



وزارت علوم، تعلیمات و فناوری
مجمع آموزش عالی کتباباد

گروه مهندسی شیمی

جزوه درس

اصول شیمی و تکنولوژی پلیمر

استاد مربوطه: دکتر نفیسه ینش

فصل اول

مقدمه و تعاریف

۱-۱: مقدمه

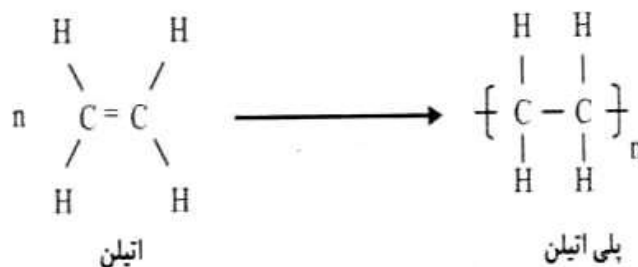
وجه تمایز بشر با دیگر موجودات قدرت فکر کردن و در ادامه تلاش برای بهبود اوضاع خود است. در این راستا تولید محصولات بهتر که بتوانند رفاه بیشتر را به دنبال داشته باشند، مورد توجه بوده و استفاده از مواد مختلف که بتوانند در این راستا او را یاری دهد از دغدغه های بشر بوده و استفاده از مواد مختلف در طبیعت اولین راه حل برای رفع نیازها بوده است. در این میان موادی که سبک تر، تهیه آن ها راحت تر و قابلیت شکل دهی بهتری داشتند مورد توجه بیشتری بودند. از میان آنها چوب، پوست حیوانات، الیاف طبیعی و صمغ گیاهان دارای خواص مناسبی بودند، لذا این مواد به عنوان اولین دسته از موادی که مورد توجه بشر قرار گرفتند، بشمار می آیند.

پلیمر که یک واژه یونانی است از دو بخش " پلی " به معنای چند یا بسیار، و " مر " به معنای پاره یا بخش تشکیل شده است. پلیمر به معنی چند بخشی یا چند پاره و یا مترادف فارسی آن " بسپار " می باشد. به معنی ساده تر یعنی موادی که هر مولکول آنها از چند یا چندین پاره یا تکه یکسان تشکیل شده اند که به وسیله پیوندهای شیمیایی به یکدیگر متصل گردیده اند و مولکول های درشتی ایجاد شده است. مولکول های کوچکی که به عنوان قطعات سازنده این مولکول های بزرگ به کار می روند مونومر و یا تکپار نامیده می شوند.

۱-۲: تعاریف

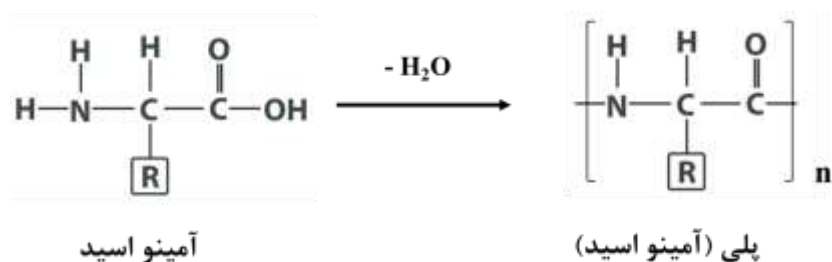
همانگونه که بیان گردید پلیمرها از اتصال واحدهای کوچک یکسان توسط پیوندهای شیمیایی تشکیل شده اند. هر واحد تکرار شونده مونومر (تکپار) نامیده می شود. به عبارتی هر ماده ای که قابلیت تبدیل شدن به پلیمر طی فرآیندی به نام پلیمریزاسیون (بسپارش) را داشته باشد، مونومر نامیده می شود.

در بسیاری از موارد تنها تشکیل پیوند بین این واحدهای تکرار شونده نیاز است تا پلیمر تشکیل گردد که این امر مستلزم شکسته شدن پیوند دو گانه موجود درون مونومر است.

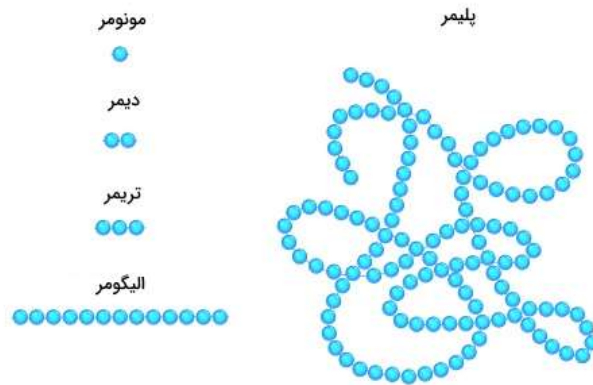




در مواردی دیگر انجام فرآیند پلیمریزاسیون مستلزم جدا شدن و خارج شدن یک ماده از ماده اولیه است. مثلاً آمینو اسیدها با از دست دادن مولکول آب در واکنش پلیمریزاسیون به پلیمر تبدیل می گردند.



فرآیند پلیمریزاسیون معمولاً به گونه ای است که واحدهای تکرار شونده یا مونومرها (تکپارها) با یکدیگر واکنش داده و توسط پیوند شیمیایی به هم متصل می گردند. از اتصال دو واحد تکرار شونده، دی مر (دو پار) تشکیل می گردد. با اضافه شدن مونومر بعدی به دی مر، مولکول آن درشت تر شده و تشکیل تری مر (سه پار) می دهد. با افزوده شدن واحدهای تکراری بیشتر و درشت تر شدن مولکول و تغییر خواص و اینکه در این مرحله خواص آن به گونه ای است که مقاومت مکانیکی خوبی ندارد با آنها آلیگومر اطلاق می گردد. به عبارتی با توجه به تعداد واحدهای تکرار شونده (n) به ترتیب مونومر، آلیگومر، و پلیمر نامیده می شود. در صورتی که n مساوی یک باشد مونومر، بیشتر از یک تا تعدادی که باعث ایجاد خواص مکانیکی مناسب نگردد آلیگومر، و چنانچه n بیشتر از حدی باشد که خواص مکانیکی مطلوبی را به بدهد، به آن پلیمر اطلاق می گردد.



بیان دقیق این نکته که یک مولکول با چه تعداد واحد تکرارشونده الیگومر و با چه تعداد پلیمر تشکیل می گردد، بستگی به ماهیت واحد تکرارشونده دارد. اما می توان به صورت کلی عنوان نمود که در برخی از پلیمرها مانند پلی اتیلن که وزن مولکولی واحد تکرارشونده آن کم است، تعداد n قابل قبول در حدود بیش از چند هزار است. در صورتی که در پلی (اتیلن ترفتالات) این تعداد در حدود چند ده واحد تکرارشونده است.

۱-۳: طبقه بندی

۱-۳-۱: پلیمرهای مصنوعی و طبیعی

پلیمرها را می توان به صورت های مختلف طبقه بندی نمود. اولین طبقه بندی را شاید بتوان بر اساس منبع تهیه آنها عنوان نمود. بر این اساس پلیمرها به دو دسته پلیمرهای طبیعی و مصنوعی طبقه بندی می گردند. پلیمرهای طبیعی به آن دسته از پلیمرها اطلاق می شود که در طبیعت یافت می شوند. از مهم ترین آنها می توان به سلولز و نشاسته اشاره کرد. این پلیمرها بسیار سخت در آزمایشگاه قابل تهیه هستند. پلیمرهای مصنوعی یا سنتزی به دسته ای از پلیمرها اطلاق می گردد که از مواد شیمیایی که از پالایش نفت، گاز یا ذغالسنگ تهیه می گردند، سنتز می شوند. این مونومرها در فرآیند پلیمریزاسیون به پلیمر با خواص منحصر به فرد تبدیل می گردند. امروزه صدها نوع پلیمر سنتز و به صورت تجاری به بازار عرضه گردیده اند که هر کدام دارای مصارف خاص هستند. از بین آنها می توان به پلی اتیلن، پلی پروپیلن، پلی وینیل کلراید و غیره اشاره نمود که دارای کاربردهای فراوانی هستند. به پلیمرهایی که از اصلاح پلیمرهای طبیعی تهیه می شوند مانند استات سلولز، پلیمرهای شبه سنتزی گفته می شود.

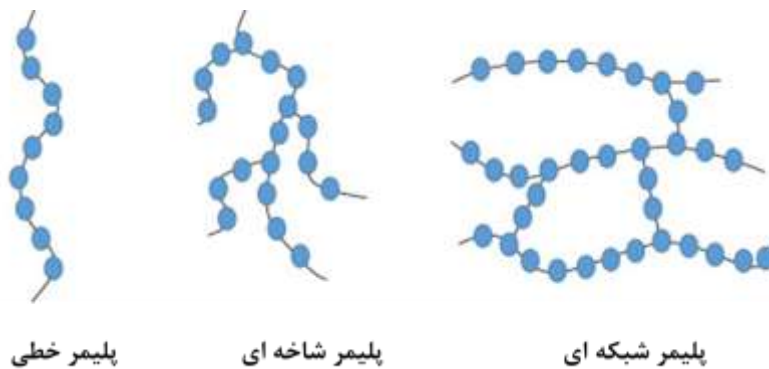
۱-۳-۲: طبقه بندی بر اساس شکل مولکول

پلیمرها با توجه به شکل مولکول می توانند به سه نوع کلی پلیمرهای خطی، پلیمرهای شاخه ای و پلیمرهای شبکه ای طبقه بندی شوند.

در پلیمرهای خطی مونومرها به صورت پشت سرهم به یکدیگر متصل شده اند. در نتیجه مانند یک رشته زنجیر پیوسته خواهند بود. این نوع پلیمرها قابلیت حل شدن در حلال های خود را دارند و به محلول پلیمری تبدیل شوند. همچنین دارای نقطه ذوب هستند. به عبارتی در اثر حرارت با توجه به نوع واحد تکرارشونده در دماهای خاصی ذوب می شوند، مانند پلی اتیلن، پلی پروپیلن، نایلون و غیره.

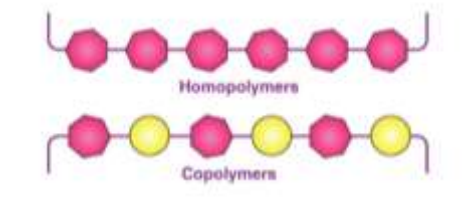
از طرفی چنانچه واحدهای تکرارشونده علاوه بر اتصال پشت سرهم مونومرها و تشکیل زنجیر اصلی (اسکلت اصلی) به صورت شاخه های جانبی نیز به زنجیر اصلی متصل و رشد نمایند و در نهایت باعث تشکیل مولکولی شاخه ای شوند، به آن ها پلیمر شاخه ای گفته می شود. این پلیمرها نیز در حلال های خود حل می شوند و به عبارتی فرآیند حل شدن آن ها در مقایسه با نوع خطی خود راحت تر است. با افزایش مقدار شاخه فرآیند حل شدن سریع تر خواهد شد. این پلیمرها نیز با توجه به تعداد شاخه آن ها ذوب می شوند. اما دارای نقطه ذوب پایین تری در مقایسه با نوع خطی خود هستند و پایداری حرارتی کمتری دارند. از مثال های این نوع پلیمرها می توان پلی اتیلن شاخه ای، پلی پروپیلن شاخه ای و را نام برد.

در پلیمرهای شبکه ای (پلیمرهای با اتصال عرضی) آزادی حرکت مولکول ها به وسیله اتصالات عرضی ایجاد شده بین مولکول ها سلب گردیده است. در نتیجه با توجه به مقدار اتصال عرضی موجود، این پلیمرها معمولاً در حلال ها حل نمی شوند و تنها می توانند متورم گردند. همچنین در اثر حرارت ذوب نمی شوند، مانند ملامین فرمالدئید، لاستیک اتصال عرضی شده و غیره.



۱-۳-۳: هموپلیمرها و کوپلیمرها

چنانچه مولکول های یک پلیمر از یک نوع واحد تکرارشونده تشکیل شده باشد به آن ها اصطلاحاً هموپلیمر اطلاق می شود و چنانچه بیشتر از یک نوع واحد تکرارشونده در ساختمان آن ها وجود داشته باشد به آن کوپلیمر اطلاق می شود.



در بسیاری از موارد جهت دستیابی به خواص مناسب تر، از فرآیند کوپلیمریزاسیون برای تولید مواد پلیمری استفاده می شود. می توان با توجه به شرایط پلیمریزاسیون کوپلیمرهایی با مقادیر متفاوت از مونومر نوع اول و دوم بر اساس نیاز سنتز کرد. بر این اساس شیوه قرارگیری واحدهای تکرارشونده مونومرها می تواند حالت های مختلفی داشته باشد. در نتیجه کوپلیمرها را می توان به صورت زیر دسته بندی نمود.

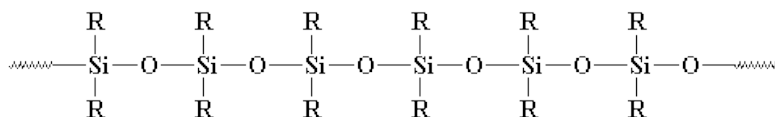
الف) کوپلیمرهای تصادفی یا رندم: در این نوع از کوپلیمرها، واحدهای تکرارشونده به صورت کاملاً تصادفی در مولکول پلیمر پشت سر هم قرار می گیرند و نظم و ترتیب خاصی در قرارگیری واحدهای تکرارشونده مختلف در زنجیر وجود ندارد.



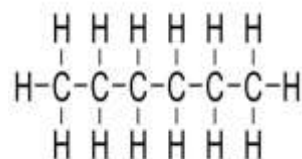
پلیمرهای گرماسخت پس از گرمادیدن سخت شده و دیگر قابلیت نرم شدن ندارند. بنابراین نمی توانند دوباره به شکل دیگری در آیند. در حین سخت شدن بین زنجیره های مولکولی پیوندهای عرضی از نوع کووالانسی بوجود می آید. این پیوندهای عرضی از حرکت و چرخش زنجیره ها نسبت به هم جلوگیری می کند. پلیمرهای گرماسخت نسبت به گرمانرم ها سخت تر و تردتر بوده و پایداری ابعادی بهتری دارند. گرماسخت ها قابلیت بازیابی نداشته و در دماهای بالا نسبت به گرمانرم ها پایداری بالاتری دارند. گرماسخت ها از لحاظ شیمیایی نیز پایدار هستند.

۱-۳-۵: پلیمرهای آلی و معدنی

پلیمرها بر اساس نوع ساختار شیمیایی مونومر، به دو دسته پلیمرهای آلی و معدنی تقسیم بندی می شوند. پلیمرهای آلی شامل ساختار هیدروکربنی هستند. این ساختار شامل زنجیره ای طویل از اتم های کربن و هیدروژن متصل به هم است. در پلیمرهای معدنی ساختار اصلی شامل عناصری به غیر از کربن است.



پلیمر معدنی



پلیمر آلی