیمری شدن ممکن نیست و تاکنون هیچ قاعده ای برای اتصال شمار مونومرها به یک دیگر ارائه نشده است. به همین دلیل برای پلیمرها نمی توان فرمول مولکولی دقیق نوشت.

برای نمایش پلیمرها، واحد تکرار شونده پلیمر را درون پرانتز نوشته و زیروند n را جلوی آن می نویسند. در شکل زیر الگوی تشکیل یک پلیمر را مشاهده می کنید.



بر اساس الگوی نشان داده شده در بالا با تغییر نوع مونومرها، می توان پلیمر جدیدی با ساختار و خواص متفاوت تهیه کرد.



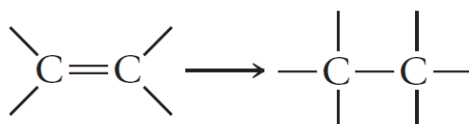
خواص پلیمرها پلیمرها تفاوت زیادی با مونومرهای سازنده خود دارند. یک پلیمر تا حدی مقاوم است زیرا در آن مولکول ها کنار هم قرار گرفته و تا حدودی اتصال دارند، و بین مولکول های بزرگ پلیمر نیروهای قوی بین مولکولی وجود دارد.

پلیمرها شامل: پلیمرهای طبیعی و پلیمرهای ساختگی هستند. مولکول های مهم در بیولوژی همچون پروتئین ها، نوکلئیک اسیدها، و پلی ساکاریدها (نشاسته و سلولز در چوب و پنبه) پلیمرهای طبیعی هستند. همچنین، لاستیک طبیعی و الیاف طبیعی مانند ابریشم و پشم، پلیمرهای طبیعی می باشند. مثال هایی از خانواده پلیمرهای ساختگی، شامل پلاستیک هایی همچون پلی اتن، تفلون، و پلاستیک های رزین و الیاف مصنوعی مثل نایلون، اورلون، و داکرون می باشند. در این قسمت برخی فرایندهای تولید پلیمرها از ترکیب های آلی شرح داده می شوند.

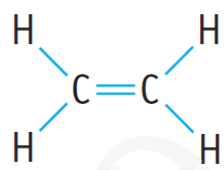
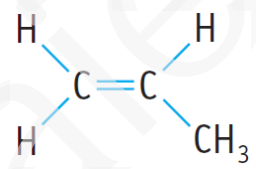
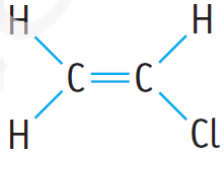
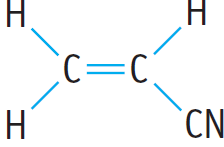
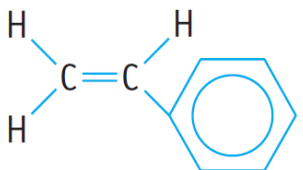
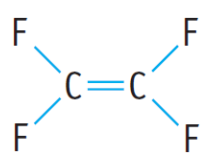
دسته بندی پلیمرها پلیمرهای صنعتی به روش های گوناگون دسته بندی می شوند. یکی از این دسته بندی ها، واکنش آن ها در برابر گرما است. پلیمرهای گرما نرم (ترموپلاستیک) مانند پلی اتن، که وقتی گرم شوند، نرم و انعطاف پذیر شده و در اثر سرد شدن دوباره سخت می شوند. پلیمرهای گرماسخت (ترموسِتینگ) مثل فرمیکا، که ابتدا نرم هستند اما در اثر گرما سخت شده و دیگر به حالت اول بر نمی گردند. دسته بندی های دیگری نیز برای پلیمرها بر اساس نوع کاربرد آن ها وجود دارد، برای مثال، پلاستیک ها، الیاف، لاستیک ها (الاستومرها)، رنگ ها و چسب ها، کامپوزیت ها.

دسته بندی که در شیمی بیشتر مورد نظر است، بر اساس روش سنتز پلیمرها می باشد. پلیمرهای افزایشی که از اتصال مستقیم واحدهای مونومر به یک دیگر ساخته می شوند. پلیمرهای تراکمی که به وسیله هم پیوستن واحدهای مونومر به یک دیگر و جدا شدن مولکول های کوچک (اغلب آب)، ساخته می شوند.

پلیمرهای افزایشی هنگامی که واحدهای مونومر مستقیماً به هم متصل می شوند، یک پلیمر افزایشی ساخته می شود. جدول زیر برخی پلیمرهای افزایشی ساختگی را نشان می دهد. توجه داشته باشید که هر کدام از این پلیمرهای افزایشی یک پیوند دوگانه کربن - کربن دارد. در پلیمری شدن افزایشی، پیوندهای دوگانه $C = C$ به پیوندهای یگانه $C - C$ تبدیل می شوند.



و واحدهای مونومری به طور متوالی به هم متصل می شوند.

پلیمرهای افزایشی مشتق شده از اتن (اتیلن)			
کاربرد	نام پلیمر (نام تجاری)	نام رایج مونومر	فرمول
بطری های فشرده، کیف، اسباب بازی و لوازم قالب گیری، روکش عایق الکتریکی	پلی اتن (پلی اتیلن) (پلی تن)	اتن (اتیلن)	
بطری ها، الیاف، فرش خانگی و زیرانداز	پلی پروپن (پلی پروپیلن) (وکترا، هرکولون)	پروپن (پروپیلن)	
کف پوش، بارانی، لوله	پلی وینیل کلرید (PVC)	وینیل کلرید	
فرش، پارچه	پلی اکریلونیتریل (اورلون، آکرلان)	آکریلونیتریل	
سرد نگهدارنده های غذا و نوشابه، ساخت مواد عایق گرما	پلی استیرن (استیروفوم، استیرون)	استیرن	
واشر، عایق، یاتاقان، روکش ماهی تابه	پلی تترا فلئوئور اتن (تفلون)	تترا فلئوئور اتن	

پلی اتن (پلی اتیلن)، پلی استیرن و پلی وینیل کلرید (PVC) پلیمرهای افزایشی رایج هستند. این پلیمرها با به هم پیوستن آلکن های ساده همچون اتن (اتیلن) ($\text{CH}_2 = \text{CH}_2$)، استیرن ($\text{C}_6\text{H}_5\text{CH} = \text{CH}_2$) و وینیل کلرید (کلرو اتن) ($\text{CH}_2 = \text{CHCl}$) ساخته می شوند. این پلیمرها و پلیمرهای افزایشی دیگر، که همگی از آلکن ها ساخته می شوند، دارای خواص و کاربردهای گسترده هستند.



پلی اتیلن با چگالی بالا (a)



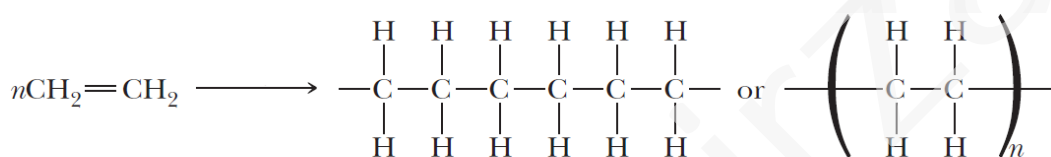
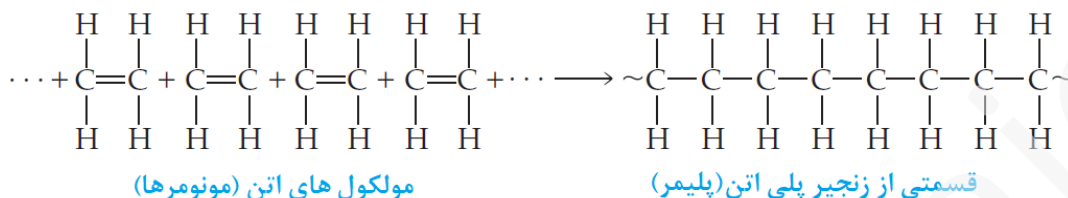
پلی استیرن (b)



پلی وینیل کلرید (c)

پلی اتن (پلی اتیلن) و دیگر مشتقات آن

پلی اتن (پلی اتیلن) مهمترین فراورده پلیمری از نظر مقدار تولید است. اتن (C_2H_4)، مونومری که پلی اتن از آن ساخته می شود، از پالایش نفت خام به دست می آید. هنگامی که اتن در دمای بین $100^{\circ}C$ تا $250^{\circ}C$ و فشار ۱۰۰۰ تا ۳۰۰۰ اتمسفر در حضور کاتالیزگر مناسب گرما داده می شود، پلیمری با جرم مولی چندین میلیون تشکیل می شود. واکنش انجام شده را می توان با معادله های شیمیایی زیر نشان داد.



اتن

پلی اتن

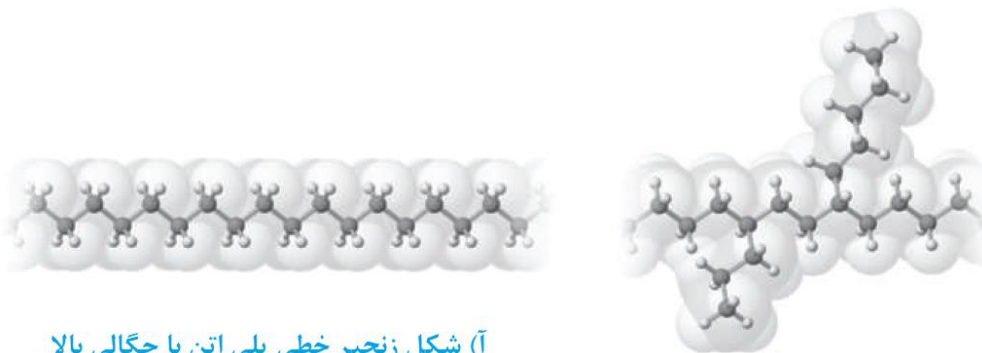
فرمول خلاصه شده فراورده واکنش $n(-\text{CH}_2\text{CH}_2-)$ نشان می دهد که پلی اتن یک زنجیر از اتم های کربن است، که هر کدام دو اتم هیدروژن دارند. طول زنجیر پلی اتن می تواند بسیار بلند باشد. در یک پلی مر با جرم مولی ۱ میلیون تقریباً ۳۶۰۰۰ مولکول اتن به هم متصل شده اند.



نمونه های از پلی اتن در فشارهای مختلف و کاتالیزگر ساخته شده که به دلیل ساختار مولکولی متفاوت خواص متفاوتی دارند. برای مثال، هنگامی که از کاتالیزگر کروم (III) اکسید استفاده می شود، فراورده تقریباً زنجیر خطی است (تصویر زیر شکل آ). اگر اتن در فشار بالا تا دمای $230^{\circ}C$ گرم شود، شاخه های نامنظم روی زنجیر آن تشکیل می شود (تصویر زیر شکل ب). شرایط دیگر می توانند موجب تشکیل پلی اتن با اتصال های عرضی شوند.

هنگامی که زنجیرهای خطی پلی اتن با جرم مولی زیاد در کنار هم قرار گیرند، ماده ای با چگالی 0.97 g/cm^3 به دست می آید. این ماده پلی اتن با چگالی بالا (HDPE) نامیده می شود که سخت و محکم است، و برای ساختن وسایلی همچون بطری شیر مناسب است. اگر زنجیر پلی اتن دارای شاخه باشد، زنجیرها نمی توانند کنار هم قرار گیرند، و پلی اتن با چگالی پایین (0.92 g/cm^3) به دست می آید، که به آن پلی اتن با چگالی پایین (LDPE) گفته می شود. این ماده نسبت به (HDPE)، نرمتر و قابل انعطاف است. از این نوع پلی اتن برای ساخت طناب و پاکت پلاستیکی استفاده می شود.

ورقه های نازک پلی اتن. ورقه های پلی اتن به وسیله قالب گیری پلاستیک مذاب تهیه می شود

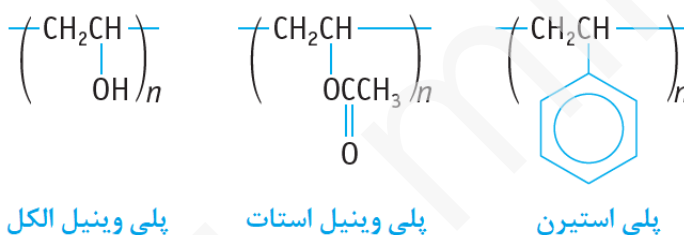


آ) شکل زنجیر خطی پلی اتن با چگالی بالا
(HDPE)

ب) شکل زنجیر شاخه دار پلیمر
با چگالی پایین (LDPE)

پلیمرهایی که از اتن با گروه جانشین شده (X) ساخته می شوند، دارای خواص و کاربردهای گوناگونی هستند. برخی اوقات خواص این پلیمرها بر اساس ساختار مولکولی شان قابل پیش بینی است. پلیمرهای بدون گروه های جانشین شده قطبی همچون پلی استیرن، اغلب در حلال های آلی حل می شوند، که خاصیتی مفید برای ساخت برخی انواع پلیمرها است.

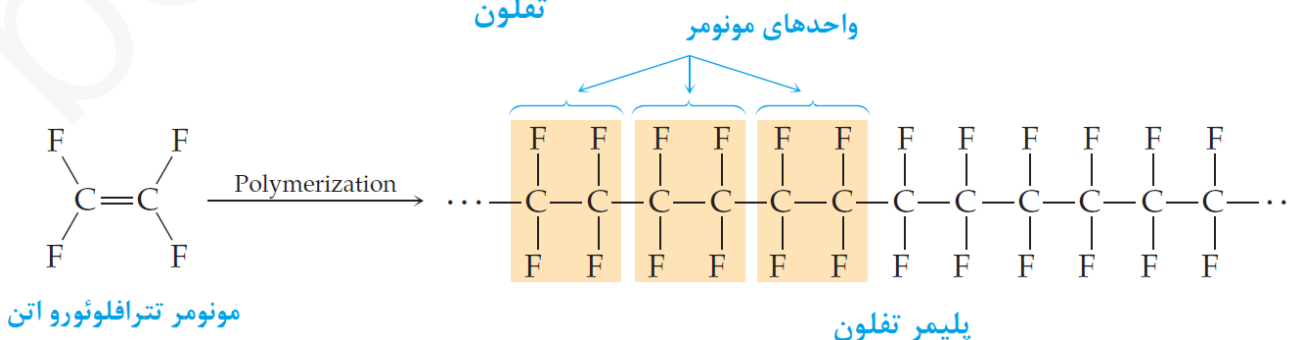
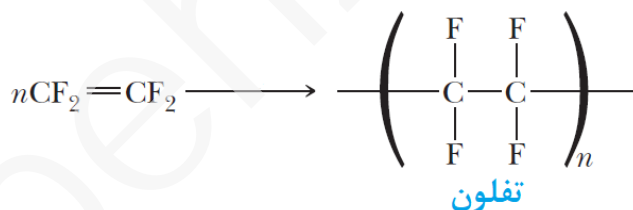
برخی پلیمرها بر اساس گروه جانشین شده در اتن



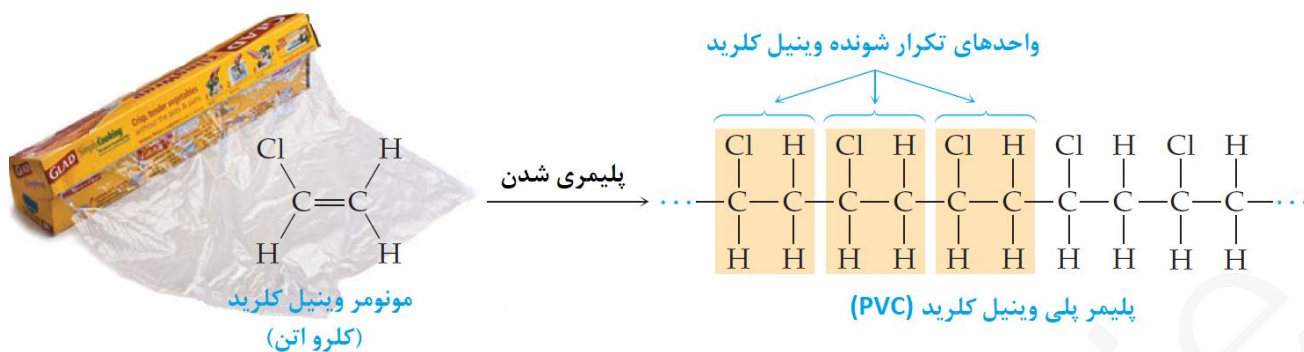
وینیل الکل پلیمری است که تمایل کمی به حل شدن در حلال های ناقطبی دارد، اما تمایل به حل شدن آن در آب بیشتر است، که پدیده ای شگفت انگیز نیست، و به تعداد زیاد گروه قطبی OH در آن مربوط است.

انحلال پذیری یک پلیمر در آب یا یک حلال آلی می تواند یک فرض باشد. برخی کاربردهای پلی تترافلورو اتن یا تفلون $(-\text{CF}_2\text{CF}_2-)_n$ به خاطر این است که این پلیمر نه در آب و نه در حلال های آلی حل نمی شود. معادله واکنش پلیمری شدن برخی پلیمرهای افزایشی در زیر آورده شده است.

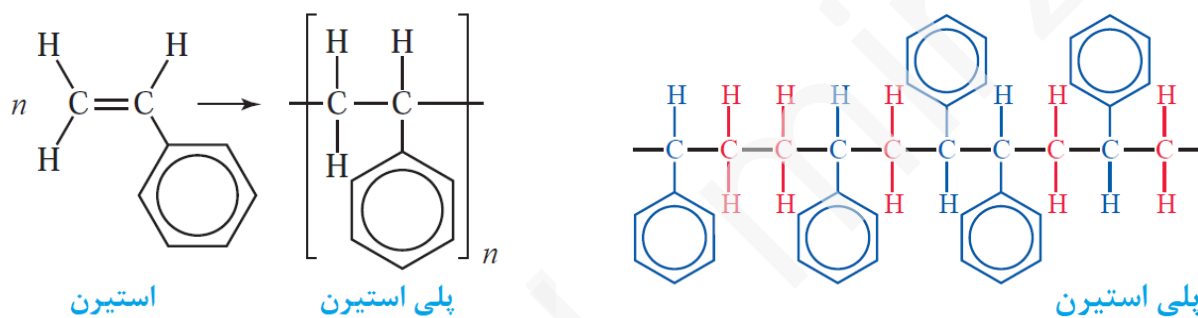
پلی تترافلورو اتن (تفلون)



پلی وینیل کلرید (PVC)

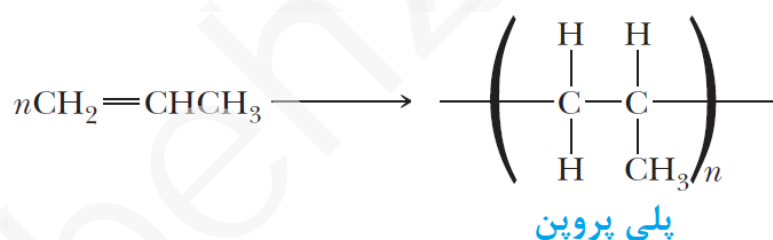


پلی استیرن



پلی استیرن، با $n = 5700$ یک جامد شفاف، سخت و بی رنگ است که می تواند به راحتی در 250°C قالب گیری شود. اگرچه، شما احتمالاً بیشتر با شفافیت زیاد آن آشنا هستید، مواد اسفنج مانند، مثل اسفنج سخت که به طور گسترده برای نگه داری غذا و نوشابه در منزل استفاده می شود.

پلی پروپن



پرسش های پایانی درس

۱. چه تفاوتی بین ساختار PVC و پلی اتن وجود دارد؟ برخی کاربردهای پلی اتن را بنویسید.
۲. پلیمری شدن افزایشی چیست؟ از چه مولکول هایی معمولاً به عنوان مونومر در پلیمرهای افزایشی استفاده می شود؟
۳. تفلون چیست؟ چه خواص ویژه ای دارد؟ برخی کاربردهای آن را بنویسید.
۴. از کدام نوع پلاستیک برای ساختن بطری شیر استفاده می شود؟
۵. ساختار پلی اتن با چگالی کم (LDPE) را شرح دهید. این ساختار چگونه می تواند خواص این پلیمر را توصیف کند؟
۶. ساختار مونومری که برای ساخت هر یک از پلیمرهای زیر به کار می رود را رسم کنید.

(ب) پلی وینیل کلرید

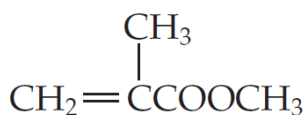
(آ) پلی پروپن

۷. ساختار بخشی از زنجیر پلیمرهای زیر را که در هر یک از آن ها شش اتم کربن نمایش داده شده باشد، رسم کنید.

(ب) تفلون

(آ) استیرن

۸. ساختار بخشی از زنجیر پلیمرهای زیر را که در هر یک از آن ها چهار واحد تکرار شونده نمایش داده شده باشد، رسم کنید.



(ب) متیل متاکریلات

(آ) تترا فلورو اتن

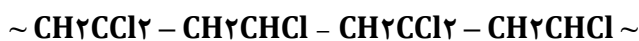
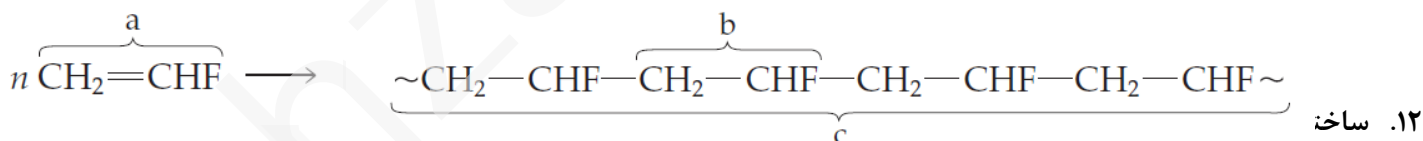
۹. ساختار پلیمر حاصل از مونومرهای زیر را رسم کنید. در ساختار رسم شده چهار واحد تکرار شونده را نمایش دهید.

(ب) استیرن

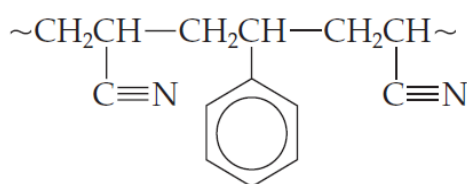
(آ) ۱-پنتن ($\text{CH}_2 = \text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$)

(پ) وینیل کلرید

۱۰. به چه دلیل خواص پلیمرها با مولکول های کوچک سازنده آن ها (مونومرها) تفاوت دارد؟
۱۱. در معادله شیمیایی زیر، مشخص کنید کدام یک از قسمت های a، b و c، مونومر، پلیمر و واحد تکرار شونده را نشان می دهند.



۱۳. ساختار مونومرهایی که پلیمر زیر از آن ها ساخته شده است را رسم کنید.



الکل ها - منبع کتاب های مرجع شیمی عمومی

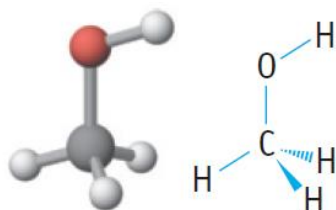
ترکیب های آلی اغلب به جز کربن و هیدروژن دارای عنصرهای دیگری هستند. به ویژه دو عنصر اکسیژن و نیتروژن، در شیمی کربن (ترکیب های آلی) نقش مهمی دارند.

ترکیب های آلی که دارای عنصرهایی به جز کربن و هیدروژن هستند را مشتقات هیدروکربن ها می نامند. فرمول (و ساختار) آن ها به وسیله جانشین کردن یک یا بیشتر از یک هیدروژن در مولکول هیدروکربن به وسیله گروه عاملی نمایش داده می شود. گروه عاملی، یک اتم یا گروهی از اتم های متصل به یک اتم کربن در هیدروکربن می باشند. فرمول مشتق هیدروکربن پس از آن به صورت $R-X$ ، نوشته می شود، که در آن R هیدروکربن بدون یک اتم هیدروژن و X گروه عاملی (همچون $-OH$ ، $-NH_2$ ، اتم های هالوژن و یا $-COOH$) است که جانشین اتم هیدروژن شده اند. خواص شیمیایی و فیزیکی مشتق هیدروکربن، ترکیبی از خواص وابسته به هیدروکربن و گروهی است که به جای اتم هیدروژن قرار گرفته است.

الکل ها اگر در یک آلکان، یک اتم هیدروژن توسط یک گروه هیدروکسیل ($-OH$) جانشین شود، ترکیب حاصل الکل ROH نامیده می شود. فرمول کلی الکل ها را می توان به صورت $C_nH_{2n+1}OH$ نشان داد. متانول CH_3OH ، و اتانول CH_3CH_2OH ، جزو مهم ترین الکل ها هستند، اما الکل های دیگری نیز رایج و دارای اهمیت هستند. توجه داشته باشید برخی الکل ها بیش از یک گروه عاملی OH دارند. (جدول زیر را ببینید)

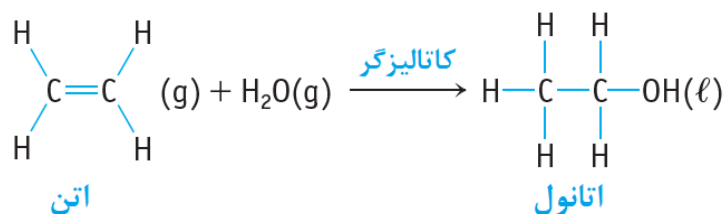
برخی از مهم ترین الکل ها				
فرمول فشرده	نام آیوپاک	نام متداول	نقطه جوش (°C)	کاربرد
CH_3OH	متانول	متیل الکل	۶۵/۰	سوخت، مکمل بنزین، ساخت فرمالدهید
CH_3CH_2OH	اتانول	اتیل الکل	۷۸/۵	سوخت، مکمل بنزین، حلال
$CH_3CH_2CH_2OH$	۱- پروپانول	پروپیل الکل	۹۷/۴	حلال صنعتی
$CH_3CH(OH)CH_3$	۲- پروپانول	ایزوپروپیل الکل	۸۲/۴	تمییز کننده
$HOCH_2CH_2OH$	۲،۱- اتان دی ال	اتیلن گلیکول	۱۹۸	ضد یخ
$HOCH_2CH(OH)CH_2OH$	۳،۲،۱- پروپان تری ال	گلیسرول (گلیسیرین)	۲۹۰	مورد استفاده در کرم ها و مواد بهداشتی

از متانول برای تهیه فرمالدهید (CH_2O) و استیک اسید (CH_3COOH) که هر دو جزو مهمترین مواد شیمیایی هستند استفاده می شود. همچنین از متانول به عنوان حلال، جلوگیری از یخ زدن بنزین و سوخت در ماشین های مسابقه استفاده می شود. متانول یک ماده سمی است و در صورتی که خورده شود، در بدن به فرمیک اسید ($HCOOH$) و فرمالدهید (CH_2O)، تبدیل می شود. این مواد توسط سلول های شبکه چشم جذب می شوند، و موجب نابینایی دائمی خواهند شد.



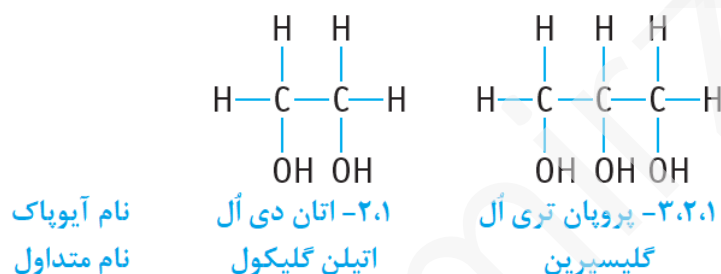
❖ متانول CH_3OH ، ساده ترین الکل است. متانول اغلب الکل چوب نیز نامیده می شود، زیرا به طور طبیعی از چوب دادن چوب در غیاب هوا تهیه می شود. اتانول از تخمیر قند در غیاب هوا به دست می آید. در مقیاس بزرگتر اتانول مورد استفاده برای سوخت از تخمیر ذرت و دیگر گیاهان در طبیعت تولید می شود. مقدار کمی اتانول

(حدود ۵٪) در صنایع نفت از واکنش اتن با آب تولید می شود.



از الکل های سه کربنه و بیشتر، ساختارهای ایزومری مشاهده می شود. برای مثال، ۱- پروپانول و ۲- پروپانول (نام های متداول آن ها پروپیل الکل و ایزوپروپیل الکل است)، دو ترکیب متفاوت هستند (جدول بالا را ببینید).

اتیلن گلیکول (گلیکول) و گلیسرین جزو الکل های رایج هستند که به ترتیب دارای دو گروه -OH و سه گروه -OH هستند. اتیلن گلیکول به عنوان ضد یخ در اتومبیل ها استفاده می شود. گلیسرین بیشتر به عنوان نرم کننده در صابون و کرم ها استفاده می شود.



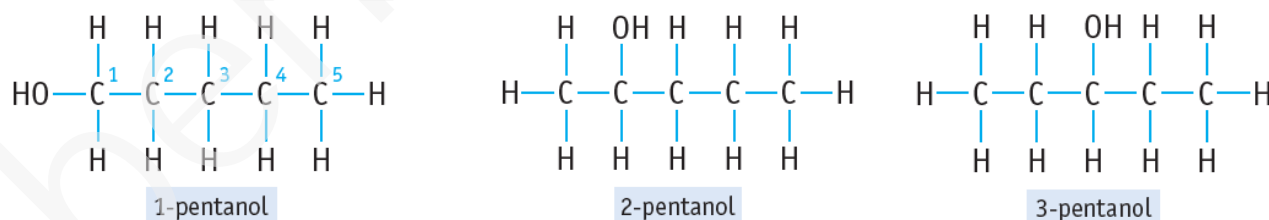
تمرین ساختار الکل های ایزومر

چند الکل متفاوت با یک گروه -OH از پنتان مشتق می شود. ساختار آن ها را رسم کنید و نام آیوپاک آن ها را بنویسید.

چه باید انجام دهیم؟ فرمول پنتان C_5H_{12} است. در یک الکل، گروه -OH جانشین هیدروژن می شود.

راهکار پنتان، زنجیری با پنج اتم کربن دارد. یک گروه -OH می تواند روی اتم های کربن جانشین اتم های هیدروژن شود. الکل ها به عنوان مشتقات آلکان ها با جایگزین کردن پسوند " ال " به جای " ان " در انتهای نام آلکان، و مشخص کردن مکان گروه -OH روی زنجیر کربنی به وسیله پیشوند اعداد، نام گذاری می شوند.

راه حل وابسته به موقعیت گروه -OH روی کربن شماره یک، دو و سه در زنجیر، سه نوع الکل متفاوت امکان پذیر است. (موقعیت های کربن شماره چهار و پنج روی زنجیر، به ترتیب مشابه موقعیت های شماره یک و دو است.)

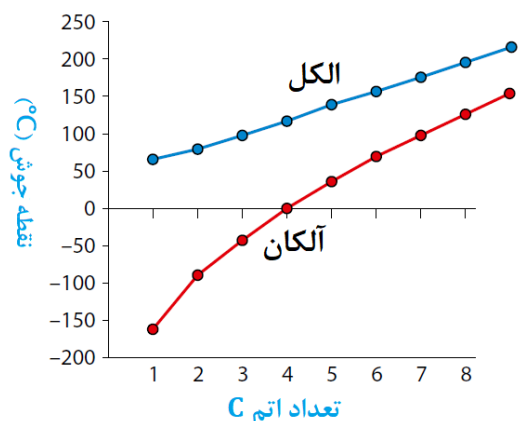


خواص فیزیکی الکل ها

متان CH_4 یک گاز (با نقطه جوش 161°C -) با انحلال پذیری بسیار کم در آب است. در مقابل متانول CH_3OH ، یک مایع است که به هر نسبت در آب حل می شود. نقطه جوش متانول 65°C است که به اندازه 226°C از نقطه جوش متان بالاتر است. اضافه شدن یک اتم اکسیژن چه تفاوتی در ساختار متانول ایجاد می کند که موجب این خواص برای این مولکول ساده می شود!

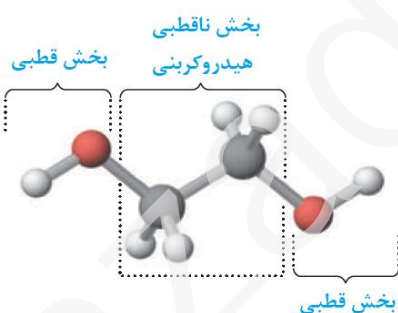
الکل ها با آب شباهت دارند، در آن ها یکی از اتم های H مولکول آب H_2O ، با یک گروه آلی جانشین شده است. اگر به جای یکی از اتم هیدروژن آب، یک گروه متیل $-CH_3$ قرار گیرد، متانول به دست می آید. در اتانول یک گروه اتیل $-C_2H_5$ و در پروپانول یک گروه پروپیل $-C_3H_7$ به جای اتم H در آب جانشین شده اند. دانستن این که الکل ها شباهت به آب دارند می تواند به ما در فهم خواص فیزیکی آن ها کمک کند. (الکل ها مانند آب پیوند هیدروژنی می دهند).

در مولکول متانول دو قسمت، گروه $-CH_3$ و گروه $-OH$ ، در ایجاد خواص این الکل شرکت دارند. برای مثال، متانول می سوزد، که



خاصیتی وابسته به هیدروکربن ها است. از طرف دیگر، نقطه جوش آن بسیار نزدیک به آب است. دمایی که یک ماده در آن می جوشد، به نیروی جاذبه بین مولکول های آن مربوط است، که نیروی بین مولکولی نامیده می شود. جاذبه قویتر بین مولکول ها در یک نمونه، نقطه جوش بالاتری را سبب می شود. این نیروها که همانند نیروهای بین مولکولی در آب هستند، نتیجه قطبی بودن گروه $-OH$ در مولکول متانول می باشند. بنابر این متانول مولکول قطبی دارد، و گروه قطبی $-OH$ موجب بالا بودن نقطه جوش آن می شود. در مقابل، متان ناقطبی است و نقطه جوش پایین دارد، که نتیجه نیروهای بین مولکولی ضعیف در آن است.

نقطه جوش چند آلکان و چند الکل

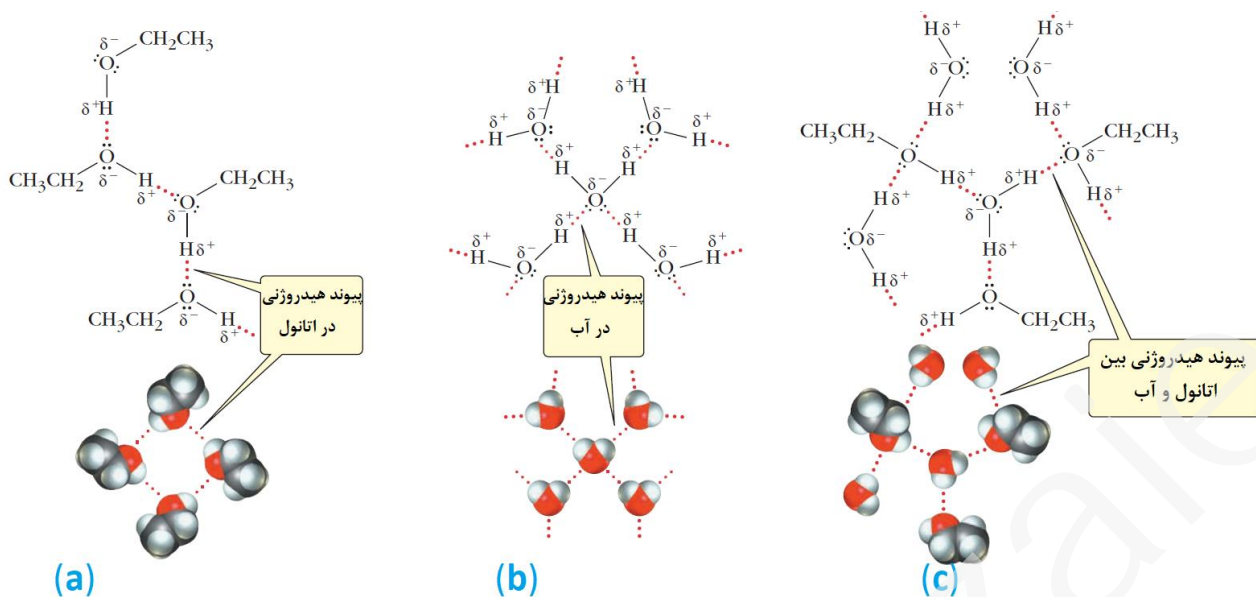


اتیلن گلیکول در رادیاتور اتومبیل استفاده می شود. این ماده در آب محلول است و در سیستم خنک کننده اتومبیل، نقطه انجماد آب را پایین برده و همچنین نقطه جوش آب را بالا می برد.

اتیلن گلیکول، جزء اصلی ضد یخ اتومبیل است، که به هر نسبتی در آب حل می شود.

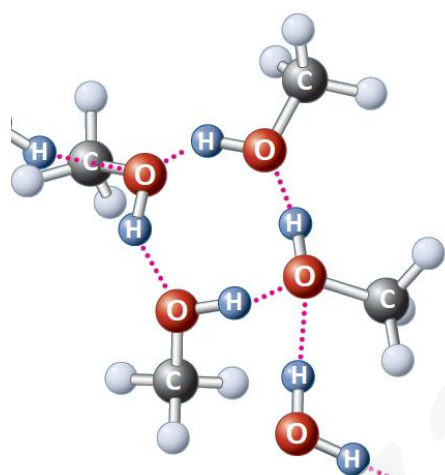
❖ خواص و کاربردهای الکل اتیلن گلیکول

قطبی بودن مولکول متانول همچنین می تواند توضیح دهد که چرا انحلال پذیری متان با انحلال پذیری متانول و دیگر الکل ها در آب تفاوت دارد. انحلال پذیری متانول و اتیلن گلیکول در آب به وسیله وجود بخش قطبی $-OH$ در مولکول آن ها توجیه می شود. متان که ناقطبی است، در آب بسیار کم حل می شود.



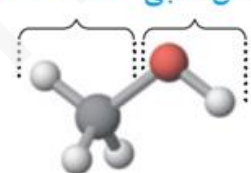
❖ (a) پیوند هیدروژنی بین مولکول های اتانول (b) پیوند هیدروژنی بین مولکول های آب (c) پیوند هیدروژنی بین مولکول های اتانول و مولکول های آب

همچنان که اندازه گروه آلکیل در الکل بزرگتر می شود، نقطه جوش الکل افزایش می یابد، که یک روند کلی مشاهده شده در ترکیب های هم خانواده و وابسته به جرم مولی است. همچنین با بزرگ شدن گروه آلکیل، انحلال پذیری در آب کاهش می یابد. متانول و اتانول به هر نسبتی در آب حل می شوند، در حالی که ۱- پروپانول انحلال پذیری متوسطی در آب دارد و ۱- بوتانول کمتر از ۱- پروپانول در آب حل خواهد شد. با افزایش در اندازه گروه هیدروکربنی، گروه آلی (بخش ناقطبی مولکول) قسمت بزرگتری از مولکول را شامل می شود، و خواص وابسته به بخش ناقطبی برتری می یابد. مدل فضاپرکن متانول و ۱- بوتانول در زیر نشان داده شده است. در این مولکول بخش قطبی و بخش ناقطبی تقریباً اندازه مشابه دارند، اما در الکل ۱- بوتانول گروه OH- کمتر از ۲۰٪ اندازه مولکول را در بر می گیرد.



بخش ناقطبی

بخش قطبی هیدروکربنی



متانول

بخش هیدروکربنی ناقطبی

بخش قطبی

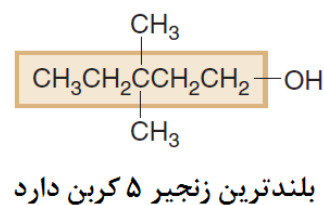
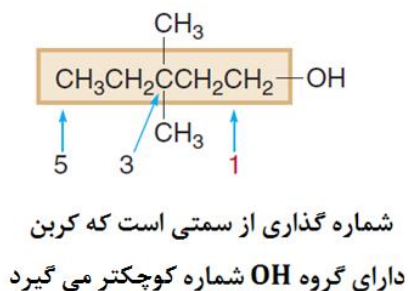
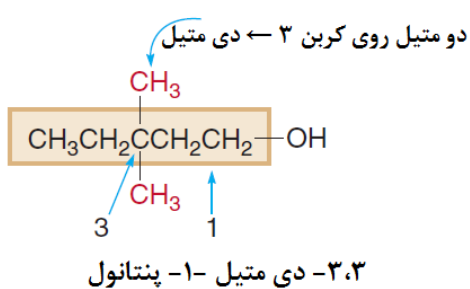


۱- بوتانول

نام گذاری الکل ها

در روش آیوپاک، الکل ها با پسوند -آل - شناخته می شوند. برای نام گذاری یک الکل:

- بلندترین زنجیر کربنی دارای کربنی که گروه OH به آن پیوند دارد را پیدا می کنیم.
- زنجیر کربنی را از سمتی شماره گذاری می کنیم که کربن دارای گروه OH عدد کوچک تری بگیرد، و بقیه قواعد نام گذاری را به کار می بریم.



تمرین های پایانی درس

۱. نام آیوپاک هر یک از الکل های زیر را بنویسید.



۲. فرمول ساختاری الکل های زیر را رسم کنید.

(ب) ۲- بوتانول

(آ) ۱- بوتانول

(ت) ۲- پنتانول

(پ) ۱- پنتانول

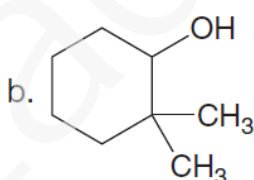
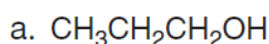
۳. فرمول ساختاری چهار الکل ایزومر با فرمول $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$ را رسم کنید. نام آیوپاک آن را بنویسید.



۶. ساختار گلوله و میله الکل زیر را در نظر بگیرید.

(آ) فرمول ساختاری فشرده این الکل را بنویسید.

(ب) نام این الکل را بنویسید.



۷. فرمول مولکولی هر یک از الکل های زیر را با نمایش

گروه -OH بنویسید.

۸. ساختار مولکولی الکی با فرمول مولکولی $\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}$ که در آن گروه -OH به کربن شماره ۲ زنجیر اصلی متصل باشد.

۹. دی متیل اتر $[(\text{CH}_3)_2\text{O}]$ و اتانول $(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH})$ ، هر دو در آب محلول اند. نقطه جوش اتانول (78°C) است که نسبت به نقطه جوش دی متیل اتر (-24°C) بسیار بیشتر است. علت را توضیح دهید.

۱۰. ترکیب های زیر را بر حسب افزایش نقطه جوش از کم به زیاد مرتب کنید.



۱۱. توضیح دهید چرا دو ترکیب آلی چهار کربنه ۱- بوتانول $(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH})$ و ۱- بوتن $(\text{CH}_2 = \text{CHCH}_2\text{CH}_3)$ خاصیت انحلال پذیری بسیار متفاوت دارند؟ ۱- بوتانول در آب محلول ولی ۱- بوتن در آب نامحلول است.

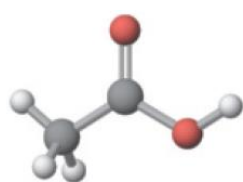
۱۲. توضیح دهید چرا نقطه جوش $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ (118°C) از نقطه جوش $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{SH}$ (98°C) بیشتر است؟ در صورتی که جرم مولی $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{SH}$ بزرگتر می باشد.

کربوکسیلیک اسیدها - منبع کتاب شیمی عمومی کاتز

کربوکسیلیک اسیدها (RCOOH) دارای یک گروه R- و یک گروه کربوکسیل (-COOH)، -OH متصل به کربن کربونیل هستند. گروه C=O، گروه کربونیل نامیده می شود.

استیک اسید متداول ترین و مهمترین کربوکسیلیک اسید است. برای سال های متمادی استیک اسید از اکسایش الکل اتانول به وسیله تخمیر آن تهیه می شد. اما امروزه، بیشترین مقدار استیک اسید از ترکیب کربن مونوکسید و متانول در حضور کاتالیزگر تولید می شود. از استیک اسید برای ساخت پلاستیک ها، الیاف سنتزی و قارچ کش استفاده می شود.

برخی اسیدهای آلی در طبیعت وجود دارند. اسیدها به وسیله مزه ترشی که دارند شناخته می شوند و در بسیاری از مواد غذایی یافت می شوند: سیتریک اسید در میوه ها، استیک اسید در سرکه و تارتاریک اسید در انگور سه مثال از وجود این مواد در غذاها هستند.



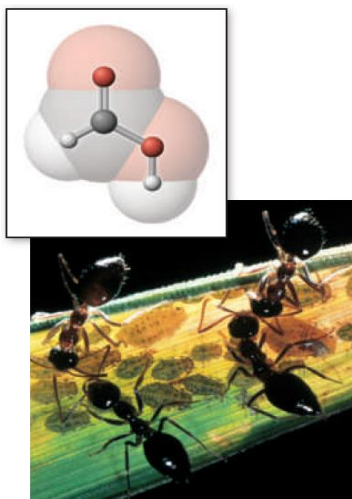
استیک اسید



برخی کربوکسیلیک اسیدها که در طبیعت وجود دارند.

وجود در طبیعت	ساختار	نام
برخی میوه ها		بنزوئیک اسید *
مرکبات	$\begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{CH}_2-\text{COOH} \\ \\ \text{COOH} \end{array}$	سیتریک اسید
شیر ترش شده	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{OH} \end{array}$	لاکتیک اسید
سیب	$\begin{array}{c} \text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{OH} \end{array}$	مالئیک اسید
روغن زیتون	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$	اولئیک اسید
ریواس، اسفناج، کلم، گوجه	$\text{HOOC}-\text{COOH}$	اگزالیک اسید *
چربی حیوانی	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}-\text{COOH}$	استئاریک اسید
انگور	$\begin{array}{c} \text{HOOC}-\text{CH}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \quad \\ \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$	تارتاریک اسید

❖ فقط ساختار مولکولی بنزوئیک اسید و اگزالیک اسید را به خاطر بسپارید.



برخی کربوکسیلیک اسیدها نام های متداول دارند که از منشاء آن ها در طبیعت گرفته شده است. به دلیل این که در نیش مورچه فرمیک اسید HCOOH وجود دارد، نام رایج این اسید از نام مورچه در زبان لاتین (*formica*) گرفته شده است. نام رایج استیک اسید از نام سرکه در زبان لاتین گرفته شده است.

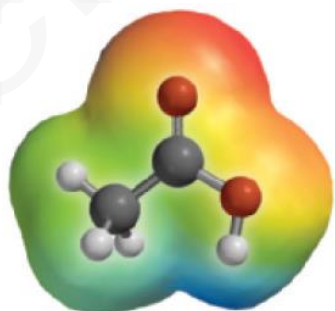
فرمیک اسید HCOOH ، ترشح این اسید هنگام نیش زدن مورچه ها، موجب سوزش می شود.

برخی کربوکسیلیک اسیدهای ساده			
نقطه جوش ($^{\circ}\text{C}$)	نام متداول	نام آیوپاک	ساختار
۱۰۱	فرمیک اسید	متانوئیک اسید	HCOOH
۱۱۸	استیک اسید	اتانوئیک اسید	CH_3COOH
۱۴۱	پروپیونیک اسید*	پروپانوئیک اسید	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$
۱۶۳	بوتیریک اسید*	بوتانوئیک اسید	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$
۱۸۷	والریک اسید*	پنتانوئیک اسید	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$

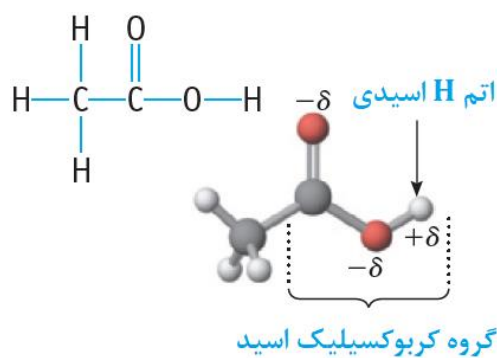
* نیاز به حفظ کردن نام اسیدهایی متداول که با علامت (*) مشخص شده اند نیست.

به دلیل خاصیت نافلزی بیشتر اتم های اکسیژن، دو اتم O در گروه کربوکسیل (گروه عاملی) بار جزئی منفی دارند، و اتم H در گروه OH - بار جزئی مثبت دارد. این توزیع غیر یکنواخت بار اهمیت زیادی در این مولکول ها دارد.

- مولکول های قطبی استیک اسید به راحتی در آب حل می شوند، و می دانیم که سرکه محلول آبی استیک اسید است. (اسیدهای با گروه آلی بزرگتر به میزان کمتری در آب حل می شوند.)
- در اسیدهای آلی هیدروژن گروه OH - یک هیدروژن اسیدی است. استیک اسید، و همچنین بیشتر اسیدهای آلی اسید ضعیف هستند.



نقشه پتانسیل الکترواستاتیک
استیک اسید



استیک اسید اتم H گروه کربوکسیلیک اسید (COOH -) در این اسید و دیگر اسیدهای آلی، هیدروژن اسیدی است.

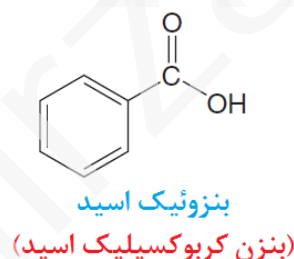
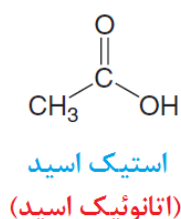
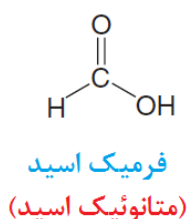
نام گذاری کربوکسیلیک اسیدها – RCOOH

• در روش آیوپاک، کربوکسیلیک اسیدها با پسوند -وئیک اسید - شناخته می شوند.

قواعد نام گذاری کربوکسیلیک اسیدها به صورت زیر است.

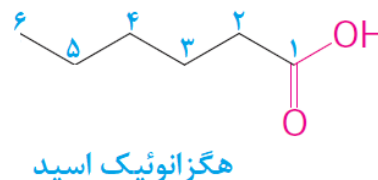
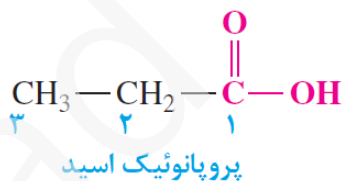
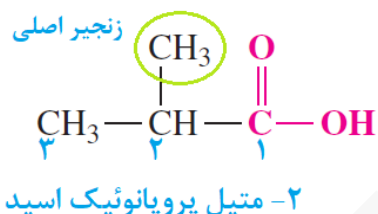
- بلندترین زنجیر دارای گروه COOH را پیدا کنیم، و به انتهای نام زنجیر پسوند -وئیک اسید - اضافه کنیم.
- به کربنی از زنجیر که گروه COOH است شماره ۱ بدهیم، اما در نام گذاری شماره ۱ نوشته نمی شود. سایر قواعد نام گذاری را به کار می بریم.

برای برخی کربوکسیلیک اسیدهای ساده اغلب نام های رایج به کار برده می شود. در نام رایج این اسیدها از پسوند -یک اسید - استفاده می شود. سه ترکیب که همیشه نام رایج آن ها استفاده می شود در زیر آورده شده اند.



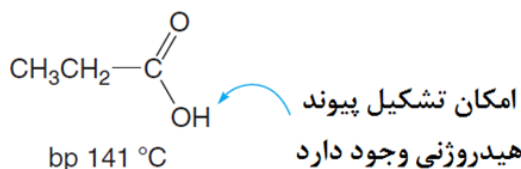
نام آیوپاک درون پرانتز نوشته شده که به ندرت استفاده می شود

شاخه متیل روی کربن شماره ۲



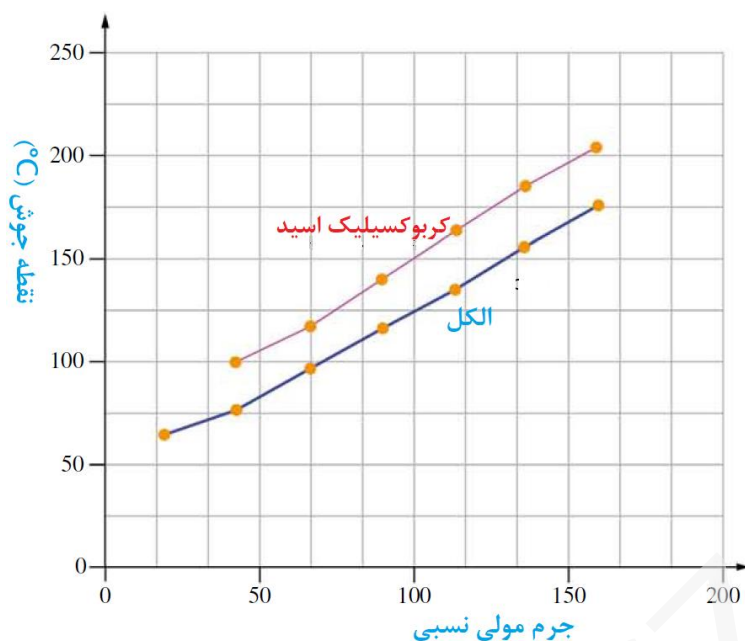
خواص فیزیکی کربوکسیلیک اسیدها

کربوکسیلیک اسیدها ترکیب های قطبی اند زیرا دارای گروه قطبی کربونیل هستند. همچنین کربوکسیلیک اسیدها نیروی بین مولکولی از نوع پیوند هیدروژنی ایجاد می کنند چون اتم هیدروژن متصل به اتم با خاصیت نافلزی زیاد اکسیژن (اتم های FON) دارند.

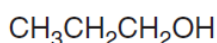


نیروی بین مولکولی قویتر
نقطه جوش بالاتر

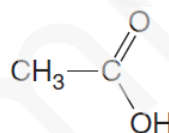
همچنین، نیروی بین مولکولی در کربوکسیلیک اسیدها نسبت به الکل ها قویتر است. به خاطر این که در گروه عاملی آن ها امکان برقراری دو پیوند هیدروژنی وجود دارد؛ دو مولکول کربوکسیلیک اسید به وسیله دو پیوند هیدروژنی کنار هم نگاه داشته می شوند، در حالی که بین دو مولکول الکل فقط تشکیل یک پیوند هیدروژنی امکان پذیر است.



- کربوکسیلیک اسیدها در مقایسه با الکل های با جرم مولی نزدیک به هم، نقطه جوش و نقطه ذوب بالاتری دارند.

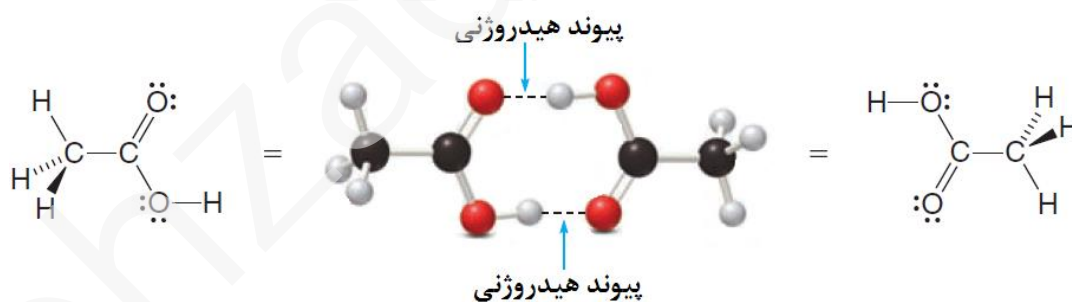


۱- پروپانول نقطه جوش 97°C



استیک اسید نقطه جوش 118°C

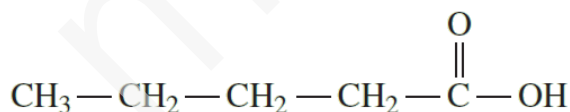
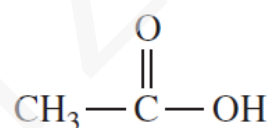
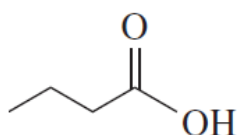
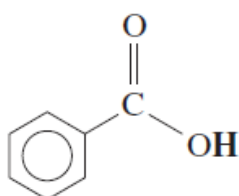
امکان برقراری برهم کنش هایی از نوع پیوندهای هیدروژنی بیشتر
نقطه جوش بالاتر



مشابه با دیگر ترکیب های آلی اکسیژن دار، کربوکسیلیک اسیدهایی که کمتر از شش اتم کربن دارند در آب محلول اند. ترکیب های با وزن مولکولی زیاد در آب حل نمی شوند زیرا بخش ناقطبی مولکول بزرگتر شده و تاثیر بیشتری بر خواص مولکول می گذارد. (بخش ناقطبی مولکول بر بخش قطبی آن غلبه می کند)

تمرین های پایانی درس

۱. کدام کربوکسیلیک اسید موجب سوزش در اثر نیش مورچه می شود؟
۲. کدام کربوکسیلیک اسید در سرکه وجود دارد؟
۳. ساختار مولکولی فشرده هر یک از ترکیب های زیر را رسم کنید و نام آیوپاک آن را بنویسید.
(آ) یک کربوکسیلیک اسید با فرمول مولکولی $C_6H_{12}O_2$ که شاخه فرعی ندارد.
(ب) یک کربوکسیلیک اسید با فرمول مولکولی $C_6H_{12}O_2$ که یک شاخه فرعی اتیل دارد.
۴. ساختار مولکولی فشرده هر یک از ترکیب های زیر را رسم کنید و نام آیوپاک آن را بنویسید.
(آ) یک کربوکسیلیک اسید با فرمول مولکولی $C_5H_{10}O_2$ که شاخه فرعی ندارد.
(ب) یک کربوکسیلیک اسید با فرمول مولکولی $C_5H_{10}O_2$ که یک شاخه فرعی متیل دارد.
۵. نام آیوپاک و نام رایج (اگر داشته باشند) را برای هر یک از اسیدهای آلی زیر بنویسید.



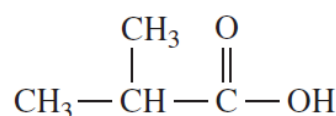
۶. در هر گروه تعیین کنید کدام ترکیب بیشتر در آب حل می شود. در مورد پاسخ خود توضیح دهید.

(آ) پروپانوئیک اسید، هگزانوئیک اسید، بنزوئیک اسید

(ب) پنتان، ۱- هگزانول، پروپانوئیک اسید

۷. نام آیوپاک ترکیب (آ) و فرمول ساختاری فشرده ترکیب (ب) را بنویسید.

(ب) بوتانوئیک اسید



۸. ترکیب های زیر را بر اساس نقطه جوش از کم به زیاد مرتب کنید.



۹. ترکیب های زیر را بر اساس نقطه جوش از کم به زیاد مرتب کنید.



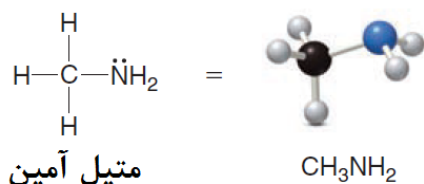
۱۰. در هر جفت ترکیب داده شده، کدام ترکیب در آب بیشتر حل می شود؟ کدام یک بیشتر در یک حلال آلی حل می شود؟

(آ) $CH_3CH_2CH_2CH_2COOH$ یا $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2COOH$

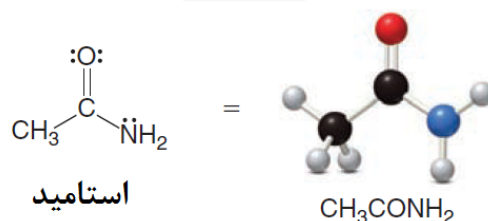
(ب) $CH_3(CH_2)_4COOH$ یا $CH_3(CH_2)_4COO^-Na^+$

آمین ها و آمیدها مولکول های آلی دارای نیتروژن هستند - منبع کتاب های مرجع شیمی عمومی و آلی

آمین



آمید

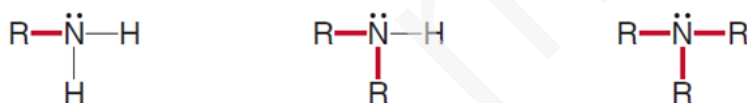


- آمین ترکیب آلی نیتروژن داری است که از جانشین شدن یک یا چند اتم هیدروژن با گروه های آلکیل در آمونیاک (NH_3) تشکیل شده است.
- آمید ترکیبی کربونیل دار است که دارای اتم نیتروژن متصل به کربن گروه کربونیل می باشد.

هر اتم اکسیژن دو جفت الکترون ناپیوندی و هر اتم نیتروژن یک جفت الکترون ناپیوندی دارند بنابر این، هر اتم توسط هشت الکترون احاطه شده است.

ساختار آمین ها

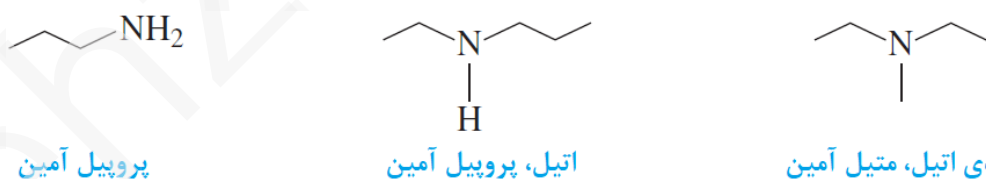
آمین ها بر حسب تعداد گروه های آلکیل که به اتم نیتروژن پیوند داده اند، دارای ساختارهایی به صورت زیر می باشند.



مشابه با آمونیاک، اتم نیتروژن آمین ها یک جفت الکترون ناپیوندی دارد، که معمولاً در ساختار فشرده آن نمایش داده نمی شود. اتم نیتروژن در آمین به وسیله سه اتم دیگر و یک جفت الکترون ناپیوندی احاطه شده است.

نام گذاری آمین ها

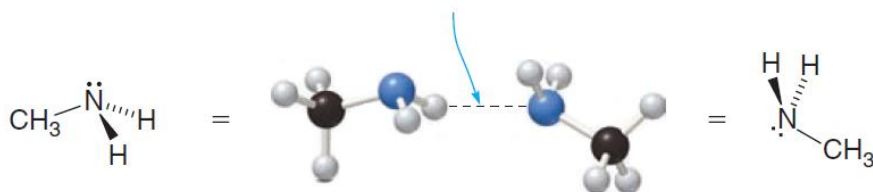
آمین ها به صورت آلکیل آمین نامگذاری می شوند. ترتیب نام شاخه ها همان ترتیب الفبایی است. اگر گروه های آلکیل مشابه به نیتروژن آمین متصل باشند، از پیشوندهای دی و تری استفاده می شود.



خواص فیزیکی آمین ها

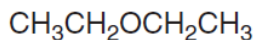
به دلیل این که خاصیت نافلز نیتروژن بیشتر از کربن است، آمین ها دارای پیوندهای $\text{C}-\text{N}$ و $\text{N}-\text{H}$ قطبی هستند. همچنین آمین هایی که پیوند $\text{N}-\text{H}$ دارند، توانایی تشکیل نیروهای بین مولکولی از نوع پیوند هیدروژنی را دارند.

نیروی بین مولکولی از نوع پیوند هیدروژنی

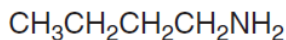


چون خاصیت نافلزی اتم نیتروژن کمتر از اتم اکسیژن است، در هر حال، پیوند هیدروژنی بین N و H ضعیف تر از O و H است. در نتیجه:

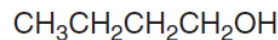
- در مقایسه ترکیب های با اندازه یکسان، آمین ها نسبت به ترکیب هایی که توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی ندارد، نقطه جوش بالاتری دارند. اما نقطه جوش آن ها از الکل ها که پیوند هیدروژنی قویتری دارند، کمتر است.



دی اتیل اتر

نقطه جوش 38°C 

بوتیل آمین

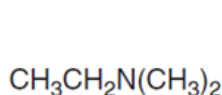
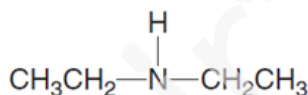
نقطه جوش 78°C 

۱- بوتانول

نقطه جوش 118°C

افزایش نیروهای بین مولکولی - افزایش نقطه جوش

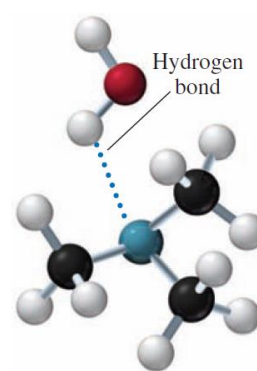
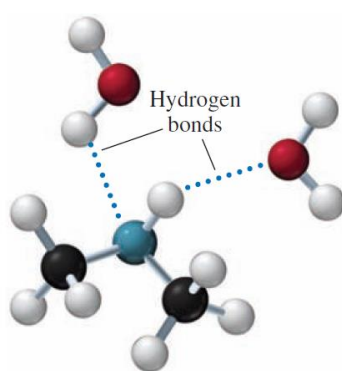
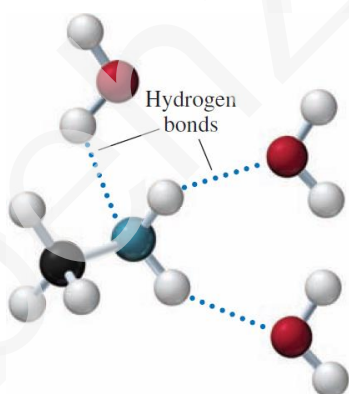
- آمین هایی که در ساختار مولکولی خود پیوند $\text{N}-\text{H}$ ندارند، با اندازه یکسان (جرم مولی نزدیک به هم)، نسبت به آمین هایی که در ساختار خود پیوند $\text{N}-\text{H}$ دارند، نقطه جوش کمتری دارند، چون نیروی بین مولکولی آن ها ضعیفتر است.

پیوند $\text{N}-\text{H}$ ندارد نقطه جوش 38°C پیوند $\text{N}-\text{H}$ دارد نقطه جوش 56°C

انحلال پذیری آمین ها در آب

چون آمین ها دارای یک پیوند قطبی $\text{N}-\text{H}$ هستند، با مولکول های آب پیوند هیدروژنی می دهند. آمین هایی که در ساختار مولکولی خود ۲ پیوند $\text{N}-\text{H}$ دارند، نسبت به آمین هایی که در مولکول خود فقط یک پیوند $\text{N}-\text{H}$ دارند، پیوندهای هیدروژنی بیشتری تشکیل می دهند. آمین هایی که در مولکول خود پیوند $\text{N}-\text{H}$ ندارند، فقط می توانند از سمت اتم N خود با اتم های H مولکول های آب پیوند هیدروژنی تشکیل دهند.

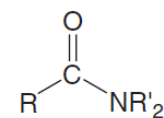
مشابه با الکل ها، آمین های کوچک در آب محلول اند، زیرا با مولکول های آب پیوند هیدروژنی می دهند. در هر حال، برای آمین های با بیشتر از شش اتم کربن تاثیر پیوند هیدروژنی کاهش می یابد، و زنجیر هیدروکربنی ناقطبی آمین انحلال پذیری آن را در آب کاهش می دهد.



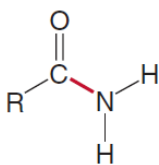
آمیدها

آمیدها دارای یک گروه کربونیل متصل به یک اتم نیتروژن هستند.

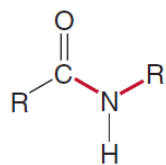
ساختار کلی آمیدها



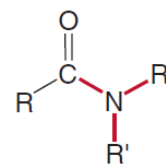
آמיד
R' = H یا آلکیل



۱ پیوند C - N



۲ پیوند C - N



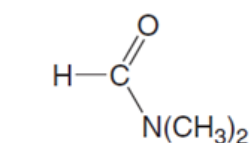
۳ پیوند C - N

در آمیدها اتم N می تواند با اتم های دیگر هیدروژن یا گروه های آلکیل پیوند دهد.

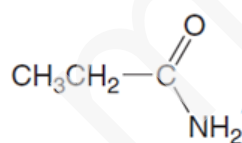
خواص فیزیکی آمیدها

آمیدهایی که پیوند N - H دارند، در آن ها تشکیل پیوند هیدروژنی بین دو مولکول آمید امکان پذیر است. در این نوع آمیدها نیروهای بین مولکولی نسبت به آمیدهایی که پیوند N - H ندارند و همچنین استرها، قویتر است. در نتیجه:

- برای آمیدهایی با اندازه یکسان، نقطه جوش آمیدهایی که پیوند N - H دارند، نسبت به آمیدهایی که در ساختار آن ها پیوند N - H وجود ندارد، بالاتر است.



آמיד (پیوند هیدروژنی ندارد)
نقطه جوش 153°C



آמיד (پیوند هیدروژنی می دهد)
نقطه جوش 213°C

پیوند هیدروژنی
تشکیل می دهد

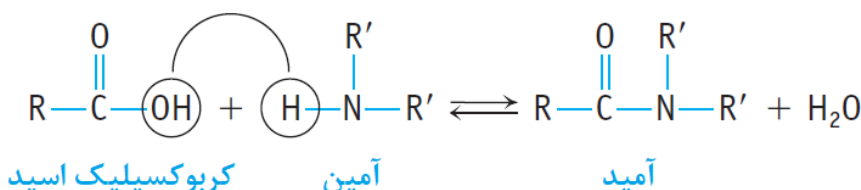
نیروی بین مولکولی قویتر، نقطه جوش بالاتر

انحلال پذیری آمیدها در آب

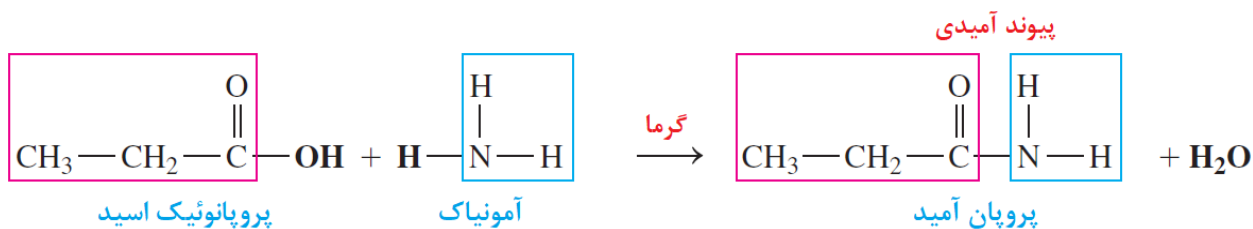
آمید های یک تا پنج کربنه در آب حل می شوند، زیرا می توانند با مولکول های آب پیوند هیدروژنی ایجاد کنند. در آمیدهای با بیشتر از پنج کربن تأثیر پیوند هیدروژنی در مثال زنجیر بلند هیدروکربنی کاهش می یابد و موجب کاهش انحلال پذیری آمید در آب می شود.

تهیه آمیدها از واکنش کربوکسیلیک اسیدها و آمین ها

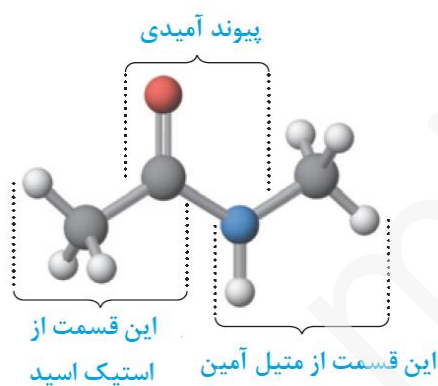
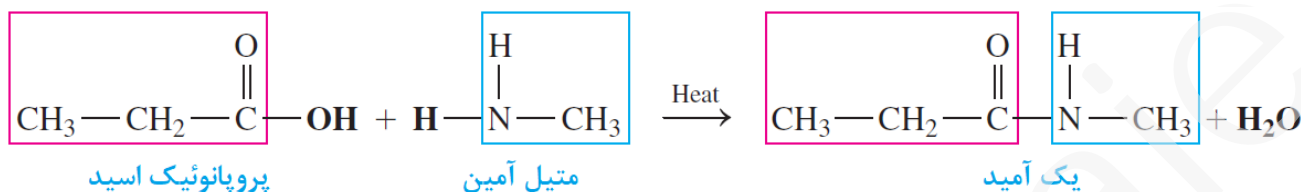
از واکنش یک کربوکسیلیک اسید و یک الکل با جدا شدن یک مولکول آب استر ساخته می شود. به روش مشابه، آمیدها که گروهی دیگر از ترکیب های آلی هستند، از واکنش کربوکسیلیک اسیدها با آمین ها تولید می شوند. در این واکنش نیز یک مولکول آب جدا می شود.



در زیر واکنش پروپانویک اسید با آمونیاک نشان داده شده است که منجر به تولید یک آمید (پروپان آمید) می شود.

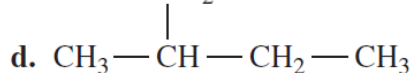
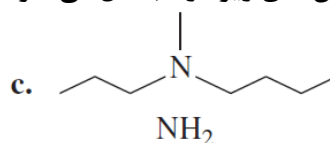
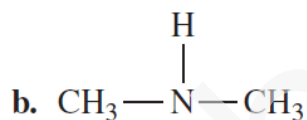
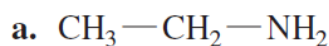


از واکنش پروپانویک اسید (یک کربوکسیلیک اسید) با متیل آمین (یک آمین)، آمید تولید می شود.

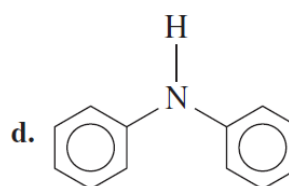
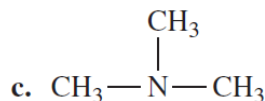
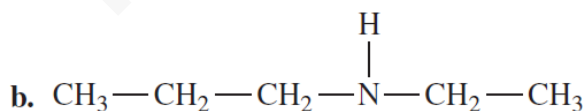
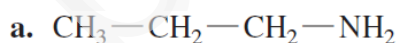


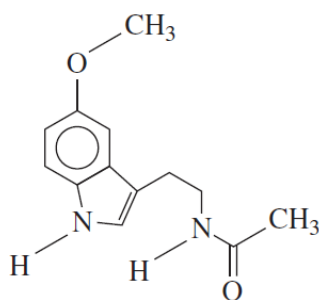
تمرین های پایانی درس

۱. مشخص کنید کدام یک از آمین های زیر در آب حل می شود؟ در مورد پاسخ خود توضیح دهید.



۲. مشخص کنید کدام یک از آمین های زیر در آب حل می شود؟ در مورد پاسخ خود توضیح دهید.

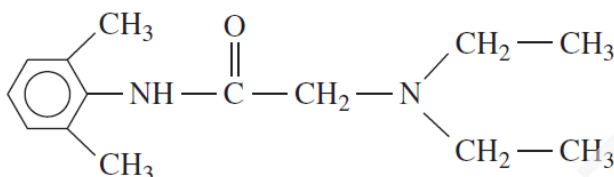




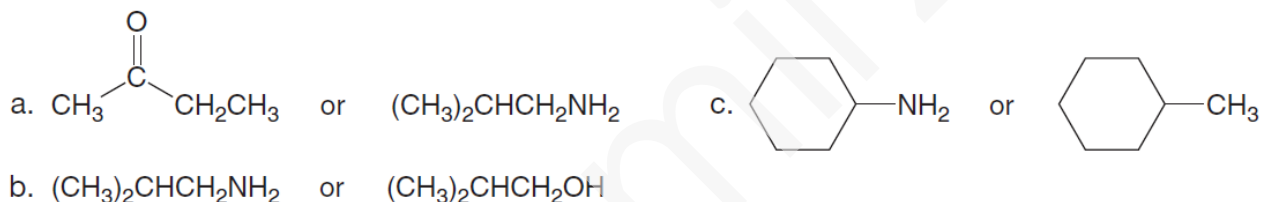
ملاتونین

۳. ملاتونین یک ترکیب طبیعی است که در گیاهان و جانوران وجود دارد، و ساعت بیولوژیکی را تنظیم می کند. گروه های عاملی موجود در مولکول ملاتونین را مشخص کنید.

۴. لیدوکائین به عنوان بی حس کننده موضعی استفاده می شود. گروه های عاملی مولکول آن را تعیین کنید.



۵. در هر جفت از ترکیب های زیر کدام یک نقطه جوش بالاتری دارد؟



۶. چرا نقطه جوش CH_3CONH_2 (221°C) بیشتر از نقطه جوش $\text{CH}_3\text{CON}(\text{CH}_3)_2$ (166°C) است؟ با اینکه ترکیب دوم وزن مولکولی بیشتر داشته و سطح تماس بین مولکولی آن نیز بیشتر است.

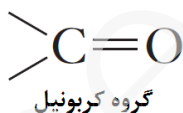
۷. توضیح دهید چرا نقطه جوش $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CONH}_2$ بیشتر از نقطه جوش $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$ است؟

۸. بوی تعفن فاسد شدن پروتئین به دو ترکیبی که ساختار آن ها در زیر آمده، مربوط است.



این دو ترکیب به کدام گروه از ترکیب های آلی تعلق دارند؟ فرمول مولکولی این دو ترکیب را بنویسید.

۹. نام ۵ گروه از ترکیب های آلی را نام ببرید که در آن ها گروه کربونیل وجود دارد.



استرها - منبع کتاب شیمی عمومی، آلی و بیوشیمی اسمیت

استرها داری فرمول کلی RCOR' می باشند. این ترکیب ها به طور گسترده در طبیعت وجود دارند و از مهمترین مشتقات کربوکسیلیک اسیدها هستند.

نام گذاری استرها - RCOOR نام استرها از نام کربوکسیلیک اسید سازنده آن مشتق می شود. از نام های رایج فرمیک اسید، استیک اسید و بنزوئیک اسید برای نام اسید سازنده استفاده می شود، همچنین این نام های رایج برای نام گذاری مشتقات دیگر این اسیدها نیز به کار می رود.

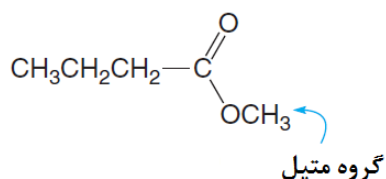
ساختار استر دو قسمت دارد، هر قسمت باید جداگانه نام گذاری شود: گروه RCO- که دارای گروه کربوکسیل و از کربوکسیلیک اسید مشتق شده است، و گروه آلکیل (قسمت R') که به اتم اکسیژن متصل است.

- در روش آیوپاک، استرها با پسوند -آت - شناخته می شوند.

قواعد نام گذاری استرها به صورت زیر است.

- نام گروه R' متصل به اتم اکسیژن که گروه آلکیل می باشد را بنویسید.
- نام گروه RCO- مشتق شده از کربوکسیلیک اسید را با تغییر پسوند -اویک اسید - در آن به پسوند -آت - بنویسید.

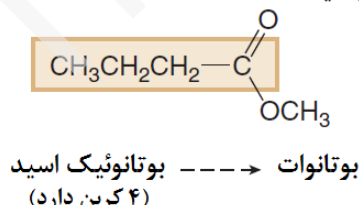
نام گروه آلکیل متصل به اتم O را بنویسید [1]



ابتدای نام گذاری کلمه متیل را بنویسید

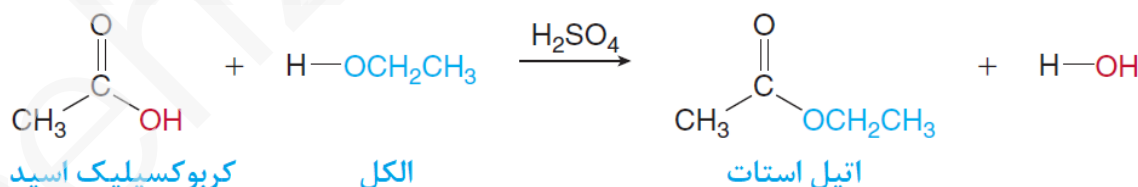
گروه RCO- را نام گذاری کنید، بلندترین زنجیر دارای گروه کربونیل را پیدا [2]

کنید، به کربن $\text{C}=\text{O}$ ، شماره ۱ بدهید

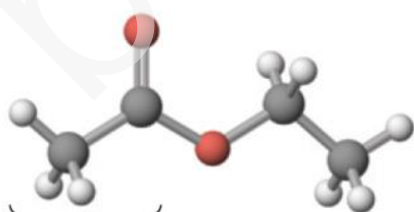


متیل بوتانوات

تهیه استرها یک کربوکسیلیک اسید (RCOOH) با یک الکل ($\text{R}'\text{OH}$) در حضور کاتالیزگر اسیدی، استر (RCOOR') تولید می کند. این واکنش استری شدن نام دارد. استری شدن یک واکنش جانشینی است، زیرا گروه OR' الکل جانشین گروه OH کربوکسیلیک اسید می شود.



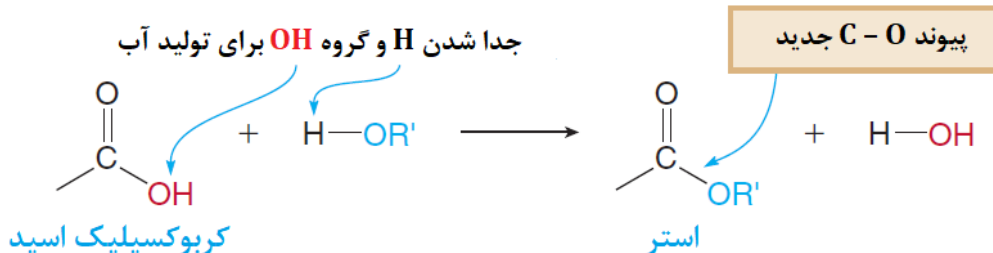
در این واکنش ها الکل از انتهای اتم اکسیژن O خود قسمتی از استر را می سازد.



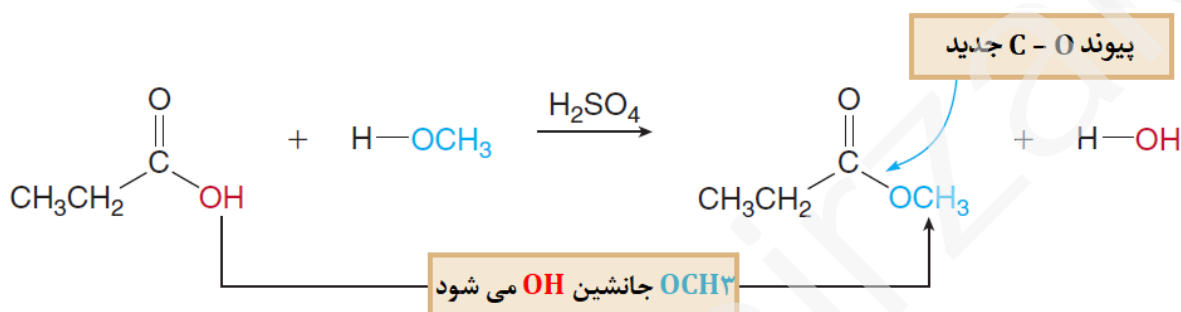
باقی مانده استیک اسید باقی مانده الکل
 $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$ اتیل استات

نمونه حل شده از واکنش پروپانوئیک اسید ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$) با متانول (CH_3OH)، در حضور H_2SO_4 چه استری تولید می شود؟

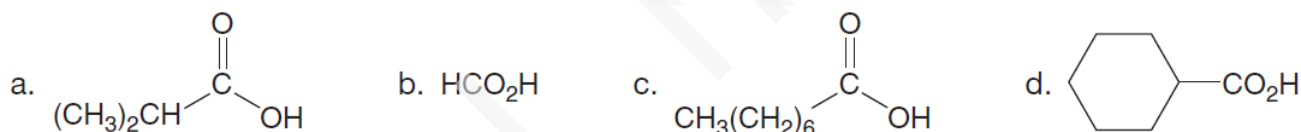
تحلیل سوال برای رسم فرآورده واکنش استری شدن، گروه OH در کربوکسیلیک اسید به وسیله گروه OR' الکل جانشین می شود، و یک پیوند جدید $\text{C}-\text{O}$ برای کربن گروه کربونیل تشکیل می شود.



راه حل گروه OH در پروپانویک اسید توسط گروه OCH_3 متانول جایگزین می شود و استر را می سازد.



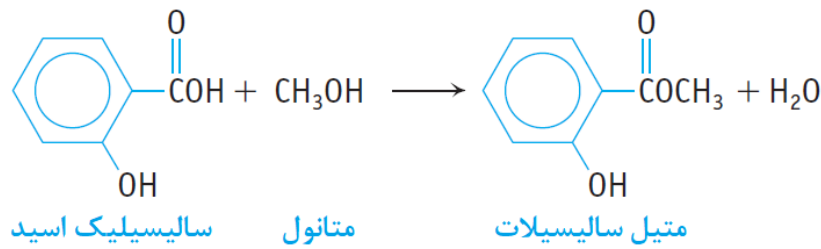
تمرین از واکنش هر یک از کربوکسیلیک اسیدهای زیر با الکل اتانول ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$)، در حضور H_2SO_4 چه استری تشکیل می شود؟



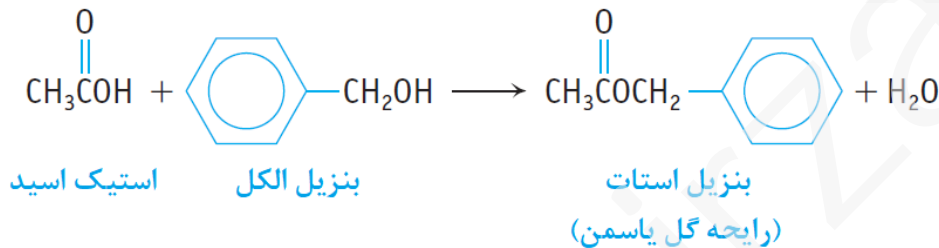
در جدول زیر تعدادی از استرهای رایج و اسید آلی و الکل سازنده آن ها نشان داده شده اند. نام دو قسمتی استر به وسیله (۱) نام گروه هیدروکربنی الکل و (۲) نام گروه کربوکسیلات مشتق از نام کربوکسیلیک اسید با جایگزینی " یک " با پسوند " ات " تعیین می شود. برای مثال، اتانول که گروه هیدروکربنی اتیل دارد، با استیک اسید ترکیب شده و استری با نام اتیل استات تولید می کنند.

برخی اسیدهای آلی، الکل ها و استر حاصل از آن ها			
رایحه استر	استر	الکل	اسید
موز	$\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ ۳-متیل بوتیل استات	$\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ ۳-متیل -۱-بوتانول	CH_3COOH استیک اسید
آناناس	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ بوتیل بوتانوات	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ ۱-بوتانول	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ بوتانویک اسید
گل رز	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COCH}_2-\text{C}_6\text{H}_5$ بنزیل بوتانوات		$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ بوتانویک اسید

بر خلاف اسیدها، مشتقات آن ها یعنی استرها رایحه مطبوعی دارند (جدول بالا). برای مثال، متیل سالیسیلات و بنزیل استات. متیل سالیسیلات از مشتقات سالیسیلیک اسید، ماده سازنده آسپرین است.

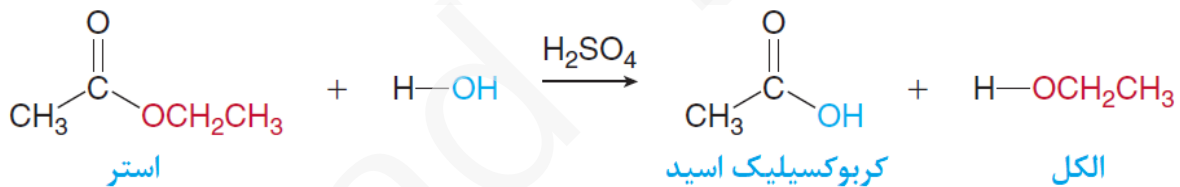


بنزیل استات استری که جزء فعال روغن گل یاسمن است، از بنزیل الکل و استیک اسید ساخته می شود.



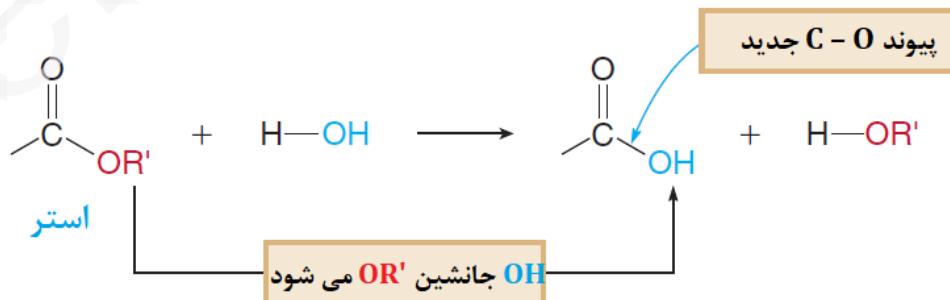
آبکافت (هیدرولیز) استرها

استرها در محیط اسیدی با آب آبکافت (هیدرولیز) می شوند. از هیدرولیز یک استر (RCOOR') با آب در محیط اسیدی، یک مولکول کربوکسیلیک اسید (RCOOH) و یک مولکول الکل (R'OH) تولید می شود. این واکنش هیدرولیز است، چون در آن پیوندها در واکنش با آب شکسته می شوند.

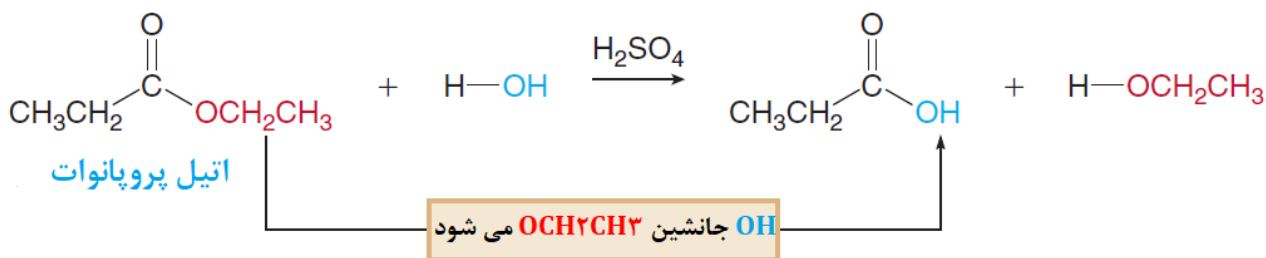


نمونه حل شده فرآورده های واکنش هیدرولیز اتیل پروپانوات (CH₃CH₂COOCH₂CH₃)، با آب در حضور H₂SO₄ چه هستند؟

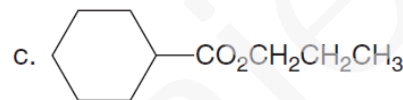
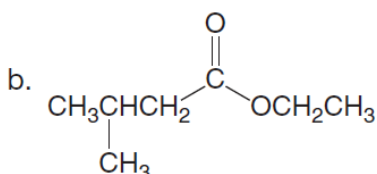
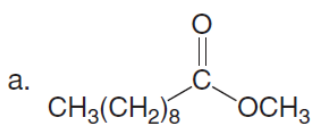
تحلیل سوال برای رسم فرآورده های هیدرولیز استر، گروه OR' استر را توسط گروه OH از آب جایگزین می کنیم، تا یک پیوند C-O جدید توسط کربن کربونیل ساخته شود. همچنین مولکول الکل (R'OH) از گروه آلوکوسی (OR') استر، ساخته می شود.



راه حل گروه OCH₂CH₃ اتیل پروپانوات به وسیله گروه OH آب جایگزین می شود. فرآورده های واکنش، پروپانویک اسید (CH₃CH₂COOH) و اتانول (CH₃CH₂OH) هستند.



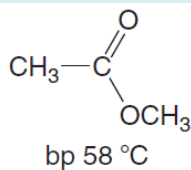
تمرین از هیدرولیز هر یک از استرهای زیر با آب H_2O و در حضور H_2SO_4 چه فرآورده هایی تولید می شود؟



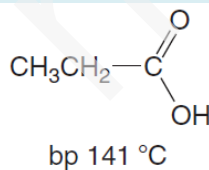
خواص فیزیکی استرها

استرها ترکیب های قطبی اند زیرا دارای گروه قطبی کربونیل هستند. (استرها بر خلاف کربوکسیلیک اسیدها نیروی بین مولکولی از نوع پیوند هیدروژنی ایجاد نمی کنند).

- نیروهای بین مولکولی در کربوکسیلیک اسیدها نسبت به استرها قویتر است، به همین دلیل، در مقایسه با استرهای هم اندازه، نقطه جوش و نقطه ذوب بالاتر دارند.



پیوند هیدروژنی نمی دهد



امکان تشکیل پیوند هیدروژنی وجود دارد

نیروی بین مولکولی قویتر
نقطه جوش بالاتر

مشابه با دیگر ترکیب های اکسیژن دار، استرهایی که کمتر از شش اتم کربن دارند در آب محلول اند. ترکیب های با وزن مولکولی زیاد در آب حل نمی شوند زیرا در بخش ناقطبی مولکول، پیوندهای C-C و C-H، بزرگتر از بخش گروه کربونیل قطبی هستند.

تمرین های پایانی درس

۱. فرمول ساختاری فشرده برای هر یک از ترکیب های داده شده بنویسید.

(ت) متیل بنزوآت

(پ) اتیل هگزانوآت

(ب) بوتیل استات

(آ) پروپیل پروپانوآت

۲. کدام ترکیب (ها) می تواند با مولکول های مشابه خود پیوند هیدروژنی تشکیل دهد؟ کدام ترکیب (ها) می تواند با مولکول های

آب پیوند هیدروژنی تشکیل دهد؟

(ب) HCOOCH_3

(آ) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$

۳. در هر قسمت با توجه به توضیحی که داده شده، فرمول ساختاری ترکیب مورد نظر را رسم کنید.

(آ) استری با فرمول مولکولی $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2$ ، که دارای گروه متوکسی (OCH_3) متصل به گروه کربونیل باشد.

(ب) استری با فرمول مولکولی $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_2$ ، که دارای یک حلقه کربنی باشد.

۴. فرمول ساختاری اسیدها و استرهای زیر را رسم کنید.

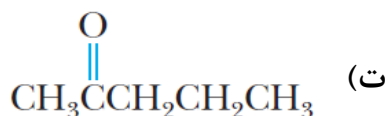
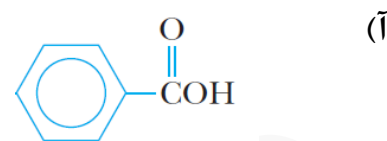
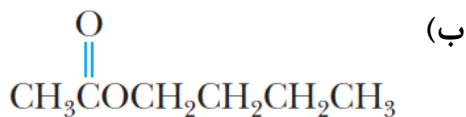
(ب) پنتیل بوتانوات

(ت) اتیل فرمات

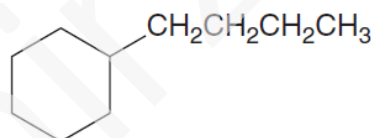
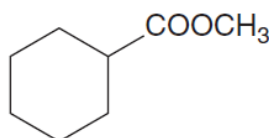
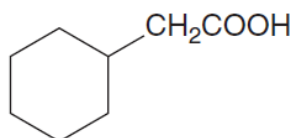
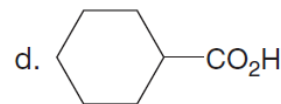
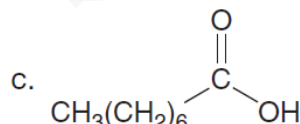
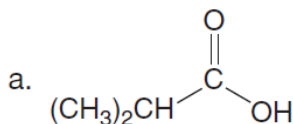
(آ) هگزانوئیک اسید

(پ) اوکتیل استات

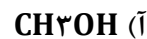
۵. تعیین کنید هر یک از ترکیب های زیر جزو کدام گروه از ترکیب های آلی هستند. نام آیوپاک آن ها را بنویسید.



۶. ترکیب های زیر را بر حسب افزایش نقطه جوش از کم به زیاد مرتب کنید. کدام ترکیب بیشترین و کدام یک کمترین انحلال پذیری در آب را دارد؟

۷. استر تولید شده از واکنش هر یک از کربوکسیلیک اسیدهای زیر با اتانول ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) در حضور H_2SO_4 چیست؟ واکنش انجام شده را بنویسید.

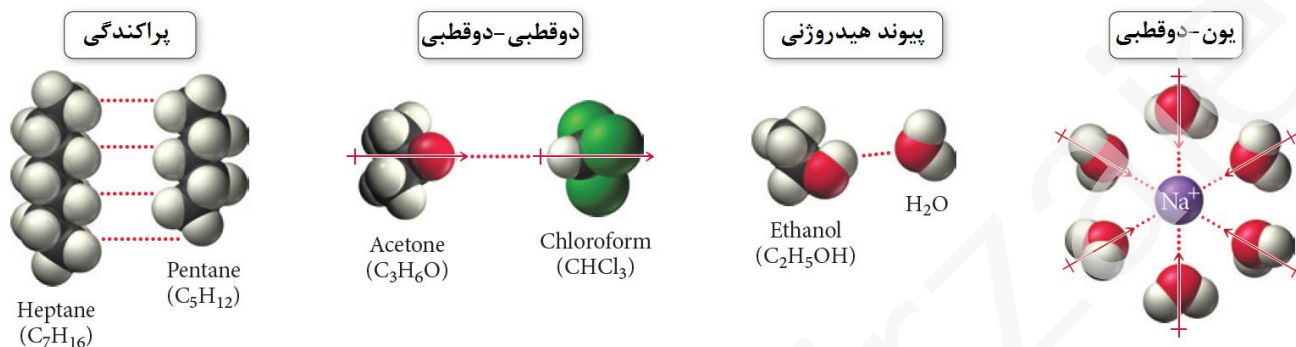
۸. ترکیب های زیر را بر اساس نقطه جوش از کم به زیاد مرتب کنید.

۹. استر تولید شده از واکنش بوتانوئیک اسید ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$) را با هر یک از الکل های زیر در حضور H_2SO_4 بنویسید.۱۰. استر تولید شده از واکنش ۲- پروپانول را با هر یک از کربوکسیلیک اسیدهای زیر در حضور H_2SO_4 بنویسید.۱۱. اتیل فنیل استات ($\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{COOCH}_2\text{CH}_3$)، یک استر طبیعی است که در عسل وجود دارد. از هیدرولیز این استر در حضور H_2SO_4 چه فراورده هایی تولید می شود.

یاد آوری اثر نیروهای بین مولکولی بر انحلال - منبع کتاب شیمی عمومی ترو

می دانیم که، بین جامدها و مایعات انواع مختلفی از نیروهای بین مولکولی: نیروهای پراکندگی القایی، نیروی دوقطبی - دوقطبی، پیوند هیدروژنی و نیروی یون - دوقطبی وجود دارد. این نیروها می تواند بسته به طبیعت برهم کنش های بین ذرات، در ذرات حل شونده و حلال که با هم مخلوط می شوند، موجب تشکیل یک محلول شده و یا از تشکیل آن جلوگیری کنند.

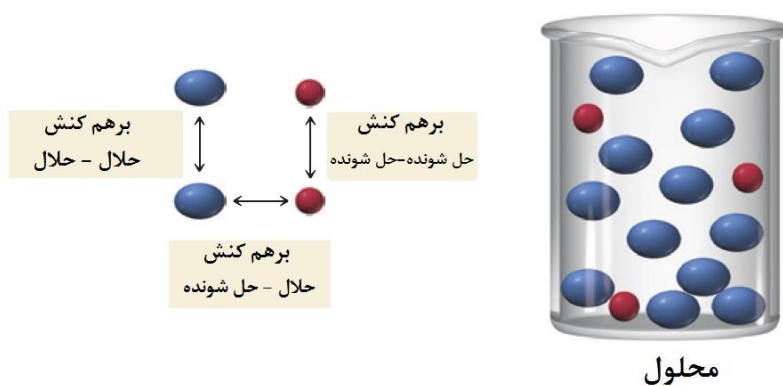
نیروهایی که می توانند در تشکیل یا عدم تشکیل محلول ها تاثیر گذارند



طبق جدول زیر، اگر برهم کنش حل شونده - حلال، برابر یا قویتر از برهم کنش حل شونده - حل شونده و برهم کنش حلال - حلال باشد، محلول تشکیل می شود. برای مثال، مخلوط هیدروکربن های پنتان (C_5H_{12}) و هپتان (C_7H_{16}) را در نظر بگیرید. نیروهای بین مولکولی در پنتان و هپتان از نوع نیروهای دوقبی القائی - دوقطبی القائی هستند. به طور مشابه، نیروهای بین مولکولی بین هپتان و پنتان نیز از همین نوع می باشند. قدرت هر سه این برهم کنش ها مشابه است، بنابر این دو ماده به هر نسبتی در یک دیگر حل می شوند. تشکیل محلول را ناشی از تمایل برای مخلوط شدن، یا تمایل به بی نظمی بیشتر، بررسی می کنیم.

رابطه برهم کنش ها و تشکیل محلول			
برهم کنش حل شونده - حلال	>	برهم کنش حل شونده - حل شونده و حلال - حلال	محلول تشکیل می شود
برهم کنش حل شونده - حلال	=	برهم کنش حل شونده - حل شونده و حلال - حلال	محلول تشکیل می شود
برهم کنش حل شونده - حلال	<	برهم کنش حل شونده - حل شونده و حلال - حلال	وابسته به نامشابه بودن برهم کنش ها ممکن است محلول تشکیل شده یا تشکیل نشود

اگر برهم کنش حل شونده - حلال، ضعیف تر از برهم کنش حل شونده - حل شونده یا حلال - حلال باشد، به عبارت دیگر، اگر مولکول های حل شونده و مولکول های حلال هر کدام جاذبه قویتری با مولکول های هم نوع خود داشته باشند، وابسته به نوع برهم کنش های بین آن ها، ممکن است محلول تشکیل شود. اگر برهم کنش ها خیلی با هم تفاوت نداشته باشند، تمایل به تشکیل محلول وجود دارد. اگر برهم کنش ها هیچ شباهتی با هم نداشته باشند، در هر صورت، محلول تشکیل نخواهد شد. برای مثال، مخلوط هگزان (C_6H_{14}) و آب (H_2O)، را در نظر بگیرید. بین مولکول های آب برهم کنش قوی از نوع پیوند هیدروژنی وجود دارد، اما در هگزان پیوند هیدروژنی وجود ندارد. انرژی مورد نیاز برای جدا کردن مولکول های آب از یک دیگر خیلی زیاد است، و از برهم کنش بین مولکول های آب و مولکول های هگزان، انرژی بسیار کمی آزاد می شود. در نتیجه، وقتی هگزان و آب را با هم مخلوط کنیم، محلول تشکیل نخواهد شد. اگرچه تمایل به مخلوط شدن زیاد است، اما نمی تواند انرژی زیاد مورد نیاز برای غلبه بر، برهم کنش قوی حلال - حلال و برهم کنش ضعیف حل شونده - حل شونده را تامین کند.



❖ **نیروها در محلول** شدت نسبی این برهم کنش ها تشکیل محلول را تعیین می کند.

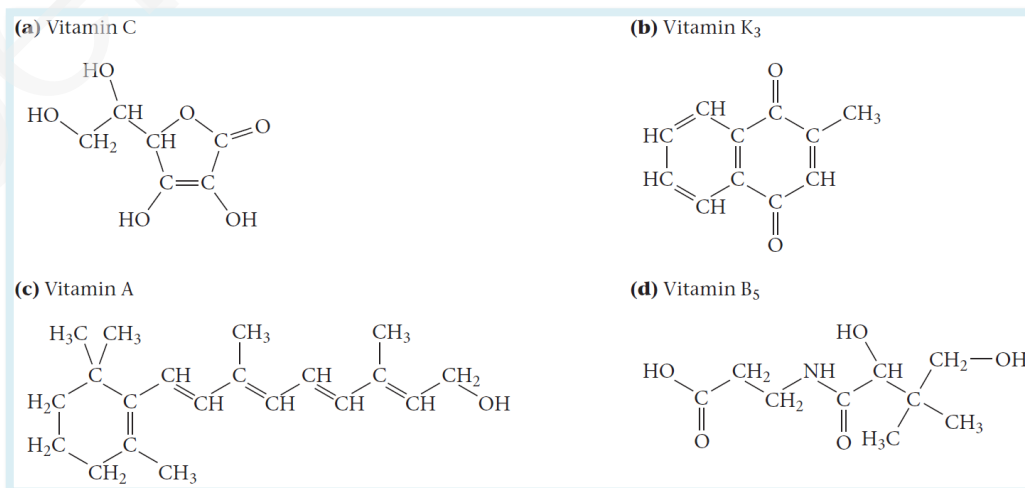
هنگامی که تشکیل محلول را پیش بینی می کنیم، می توانیم به طور معمول، از قاعده عمومی، شبیه در شبیه حل می شود استفاده کنیم. حل شونده و حلال مشابه در یک دیگر حل می شوند. حلال قطبی، مثل آب، تمایل دارد بسیاری از حل شونده های قطبی یا یونی را در خود حل کند، و حلال ناقطبی، همچون هگزان، تمایل به حل کردن حل شونده های ناقطبی دارد. جدول زیر لیست برخی حلال های قطبی و ناقطبی رایج را نشان می دهد.

حلال های آزمایشگاهی رایج	
حلال های قطبی رایج	حلال های ناقطبی رایج
آب (H_2O)	هگزان (C_6H_{14})
استون (CH_3COCH_3)	دی اتیل اتر ($CH_3CH_2OCH_2CH_3$) *
اتانول (CH_3CH_2OH)	کربن تترا کلرید (CCl_4)

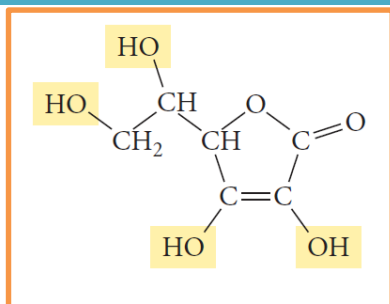
* دی اتیل اتر گشتاور دوقطبی کوچکی دارد و می تواند به عنوان حالت میانه بین حلال های قطبی و ناقطبی قرار گیرد.

ویتامین های محلول در آب و ویتامین های محلول در چربی

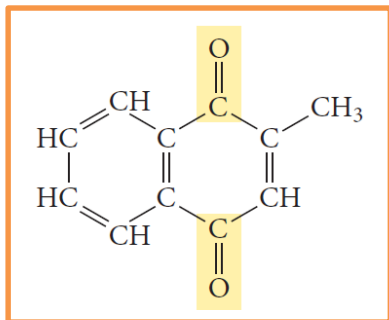
ویتامین ها اغلب به صورت محلول در چربی یا محلول در آب طبقه بندی می شوند. ویتامین های محلول در آب، از یک طرف، در مایعات بدن انسان حل می شوند و به راحتی همراه با ادرار دفع می شوند، بنابراین، مصرف زیاد آن ها خطر کمی دارد. از طرف دیگر ویتامین های محلول در چربی، به صورت توده های چربی در بدن جمع شوند. مصرف زیاد ویتامین های محلول در چربی می تواند برای زندگی ما خطرناک باشد. ساختار ویتامین های نشان داده شده در زیر را بررسی کنید و تعیین کنید، هر کدام در گروه ویتامین های محلول در آب و یا محلول در چربی قرار دارند.



پاسخ

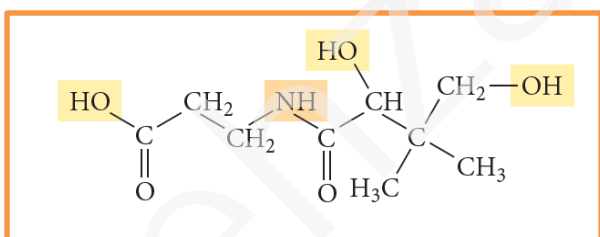
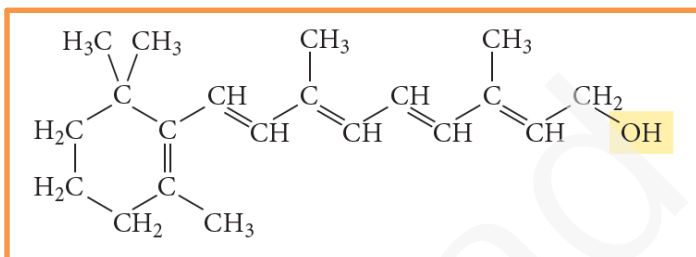


(a) وجود چهار پیوند -OH در ویتامین C به آن قطبیت زیادی می دهد و می تواند با آب پیوند هیدروژنی تشکیل دهد. ویتامین C در آب محلول است.



(b) پیوندهای C - C در ویتامین K₃ ناقطبی اند و پیوندهای C - H نیز قطبیت ناچیزی دارند. پیوندهای C = O، قطبی هستند، اما تعداد گروه های قطبی در مولکول نسبت به بخش ناقطبی کم است، به همین دلیل قسمت ناقطبی در مولکول غلبه می کند. ویتامین K₃ در چربی حل می شود.






(c) پیوندهای C - C در ویتامین A ناقطبی اند و پیوندهای C - H نیز نزدیک به همین وضعیت را دارند. وجود یک پیوند قطبی -OH می تواند اندکی انحلال پذیری را افزایش دهد، اما به دلیل بزرگ بودن بخش ناقطبی در مجموع ویتامین A ناقطبی است و در چربی حل می شود.



(d) سه پیوند -OH و یک پیوند -NH در ویتامین B₅، قطبیت زیادی ایجاد می کند و می تواند با آب پیوند هیدروژنی تشکیل دهد. ویتامین B₅ در آب محلول است.

انحلال پذیری

در جدول زیر لیست چند الکل و انحلال پذیری آن ها در آب و هگزان آورده شده است. روند انحلال پذیری را بر اساس نیروهای بین مولکولی توضیح دهید.

الکل	مدل فضا پرکن	انحلال پذیری در آب mol الکل / ۱۰۰ g H ₂ O	انحلال پذیری در هگزان mol الکل / ۱۰۰ g C ₆ H ₁₄
Methanol (CH ₃ OH)		امتزاج پذیر	0.12
Ethanol (CH ₃ CH ₂ OH)		امتزاج پذیر	امتزاج پذیر
Propanol (CH ₃ CH ₂ CH ₂ OH)		امتزاج پذیر	امتزاج پذیر
Butanol (CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ OH)		0.11	امتزاج پذیر
Pentanol (CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ OH)		0.030	امتزاج پذیر

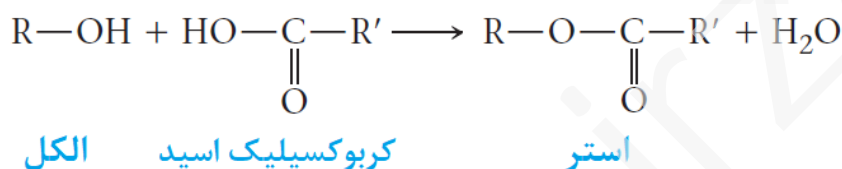
پلیمرهای تراکمی - منبع کتاب های مرجع شیمی عمومی و آلی

پلیمرهایی که تاکنون بررسی شده اند، همگی پلیمرهای افزایشی بوده اند. در پلیمرهای افزایشی تمام اتم های مونومرها در مولکول پلیمر ساخته شده شرکت می کنند. در پلیمرهای تراکمی، قسمتی از مولکول مونومر در پلیمر تولید شده وجود ندارد. در فرایند پلیمری شدن تراکمی، مولکول های کوچک، معمولاً آب (H₂O) و همچنین متانول (CH₃OH)، آمونیاک (NH₃) یا هیدروژن کلرید (HCl) نیز تولید می شوند.

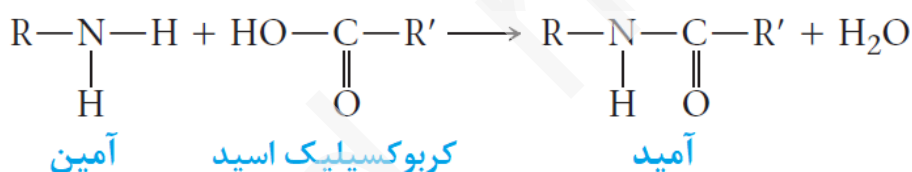
تعریف واکنش تراکمی واکنش تراکمی، واکنشی است که در آن دو مولکول با حذف یک مولکول کوچک مثل آب به هم متصل می شوند. واکنش یک الکل ROH یا یک آمین RNH₂، یا یک کربوکسیلیک اسید R'COOH یک واکنش تراکمی است.

(R و R'، گروه های آلی کوچک مثل CH₃ یا گروه های آلی بزرگتر هستند).

واکنش تراکمی یک الکل و یک کربوکسیلیک اسید که منجر به تولید استر می شود. فرآورده دیگر واکنش H₂O است.



واکنش تراکمی یک آمین و یک کربوکسیلیک اسید که منجر به تولید آمید می شود. فرآورده دیگر واکنش H₂O است.



پلیمرهای تراکمی به روشی مشابه ساخته می شوند؛ شکستن مولکول اغلب منجر به تولید آب می شود. در مراحل ساخته شدن پلیمر تراکمی، مونومرهای شرکت کننده باید در هر دو انتهای مولکول خود گروه های عاملی داشته باشند، که اغلب شامل این گروه ها هستند.



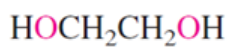
فرآورده تولید شده در این شرایط پلی استرها و پلی آمیدها می باشند.

پلیمرهای تراکمی از چه نوع مونومرهایی ساخته می شوند

۱. استفاده از دو مولکول متفاوت به عنوان واکنش دهنده است، که هر کدام دو گروه عاملی دارند.



ترفتالیک اسید

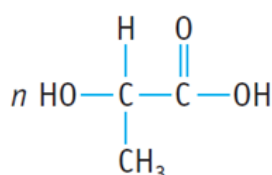


اتیلن گلیکول

تؤفتالیک اسید و اتیلن گلیکول دو مونومر سازنده یک پلیمر تراکمی هستند که هر کدام دو گروه عاملی متفاوت در دو انتهای خود دارند.

ترفتالیک اسید ۲ گروه (-COOH) و اتیلن گلیکول دو گروه (-OH) دارد.

۲. روش دیگر استفاده از یک مولکول با دو گروه عاملی متفاوت است.

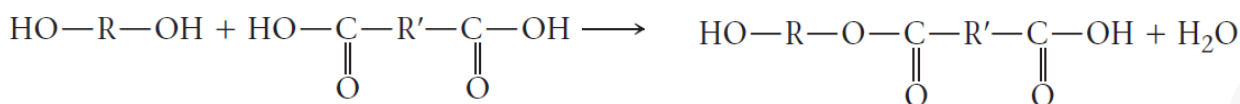


لاکتیک اسید

لاکتیک اسید مونومر سازنده یک پلیمر تراکمی است که در دو انتهای آن دو گروه عاملی متفاوت (-COOH) و (-OH)، وجود دارند.

پلی استرها

واکنش یک دی الکل (الکل با دو گروه هیدروکسید، HO - R - OH) با یک دی کربوکسیلیک اسید (کربوکسیلیک اسید با گروه کربوکسیل HOOC - R' - COOH) را در نظر بگیرید. در این واکنش یک استر تولید می شود که هنوز در دو انتهای خود دو گروه فعال دارد. (در استر نشان داده شده در زیر، یک گروه -COOH در انتهای سمت راست و یک گروه -OH در انتهای سمت چپ استر وجود دارند که گروه های فعال نامیده می شوند و واکنش پلیمری شدن از سمت این دو گروه ادامه می یابد.

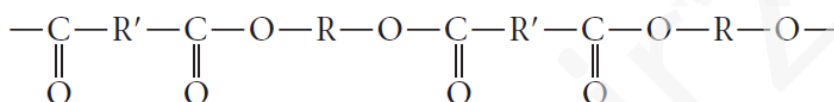


دی الکل

دی کربوکسیلیک اسید

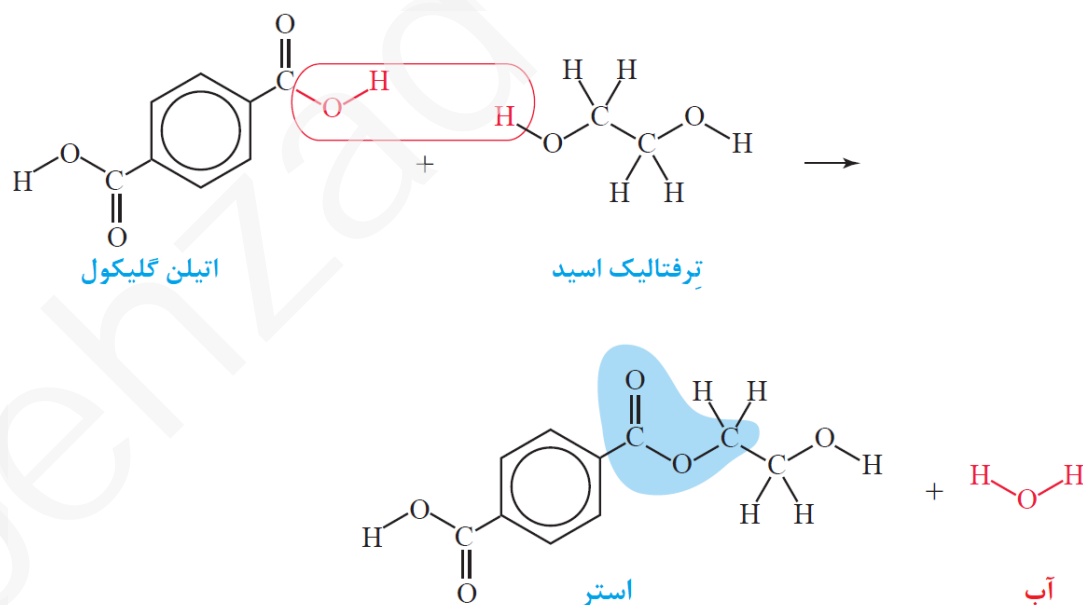
استر با دو گروه انتهایی فعال

گروه COOH در یک انتهای مولکول استر می تواند با یک مولکول الکل دیگر واکنش دهد. گروه OH در انتهای دیگر استر نیز می تواند با یک مولکول کربوکسیلیک اسید دیگر واکنش دهد. این فرایند می تواند ادامه یابد تا یک زنجیر بلند پلیمری با ۵۰۰ گروه استری یا بیشتر از آن، تولید کند. ساختار کلی پلی استرها را می توان به این صورت نمایش داد.

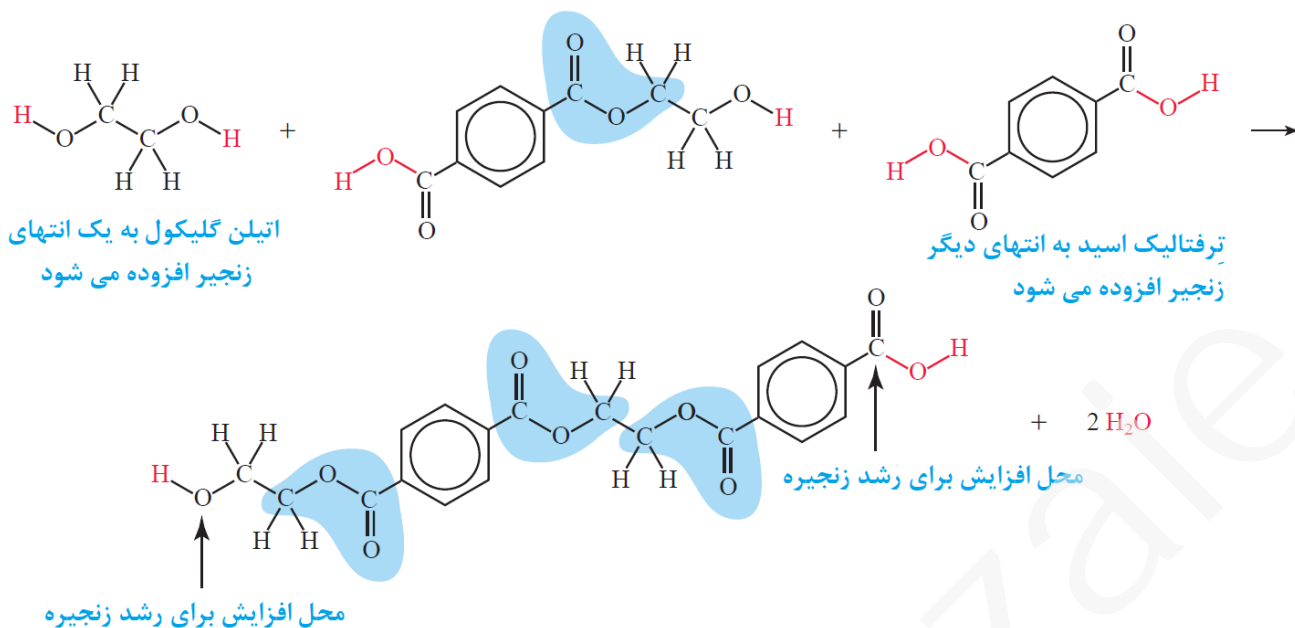


بخشی از مولکول پلی استر

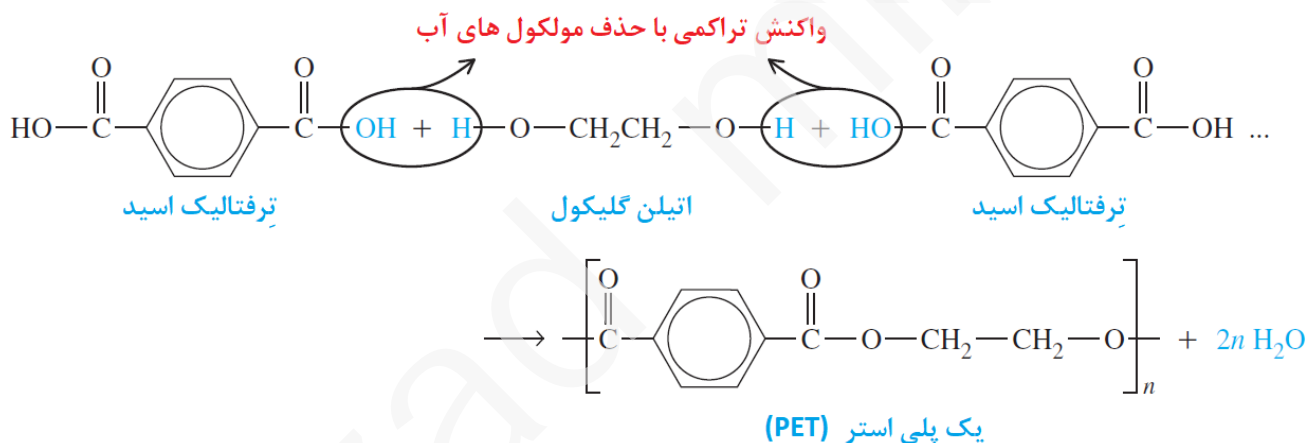
بررسی ساختار یک پلی استر، پلی استر PET ترفتالیک اسید دارای دو گروه عاملی کربوکسیل است، و اتیلن گلیکول دو گروه عاملی الکی دارد. هنگامی که این دو با هم مخلوط می شوند، گروه های عاملی اسیدی و الکی در انتهای هر دو مولکول برای تشکیل پیوند استری با هم واکنش می دهند، و یک مولکول آب جدا می شود. پلیمر تراکمی تولید شده، پلی اتیلن ترفتالات (PET) نام دارد. پیوندهای استری متعدد در این ماده یک پلی استر می سازد.



مطابق شکل زیر از سمت راست یک مولکول ترفتالیک اسید به انتهای دارای گروه -OH استر متصل می شود، و از سمت چپ نیز یک مولکول اتیلن گلیکول به انتهای دارای گروه -COOH استر متصل پیدا می کند.



اتصال مولکول های دی اسید و دی الکل به دو سر زنجیر تشکیل شده ادامه می یابد تا یک زنجیر بسیار بلند (پلیمر) ساخته شود. می توان واکنش پلیمری شدن را به صورت زیر نشان داد.

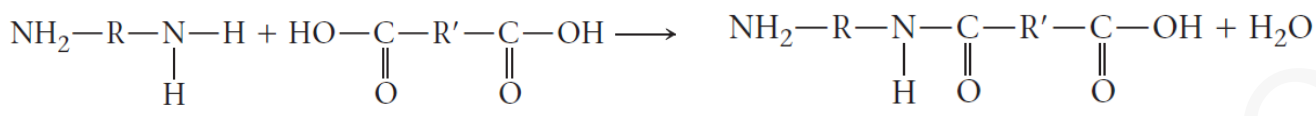


پارچه های الیاف پلی استر PET به نام داکرون و تریلن مشهورند. داکرون، چروک نمی خورد، غیر سمی است و آتش نمی گیرد، و پارچه آن تغییر حالت نمی دهد.

پلی استرها. پلی اتیلن ترفتالات برای ساختن پوشاک، بطری نوشابه، قطعات خودرو و فرآورده های دیگر استفاده می شود.

پلی آمیدها

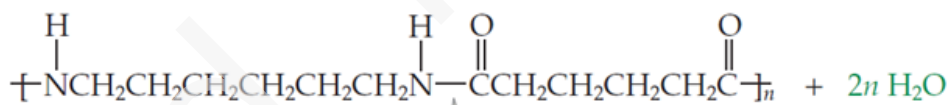
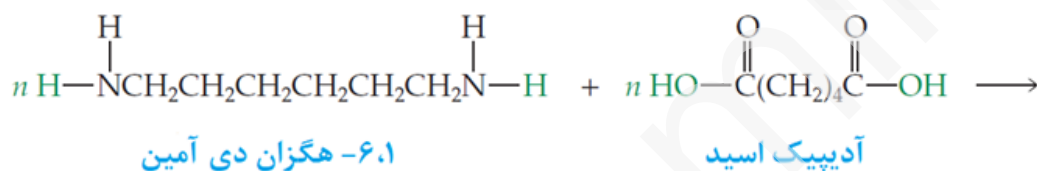
هنگامی که یک دی آمین (مولکولی دارای دو گروه NH_2) با یک دی کربوکسیلیک اسید (دارای دو گروه COOH)، واکنش دهد، پلی آمید ساخته می شود. این پلیمری شدن تراکمی کاملاً به تشکیل پلی استرها شبیه است. در این فرایند، گروه NH_2 دی آمین با گروه COOH کربوکسیلیک اسید واکنش می دهند.



این واکنش تراکمی می تواند ادامه یابد تا یک زنجیر بلند پلیمری بسازد.

بررسی ساختار یک پلی آمید

نایلون تهیه نایلون را بررسی می کنیم. نوعی از نایلون به وسیله واکنش تراکمی دو نوع مونومر متفاوت ساخته می شود: ۶،۱- هگزان دی آمین ($\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$) و آدیپیک اسید (۶،۱- هگزان دی کربوکسیلیک اسید) ($\text{HOOCCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$).

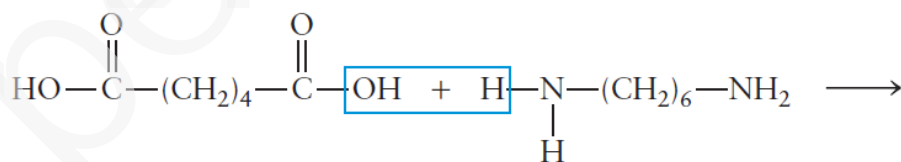


نایلون

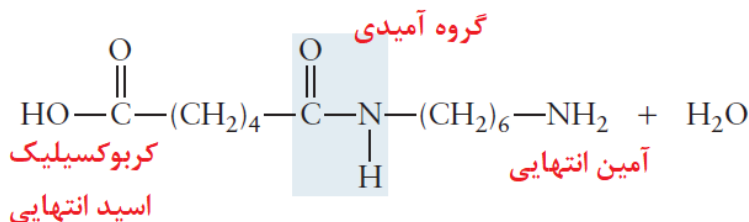
پیوند آمیدی

در این واکنش $2n$ مولکول آب نیز تولید می شود. تشکیل مولکول های غیر پلیمری آب، نشانه تفاوت بین پلیمری شدن تراکمی با پلیمری شدن افزایشی است. توجه کنید که فرمول واحد پلیمر مشابه مونومرهای آن نیست.

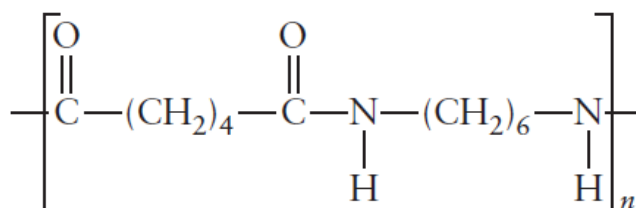
مشاهده می کنید که یک مونومر دارای دو گروه آمین و مونومر دیگر دو گروه کربوکسیل دارد، اما پلیمر ساخته شده یک پلی آمید است. ابریشم و پشم که هر دو الیاف پلیمری هستند، پلی آمیدهای طبیعی می باشند. تهیه نایلون را می توان به صورت زیر نیز نشان داد. مونومرهای سازنده نایلون با حذف آب مطابق معادله زیر واکنش می دهند.



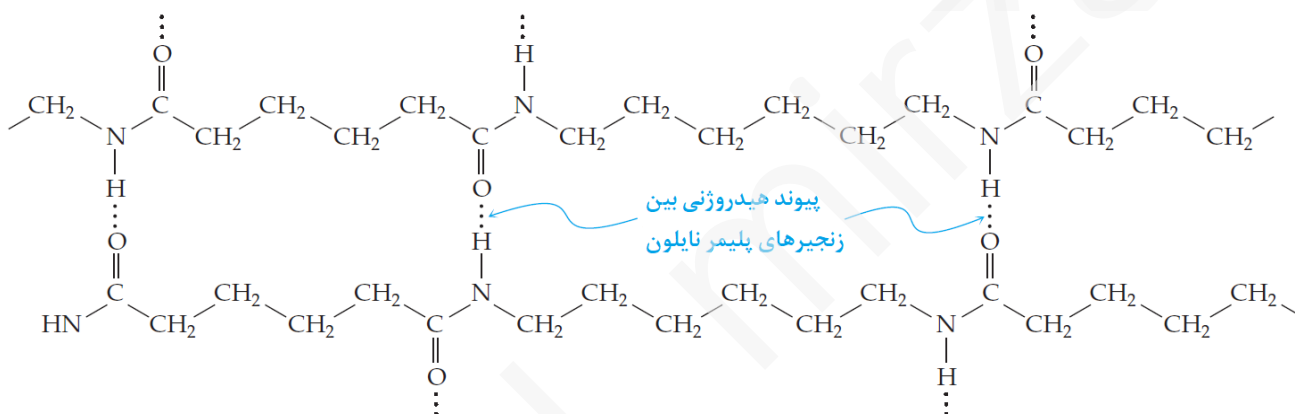
جدا شدن گروه OH از کربوکسیلیک و H از آمین برای تولید آب



نتیجه این واکنش مولکولی است که در یک انتهای خود گروه کربوکسیل (که می تواند با مولکول های دیگر دی آمین واکنش دهد) و در انتهای دیگر آن یک گروه آمین (که می تواند با مولکول های دیگر دی اسید واکنش دهد)، تولید می شود. این فرایند می تواند به صورت نامحدود ادامه یابد، و منجر به تولید پلیمری با فرمول زیر شود.



پلیمر تولید شده نوعی نایلون می باشد. نایلون از حالت مذاب به صورت نخ یا رشته های الیاف تهیه می شود. کنار هم قرار گرفتن منظم مولکول های پلیمر و تشکیل پیوند هیدروژنی $\text{N}-\text{H} \dots \text{O}$ بین زنجیرهای پلیمری، موجب می شود، نایلون یکی از محکم ترین مواد پلیمری باشد.

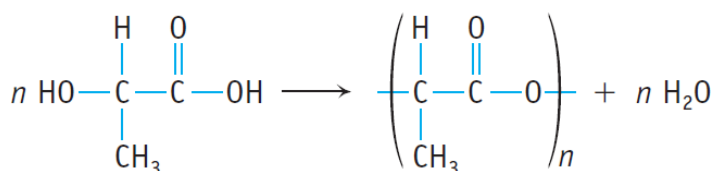


پلیمر سبز (پلیمرهای زیست تخریب پذیر)

پلیمرهای سبز دسته ای از پلیمرها هستند که در طبیعت توسط جانداران ذره بینی تجزیه می شوند. این نوع پلیمرها در طبیعت به مولکول های ساده مانند آب و کربن دی اکسید تبدیل می شوند. به مین دلیل آن ها را پلیمر سبز می نامند.

این پلیمرها را از فرآورده های کشاورزی مانند سیب زمینی، ذرت و نیشکر تهیه می کنند. در این فرایند، نخست نشاسته موجود در این مواد به لاکتیک اسید تبدیل می شود، سپس از واکنش پلیمری شدن آن ها در شرایط مناسبی پلی لاکتیک اسید تولید می شود.

پلی لاکتیک اسید (PLA) لاکتیک اسید دارای هر دو گروه عاملی کربوکسیل و الکلی است، بنابراین از پلیمری شدن تراکمی بین مونومرهای آن یک پلیمر ساخته می شود.



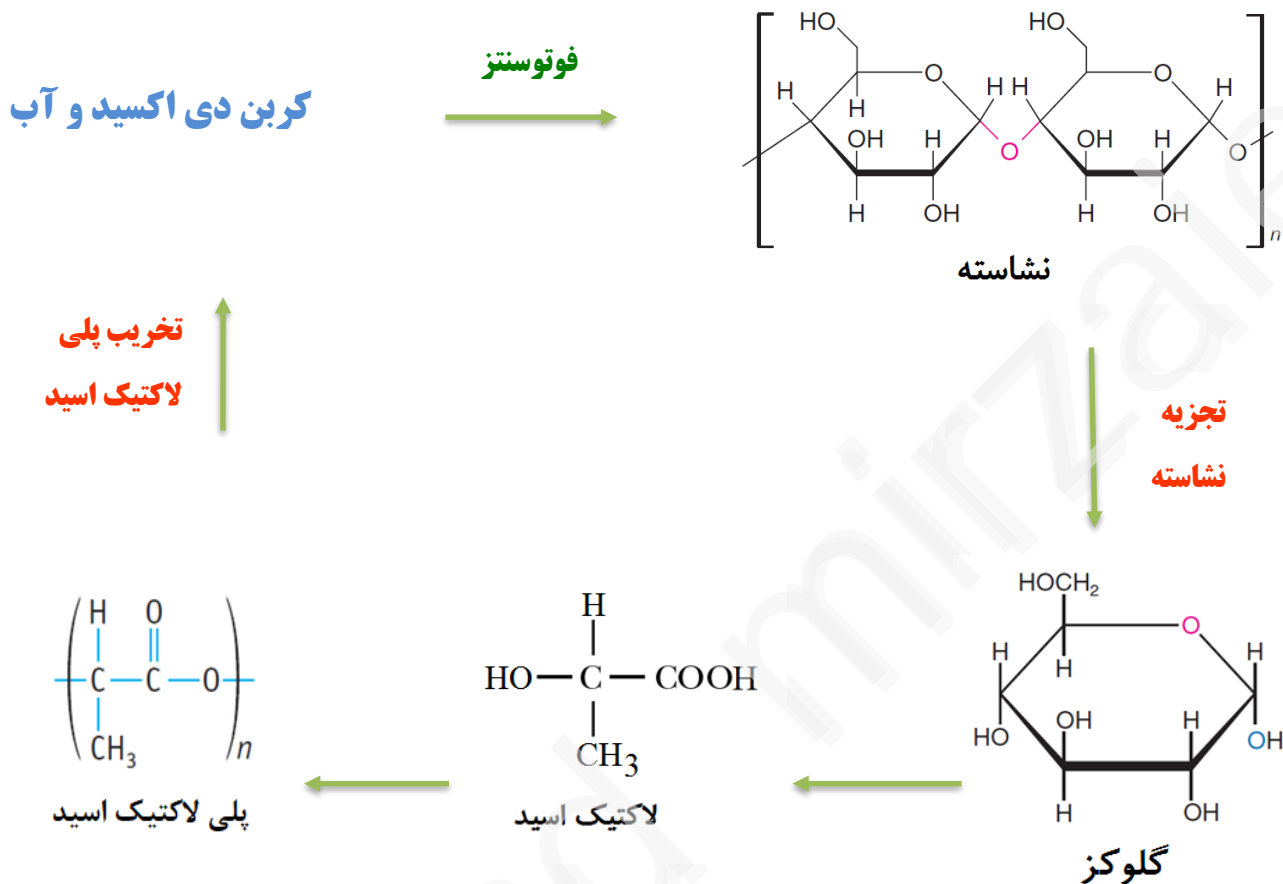
لاکتیک اسید

پلی لاکتیک اسید (PLA)

به چند دلیل پلی لاکتیک اسید یک پلاستیک سبز است. نخست، مونومری که برای ساختن آن استفاده می شود، از تخمیر بیولوژیکی مواد گیاهی تهیه می شود. به همین دلیل این پلیمر از کربن طبیعی ساخته می شود. تمام کربن موجود در این پلیمر از

CO₂ موجود در هواکره است، و در چند سال آینده تخریب می شود و به همان مقدار CO₂ وارد محیط زیست می کند. همچنین، این پلیمر، که برای بسته بندی مواد به کار می رود، زیست تخریب پذیر است و مقدار زباله موجود در طبیعت را کاهش می دهد.

در شکل زیر چرخه تولید و تخریب زیست پلیمر، پلی لاکتیک اسید نشان داده شده است.



خلاصه بخش پلیمرها

پلیمر یک درشت مولکول است که از مولکول های کوچکتر ساخته شده است. مولکول های کوچک که از پیوند آن ها با هم پلیمر ساخته می شود، **مونومر** نامیده می شوند. نشاسته، سلولز، نوکلئیک اسیدها و پروتئین ها جزو پلیمرهای طبیعی هستند. ساده ترین، ارزانتترین و بیشترین نوع پلیمرهای سنتزی **پلی اتن** است که از مونومرهای اتن ساخته شده است. مولکول های پلی اتن با چگالی زیاد به هم متصل شده و سخت و محکم هستند. مولکول های پلی اتن با چگالی کم در زنجیر خود دارای شاخه هستند، در نتیجه پلاستیک های نرم می باشند.

پلیمری شدن افزایشی، مولکول های مونومر به یک دیگر متصل می شوند؛ پلیمر ساخته شده دارای تمام اتم های مونومرها است. پلیمرهای افزایشی، همچون پلی اتن، پلی استیرن و PVC، از مونومرهایی ساخته می شوند که دارای پیوند دوگانه کربن - کربن هستند.

پلیمری شدن تراکمی، قسمتی از مولکول مونومر در تشکیل پلیمر شرکت نمی کند. مولکول های کوچکی همچون آب همراه با فراورده (پلیمر)، تولید می شوند. نایلون یک پلی آمید است که جزو پلیمرهای تراکمی می باشد، و دارای پیوند آمیدی [-CO-NH-] است که مونومرها را به هم متصل می کند.

پلی استر یک پلیمر تراکمی است که از مونومرهایی با گروه های عاملی الکلی و کربوکسیلیک اسید ساخته می شود. پلی اتیلن ترفتالات (PET)، یکی از مهمترین پلی استرها است.

خواص پلیمرها، پلیمرها تفاوت زیادی با مونومرهای سازنده خود دارند. یک پلیمر تا حدی مقاوم است زیرا در آن مولکول ها کنار هم قرار گرفته و تا حدودی اتصال دارند، و بین مولکول های بزرگ پلیمر نیروهای قوی بین مولکولی وجود دارد.

سوال های پایانی درس

۱. در پلیمری شدن تراکمی یک مولکول کوچک، معمولاً آب تولید می شود، و شرکت دارند.

(آ) یک پیوند دوگانه کربن = کربن

(ب) یک پیوند دوگانه کربن = اکسیژن

(پ) دو مونومر که هر کدام در انتهای خود دو گروه عاملی دارند.

(ت) دو مونومر که هر کدام فقط یک گروه عاملی دارند

۲. کدام یک از جفت مولکول های زیر می تواند یک پلی استر بسازد؟

a. HOCH₂CH₂OH and HOCH₂CH₂CH₂CH₂OH

b. H₂NCH₂CH₂CH₂CH₂CH₂NH₂ and
HOOCCH₂CH₂CH₂CH₂COOH

c. H₂NCH₂CH₂CH₂CH₂CH₂NH₂ and
HOCH₂CH₂CH₂CH₂CH₂OH

d. HOOCCH₂CH₂CH₂CH₂COOH and
HOCH₂CH₂CH₂CH₂OH

۳. کدام یک از مولکول های زیر می تواند برای ساختن یک پلی آمید استفاده شود؟

a. H₂NCH₂CH₂CH₂CH₂OH

b. H₂NCH₂CH₂CH₂CH₂NH₂

c. HOOCCH₂CH₂CH₂CH₂CH₂NH₂

d. HOOCCH₂CH₂CH₂CONH₂

۴. نایلون ۸۸ از مونومرهای H₂N(CH₂)₈NH₂ و HOOC(CH₂)₆COOH ساخته می شود. ساختار فشرده این پلیمر را رسم کنید. در ساختار رسم شده دو واحد تکرار شونده را نشان دهید.

۵. کودل نوعی الیاف پلی استری است. مونومرهای سازنده آن ترفتالیک اسید و ۴،۱-سیکلو هگزان دی متانول می باشند. ساختار فشرده یک واحد تکرار شونده این پلیمر را رسم کنید.



ترفتالیک اسید



۴،۱-سیکلو هگزان دی متانول

۶. ساختار فشرده پلیمر حاصل از گلیکولیک اسید (هیدروکسی استیک اسید، HOCH₂COOH) را رسم کنید. در ساختار رسم شده چهار واحد تکرار شونده را نشان دهید.

۷. کولار یک پلی آمید است که برای تهیه جلیقه های ضد گلوله استفاده می شود. این پلیمر از مونومرهای ترفتالیک اسید و پارا-فنیلن دی آمین ساخته می شود. فرمول ساختاری فشرده مولکول کولار را با نمایش چهار واحد تکرار شونده رسم کنید.



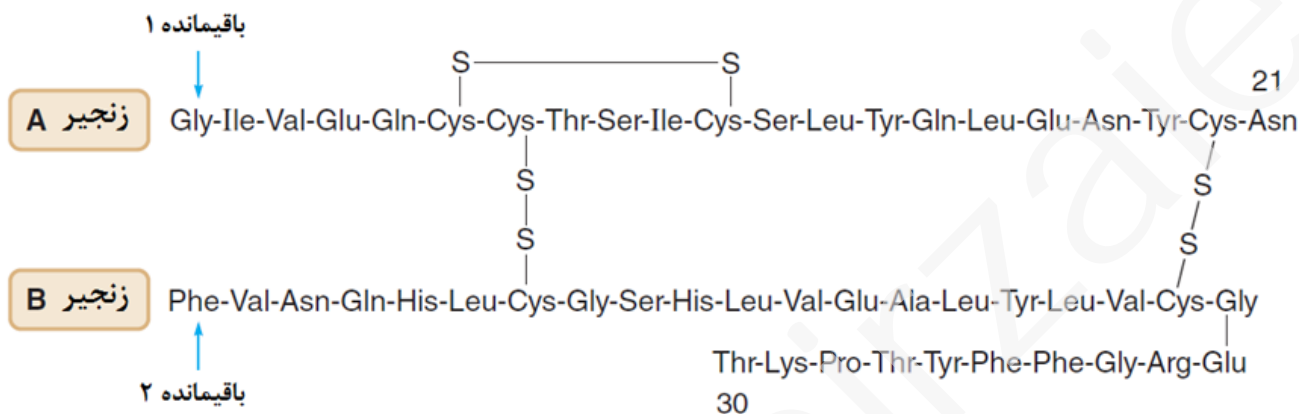
پارا-فنیلن دی آمین

۸. به چه دلیل خواص پلیمرها با مولکول های کوچک سازنده آن ها (مونومرها) تفاوت دارد؟

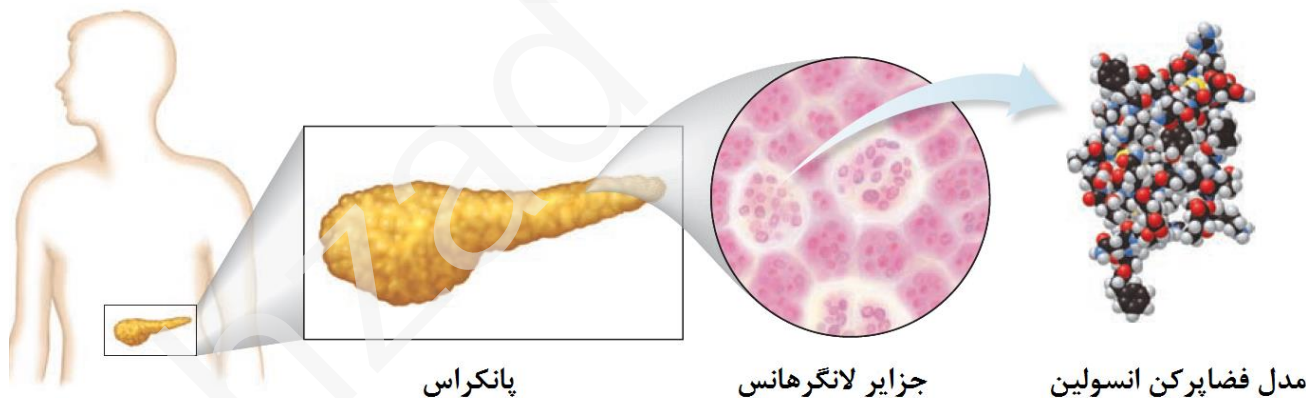
۹. ایزو پلی پروپین $(\sim\text{CH}_2 - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{CH}_3)\sim)$ ، یک پلیمر افزایشی است یا پلیمر تراکمی؟ توضیح دهید.

انسولین یک پروتئین کوچک - منبع کتاب مرجع شیمی عمومی، آلی و بیوشیمی اسمیت

انسولین یک پروتئین کوچک است که شامل دو زنجیر پلی پپتید (با زنجیرهای A و B مشخص می شوند) است، که با دو پیوند دی سولفید کنار هم نگاه داشته می شوند و پیوند دی سولفید اضافی دو سیستئین را در زنجیره A به هم پیوند می دهد.



انسولین یک پروتئین است که میزان گلوکز را در خون تنظیم می کند و به وسیله گروهی از سلول ها در پانکراس که به جزایر لانگرهانس نامیده می شوند سنتز می شود. کمبود یا زیادی انسولین منجر به دیابت می شود. برخی از ناهنجاری های وابسته به این بیماری می تواند به وسیله تزریق انسولین کنترل شود.

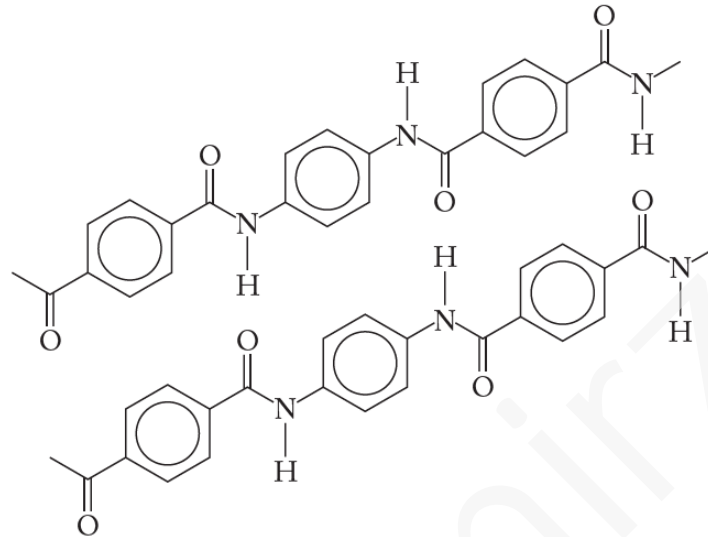


انسولین دارای دو زنجیر پلی پپتید مجزا (که با حروف A و B مشخص می شوند) است، که به وسیله دو پیوند بین مولکولی دی سولفید، همانطور که در شکل بالا نشان داده شده است با پیوند کوالانسی به هم متصل شده اند. زنجیر a، که آن هم پیوند بین مولکولی دی سولفید دارد، دارای ۲۱ آمینو اسید است، در حالی که زنجیر B دارای ۳۰ آمینو اسید می باشد.

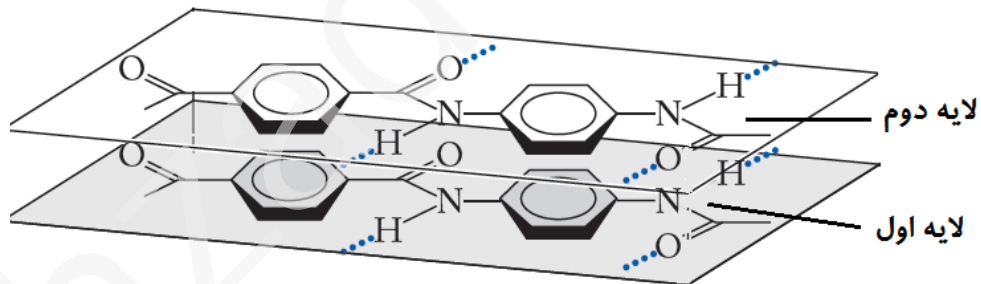
استحکام پلیمر کولار - منبع شیمی عمومی کیلبرت

برای استحکام زیاد کولار دو دلیل ارائه شده است.

(۱) پیوندهای هیدروژنی بین زنجیرها در سطوح همانند



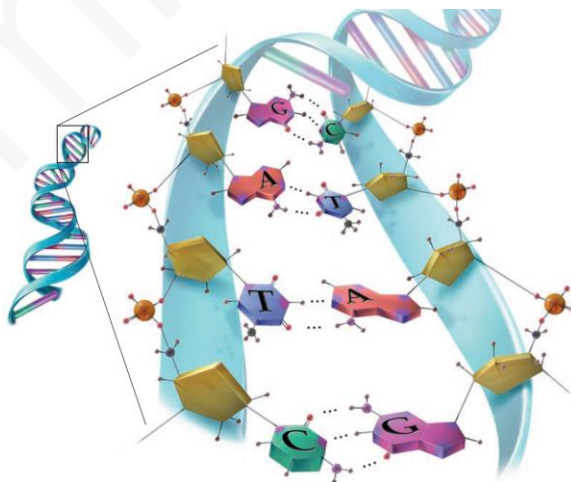
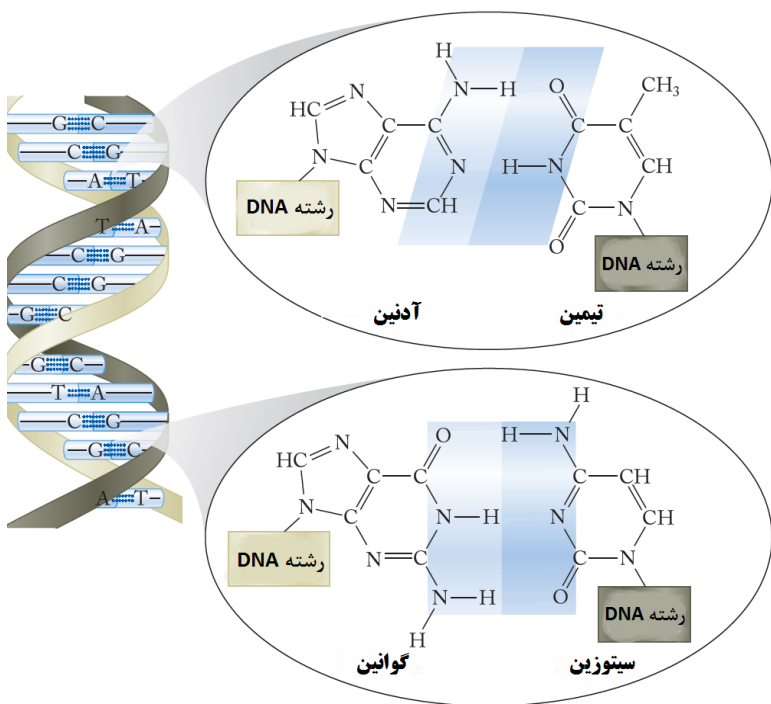
(۲) روی هم قرار گرفتن حلقه های بنزنی بین زنجیرها در لایه های هم سطح



ساختار یو پلیمر DNA – منبع: شیمی عمومی گیلبرت،

شیمی عمومی رسو

در ساختار DNA، آرایشی که پیوند هیدروژنی را حداکثر و رانش فضایی را حداقل می کند، مارپیچ دوگانه است. انرژی های پیوندهای هیدروژنی فزاینده بسیار زیاد می باشند. محاسبات نشان می دهد که فقط جفت شدن ساده باز به صورتی که در شکل آورده شده، به اندازه 116 KJ.mol^{-1} برای سیتوزین – گوانین و $63/2 \text{ KJ.mol}^{-1}$ برای تیمین – آدنین است. در رشته های همجوار DNA، پیوند هیدروژنی بین اتم های H و N یا O تشکیل می شود تا ساختار مارپیچ دوگانه ایجاد شود. در شکل قسمتی از ساختار مارپیچ DNA که شامل آمینو اسیدهای گوانین، سیتوزین، آدنین و تیمین هستند نشان داده شده است. در این ساختار، بین گوانین و سیتوزین ۳ پیوند هیدروژنی و بین آدنین و تیمین ۲ پیوند هیدروژنی تشکیل شده است.



در یک صفحه چین خورده دو زنجیر به نحوی کنار هم قرار می گیرند که گروه های آمینی یک پپتید در مقابل گروه های کربونیل پپتید دیگر قرار گیرند. بدین ترتیب تشکیل پیوندهای هیدروژنی امکان پذیر می شود. پیوندهای هیدروژنی چند تایی از این نوع، استحکام شایان توجهی را به سیستم اعمال می کنند. زاویه ویژه ای را با هم ایجاد می کنند و باعث تشکیل ساختمان های صفحه چین خورده می شوند.

