

شیمی پلیمر

آلکال. گوپتا

مترجمان:

دکتر سعید استادموحد

(عضو هیأت علمی گروه پلیمر دانشکده علوم دانشگاه فردوسی مشهد)

سارا استاجی

(کارشناس ارشد شیمی پلیمر از دانشگاه فردوسی مشهد)

سرشناسه:	گوپتا، آلکا ال. (Gupta Alka L.)-
عنوان و پدیدآور:	شیمی پلیمر / تألیف آلکا ال. گوپتا؛ ترجمه سعید استاد موحد، سارا استاجی.
مشخصات نشر:	خدمات نشر انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۱۳۹۶.
مشخصات ظاهری:	۲۸۷ ص. مصور، جدول، نمودار.
شابک:	۹۷۸-۹۶۴-۳۲۴-۳۹۵-۱
یادداشت:	عنوان به انگلیسی: Polymer Chemistry; 2010
موضوع:	پلیمراسیون.
موضوع:	پلیمرها.
شناسه افزوده:	استاد موحد، سعید، مترجم.
شناسه افزوده:	استاجی، سارا، مترجم.
ردیفی کنگره:	۱۳۹۶، ۹۹ ش ۹۲ گ/ QD۳۸۱
رده بندی دیویی:	۵۴۷/۷

خدمات نشر انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد
 مشهد، میدان آزادی، پردیس دانشگاه، سازمان مرکزی جهاد دانشگاهی
 ص.پ. ۹۱۷۵-۱۳۷۶ تلفن: ۳۸۱۳۲۳۶۷ دفترپخش: ۳۰۴۲۳۰
www.jdmpress.com info@jdmpress.com

شیمی پلیمر

مؤلف: آلکا ال. گوپتا

ترجمه: دکتر سعید استاد موحد و سارا استاجی

چاپ و صحافی: چاپخانه دانشگاه فردوسی

چاپ اول ۱۳۹۶ / ۵۰۰ نسخه

شابک ۹۷۸-۹۶۴-۳۲۴-۳۹۵-۱

کلیه حقوق نشر برای ناشر محفوظ است.

قیمت: ۲۵۰,۰۰۰ ریال

فهرست

۷	 مقدمه
۸	 پیشینه تاریخی
۱۰	 اصطلاحات و تعاریف
۱۴	 پلیمر
۱۵	 سنتز پلیمر
۱۶	 ساختار پلیمر
۱۷	 خطی بودن زنجیر
۱۹	 ۱. میانی
۱۹	 اهمیت پلیمرها
۲۰	 مونومرها و واحدهای تکرارشونده
۲۲	 درجه پلیمریزاسیون
۲۲	 طبقه‌بندی پلیمرها
۲۶	 رشد زنجیری و رشد مرحله‌ای پلیمرها
۲۹	 نامگذاری پلیمرها
۳۲	 پلیمریزاسیون
۴۶	 کوپلیمریزاسیون
۵۶	 انواع کوپلیمرها
۵۷	 واکنش‌های پلیمرها
۶۸	 پلیمریزاسیون در سیستم‌های همگن و ناهمگن
۷۴	 سایر پلیمریزاسیون‌ها
۸۵	 ۲. شناسایی پلیمرها
۸۵	 مفهوم متوسط وزن مولکولی
۸۹	 پراکندگی و توزیع وزن مولکولی
۹۶	 روش پراکندگی نوری
۹۸	 اسمزسنجی

۱۰۳	روش مرکز‌گزینی با دور بالا
۱۰۷	آنالیز شیمیایی پلیمرها
۱۱۰	میکروسکوپی
۱۱۲	آزمون‌های فیزیکی
۱۱۵	۳. ساختار و خواص
۱۱۵	ریخت‌شناسی و نظم در پلیمرهای بلوری
۱۲۲	ساختار بلوری پلیمرها
۱۲۴	انحراف از شکل زنجیر کاملاً گسترده
۱۲۷	ریخت‌شناسی پلیمرهای بلوری
۱۳۰	ریخت‌شناسی پلیمر در حین جهت‌گیری
۱۳۱	میزان جهت‌گیری
۱۳۲	ساختار پلیمر و خاص فیزیکی
۱۳۳	اثر انعطاف‌پذیری زنجیر و سایر عوامل فضایی دیگر
۱۳۵	دمای انتقال شیشه
۱۳۶	مواد جامد شیشه‌ای و انتقال شیشه
۱۴۴	عوامل مؤثر بر دمای انتقال شیشه
۱۴۷	اندازه‌گیری دمای انتقال شیشه
۱۴۹	خواص مورد نیاز و کاربرد پلیمر
۱۵۳	۴. فرآوری پلیمر
۱۵۳	پلاستیک‌ها
۱۵۶	الاستومرها
۱۵۸	الیاف
۱۶۰	آمیزه کاری
۱۶۱	روش‌های فرآوری
۱۷۹	۵. خواص پلیمرهای تجاری
۱۷۹	پلی اتیلن
۱۸۴	پلی وینیل کلرید
۱۸۶	پلی آمیدها
۱۸۸	پلی استرها
۱۹۰	رزین‌های فنولیک
۱۹۳	رزین‌های اپوکسی
۱۹۵	پلیمرهای سیلیکونی
۱۹۶	پلیمرهای رسانای الکتریسته
۱۹۹	پلیمرهای عامل دار

۲۰۰	پلیمرهای بازدارنده شعله
۲۰۴	پلیمرهای پزشکی
۲۱۳	لنزهای تماسی
۲۲۰	انواع لنزهای تماسی
۲۲۵	پلیمرهای دندانپزشکی
۲۳۳	رزین‌های دی‌متاکریلات رایج
۲۴۱	کلیه مصنوعی
۲۴۶	پوست مصنوعی
۲۴۹	فرایند ساخت پوست مصنوعی
۲۵۴	خون مصنوعی
۲۵۷	کاربردهای خون مصنوعی
۲۵۹	۶. افزودنی‌های پلیمر
۲۶۰	انواع پرکننده‌ها
۲۶۲	پرکننده‌های معدنی گوناگون
۲۶۲	نرم‌کننده‌ها
۲۶۵	ضد اکسندها
۲۶۷	پایدارکننده‌ها و جاذب‌های UV
۲۶۸	بازدارنده‌های شعله
۲۶۹	مواد رنگزا
۲۷۱	۷. پلیمرهای طبیعی
۲۷۱	پلی‌ساکاریدها و لیگنین
۲۷۲	واکنش‌های سلولز
۲۷۲	بازسازی سلولز به وسیله اسید
۲۷۳	نشاسته
۲۷۵	لیگنین
۲۷۵	گلیکوزن
۲۷۵	پروتئین‌ها
۲۷۷	نوکلئیک اسیدها
۲۸۱	پیوست‌ها
۲۸۱	پیوست ۱: تخریب پلیمر
۲۸۲	پیوست ۲: تخریب نوری پلیمرها
۲۸۳	پیوست ۳: موضوعات تحقیقاتی رایج و امیدبخش در زمینه پلیمرها
۲۸۵	مطالعات پیشنهادی

مقدمه

مهندسی و علم پلیمرها، شیمی، ساختار مولکولی، خواص فیزیکی، کاربرد و فرآورش به شکل محصولات مفید و اهمیت ریستی مواد پلیمری را در برمی گیرد. درحقیقت، پلیمر، شیمی مولکولهای بزرگ (درشت مولکولهایی که هر یک از هزاران تا میلیونها اتم ساخته شده اند)، می باشد. این اتمها در یک توالی از واحدهای سازنده تکراری که خود از واحدهای کوچک و مشخصی به نام مونومر تشکیل شده اند، به یکدیگر متصل می گردند. بنابراین، پلیمر زنجیر طویل است که احتمال دارد به اشکال مارپیچ، شاخه ای، شبکه عرضی و یا سایر ساختارهای پیچیده درآید.

برهمکنش های فیزیکی و شیمیایی میان اتم ها پلیمر از همان قوانین مورد استفاده برای توصیف سیستم مولکول های کوچک تبعیت می کنند، اما اندازه ها که برای بزرگ منجر به ظهور گستره جدیدی از خواص می گردد. از آنجاکه تنوع ساختار درشت مولکول ارائه شده توسط یک ترکیب شیمیایی خاص با افزایش تعداد مونومرهای موجود بیشتر می گردد، برای شرح ساده ترین زنجیر پلیمری، نیز باید از ملاحظات آماری استفاده کرد. طول زیاد زنجیر درشت مولکولها منجر به محدود شدن تبلور آنها می گردد، از این رو حالت های متنوعی از جامد پایدار که ممکن است به صورت لاستیکی، شیشه ای و یا نیمه بلورین باشد، ایجاد می دهد. ترکیب جدیدی از خواص مانند کشسانی، الاستیک و استحکام، همراه با انعطاف پذیری و شفافیت نورانی پدیدار می گردد. روش های تولید جدیدی که تبدیل پلیمرها را به محصول مورد نظر آسان تر می کنند، کشف شده است. پلیمرها توسط انسان تولید شده اند و از طرفی تبدیل آنها به محصول نهایی اساس جهان صنعت را تشکیل داده است. حیات نیز اساساً بر پایه درشت مولکولها بنا شده است. سازگاری عالی کلاژن و سلولز برای عملکردهای ساختاری، ویژگی و کارایی آنزیمها به عنوان کاتالیزور، اتصال و انتشار اکسیژن توسط هموگلوبین و میوگلوبین، و رمزگذاری اطلاعات ژنتیکی خاص به وسیله نوکلئیک اسیدها، همگی ریشه در ماهیت پلیمری مولکول های درگیر دارند.

بنابراین، مطالعات پلیمری جزو پژوهش های بین رشته ای می باشند که سهم قابل توجهی از آن را شیمی، فیزیک، چندشاخه از مهندسی، علوم زیست پزشکی و زیست مولکولی، تشکیل می دهند.

پلیمرها برای برطرف کردن طیف گسترده ای از نیازهای حال و آینده یک ملت در زمینه هایی مانند انرژی، حمل و نقل، ساخت و ساز، کشاورزی و فرآورش مواد غذایی، پزشکی و پدافند ملی، ضروری هستند. پیشینه علم

پلیمر و مهندسی مملو از اکتشافات پیش‌بینی نشده و نتایج بزرگ است و آینده این زمینه بسیار روشن و امیدبخش می‌باشد. برای مثال، پیشرفت اخیر در زمینه‌های درک ساختار و سنتز پلیمرهای زیستی در بدن هنوز هم به تأثیر عمده پلیمرهای مصنوعی اشاره دارد، از طرفی تئوری و کاربرد مواد کامپوزیتی بر پایه پلیمرها همچنان در مراحل ابتدایی خود به سر می‌برد.

از زمان کشف ساختار مارپیچ دوگانه DNA در سال ۱۹۵۳، مطالعات بسیاری در زمینه پلیمرهای زیستی صورت گرفته است. این مطالعات پیشرفت‌های مختلفی را به همراه داشته است: تعیین ساختار دقیق توالی نوکلئیک‌اسیدها و پروتئین‌ها، شناخت نوکلئیک‌اسیدها به عنوان حامل وراثت و سنتز حالت جامد بسیاری از مولکول‌ها، پروتئین. پیشرفت‌های بیشتر در بسیاری از زمینه‌های مرتبط نیز ادامه یافته است، از جمله جنبه‌های حیاتی مانند ساختار سه‌بعدی آنزیم‌ها، اتصال آن به مولکول‌های خاص و در نتیجه عملکرد کاتالیزوری آن. در حال حاضر، حجم توانایی پلیمرها بیش از فولاد می‌باشد و سرعت رشد آن (۸/۵٪ در سال) چهاربرابر فولاد و فلزات غیرآهنی است. صنایع بیمری در سال ۹۰ میلیارد دلار از ارزش افزوده صنایع و استخدام ۳/۴ میلیون نفر را به خود اختصاص می‌دهند در آن ۵۰٪ نزدیک پلیمرها از لحاظ تکنولوژی بسیار اهمیت می‌یابند و ممکن است تأثیر بسیار مهمی در زندگی ما داشته باشند.

پیشینه تاریخی

علم پلیمر از سال ۱۹۵۰ به موضوعی منسجم تبدیل شده است. قبل از سال ۱۹۳۰، تعدادی از محصولات طبیعی (مانند سلولز، نشاسته، پروتئین، لاستیک) که امروزه در دسته پلیمرها طبقه‌بندی می‌شوند، با ابزار نسبتاً ابتدایی اما روش‌های بسیار مبتکرانه از آزمایشات شیمی، مورد مطالعه قرار گرفتند. امیل فیشر^۱ پس از مطالعات کلاسیک خود بر روی شیمی فضایی و سنتز قندها در ۱۸۹۹، به اتصالات اساسی‌های شناخته شده در پروتئین‌ها پی برد. او نه تنها موفق به ترکیب مصنوعی دو آمینواسید (به عنوان آمید) شد، بلکه در سال ۱۹۰۷ زنجیره‌ای پلی‌پپتیدی حاوی ۱۸ آمینواسید متصل شده به صورت یک توالی خطی را سنتز کرد. پی‌پتید مصنوعی او به صورت محصولات حدواسط مشتق شده از هیدرولیز پروتئین‌ها بود.

مشتقات مصنوعی مهمی از پلیمرهای طبیعی کشف شده است که از بین آنها می‌توان به لاستیک پخت شده توسط گود^۲ در سال ۱۸۳۹، نیترات سلولز در ۱۸۷۰ به وسیله هایت^۳، سلولزاستات توسط دریفوس^۴ در ۱۹۱۹ و حتی اولین موفقیت تجاری در زمینه پلیمرهای کاملاً مصنوعی (رزین‌های فنولی گرماسخت) توسط بیکلاند^۵ در سال ۱۹۰۹، اشاره نمود. ساختار این مواد بی‌شکل^۶، پلاستیکی، غیرفرار و دارای انتشار آهسته،

1. Emil Fischer
2. C. Good
3. J.W. Hyatt
4. Dreyfus
5. L.H. Baek land
6. Amorphous

به شکل توده‌های میسل مانند بود که مولکول‌های کوچک را از طریق نیروهای بین مولکولی غیرشیمیایی به یکدیگر متصل می‌کرد (حالت کلونیدی). در آن زمان یک باور غلط برخلاف این واقعیت که مولکول‌ها با ابعاد بسیار بزرگ و نامحدود نیز می‌توانند پایدار باشند، وجود داشت.

مفاهیم واضح درشت مولکول‌ها به هرمان استادینگر^۱ نسبت داده شده است. استادینگر در سال ۱۹۲۰ بر روی استیرن کار می‌کرد و مشاهده نمود که به راحتی از طریق حرارت دهی یا بدون آن، ماده‌ای بی شکل تشکیل می‌گردد و واحدهای استیرن در طول زنجیر طویل از طریق واکنش بازشدن پیوند دوگانه وینیل، به یکدیگر متصل می‌شوند. وی موفق به تهیه پلی استیرن‌هایی با درجه پلیمریزاسیون مختلف (تعداد واحدهای استیرن به ازای هر زنجیر) و در نتیجه متوسط وزن مولکولی و توزیع وزن مولکولی متفاوت، گشت. همچنین او توانست ارتباط بین اندازه مولکولی و گرانشی محلول رقیق آنها در یک حلال مناسب را نشان دهد. با این حال، اصول اساسی پلیمریزاسیون وینیل در سال ۱۹۳۷ توسط پائول^۲ از طریق واکنش زنجیره‌ای پیوسته به وسیله مکانیسم رادیکال آنها، منشأ گرفته شد.

کشف نایلون ۶۶ در سال ۱۹۳۱ توسط کاروترز^۳ و توسعه تجاری آن، نقطه عطفی در علم پلیمر و مهندسی بود. این پلی آمید آلفاتی یک کاملاً مصنوعی و غیر طبیعی بوده با این تفاوت که نظم ساختاری قابل کنترل و خواص فیزیکی مطلوبی داشت، و در نتیجه تقاضا برای آن به سرعت زیاد شد.

مارول^۴ در شیمی آلی پلیمرها پیشقدم شد و سه دهه زان در سنتز پلیمر داشت. تحقیقات وی بر روی پلیمرهای پایدار در دماهای بالا و پلیمرهایی با ساختار هتروسیکل منجر به کشف موادی با اهمیت تجاری بالا شد.

در سال ۱۹۵۵، هنگامی که کارل زیگلر^۵ کاتالیزورهای پلیمریزاسیون جدیدی را بر پایه کوئوردینه شدن ترکیبات مختلف با فلزات واسطه کشف کرد، جهش ناگهانی در تحقیقات پلیمر به وجود آمد. زیگلر دریافت که با چنین کاتالیزوری می‌تواند پلی اتیلن را در دما و فشار معمولی به سرعت از اتیلن سنتز کند. به علاوه، این پلی اتیلن برخلاف پلی اتیلن سبک شاخه‌دار که از سال ۱۹۳۵ شناخته شده بود و تنها در دمای بالا و فشارهای بالاتر از هزار اتمسفر به دست می‌آمد، کاملاً خطی بود.

سپس جولیو ناتا^۶ با کمک کاتالیزورهایی از این نوع موفق به پلیمریزاسیون پلی پروپیلن گشت و اولین پلیمریزاسیون فضاویزه را کشف کرد. واکنش‌های فضاویزه طبیعی در تشکیل پروتئین‌ها و سایر پلیمرها با منشأ زیستی مانند لاستیک و گوتاپرچا (که ایزومرهای فضایی یکدیگر هستند)، رخ می‌دهد. در پلی پروپیلن تمام واحدهای پروپیلن به صورت سر به دم ردیف می‌شوند، یعنی گروه‌های آویزان متیل در انتهای هر واحد قرار می‌گیرند و جهت گیری از زنجیر که مطابق با سینتیک واکنش می‌باشد را به وجود می‌آورند. با این حال، بسته به

1. Hermann Staudinger

2. J.F. Paul

3. Carothers

4. C.S. Marvel

5. Karl Ziegler

6. Giulio Natta

جهت‌گیری گروه‌های آویزان متبل نسبت به زنجیر ممکن است هر یک از دو پیکربندی تصویر آینه‌ای تشکیل گردد. کاتالیزور زیگلر-ناتا، سنتز پلیمرهای فضاویژه‌ای که واحدهای مونومر در آنها پیکربندی متناوب منظم و مشابه دارند و یا سنتز ایزومرهای پلیمری که به‌طور تصادفی جهت‌گیری کرده‌اند و خواص فیزیکی کاملاً متفاوتی دارند را امکان‌پذیر می‌سازد. برخی از پلیمرهای مصنوعی فضاویژه ممکن است نیمه‌بلورین باشند، اما پلیمرها با جهت‌گیری تصادفی همیشه بی‌شکل هستند.

در درجه اول از کاتالیزورهای زیگلر-ناتا برای ساخت شکل‌های جدیدی از پلیمرهای موجود به‌جای تولید پلیمرهای جدید از ترکیبات شیمیایی، استفاده شد. این امر روندی مهم در تحولات اخیر بود که منجر به بهبود گونه‌های پلیمری موجود از طریق اصلاحات شیمیایی و فیزیکی گشت. به‌عنوان نمونه می‌توان به اصلاح پلیمر شیشه عینک و تریپد موادی با استحکام و مقاومت ضربه بالاتر، افزایش مدول الاستیک پلی‌اتیلن تولیدشده به روش اکستروژن مواد آرد در پاش تولید پلیمرهای تأخیرانداز شعله، تثبیت آنزیم از طریق اتصال آن به پلیمرهای خنثی و بسیاری از موارد دیگر، اشاره نمود.

توسعه مولکول‌های زیست‌پس از شش ساختار مارپیچ دوگانه DNA توسط واتسن و کریک^۱ در سال ۱۹۵۳، گسترش یافت. زیست‌شناسی مولکولی، ارتباط با پلیمرهای زیستی (درشت‌مولکول‌هایی که منشأ زیستی دارند) می‌باشد. علم پلیمر تا به امروز در زمینه ساختار و عملکرد پلیمرهای زیستی کمک شایانی کرده است. علاوه بر مزایای ذاتی که درشت‌مولکول‌های زیست‌پس به عنوان پلیمر دارند، خواص فیزیکی و شیمیایی ویژه این مواد پلیمری، آنها را برای حل طیف وسیعی از مشکلات زیست و پزشکی مناسب کرده است. ایمپلنت‌های پزشکی^۲، پروتز^۳ و اندام‌های مصنوعی و همچنین آفت‌کش‌ها^۴ دارای پلیمری، فیلم‌های پلیمری مورد استفاده در کشاورزی برای حفاظت از گیاهان نارس و حفظ رطوبت، از جمله این کاربردها می‌باشند.

اصطلاحات و تعاریف پایه‌ای

اتصالات عرضی: پیوندهای کووالانسی بین دو یا چند زنجیر پلیمری.

انکتیک (بی‌نظم): پلیمری که در آن گروه‌های آویزان در دو طرف زنجیر اصلی به‌صورت کاملاً تصادفی و بی‌نظم قرار گرفته‌اند.

الاستومر: به پلیمرهایی با تبلور پایین و یا لاستیک‌هایی با ساختار شبکه‌ای سه‌بعدی (این ساختار از طریق ولکانش با همان پخت ایجاد می‌گردد) که پایداری و مقاومت آنها را در برابر تغییر شکل پلاستیک افزایش می‌دهد، الاستومر می‌گویند. معمولاً، الاستومرها در دمای اتاق قابلیت ارتجاعی بالایی از خود نشان می‌دهند.

1. G.D. Watson and F.H. Crick

2. Biomedical implants

3. Prostheses

الیاف (فیبر): یک فیبر، ساختار نخمانندی از رشته‌ها و تارهای درشت مولکول‌های خطی است که به صورت عرضی به هم متصل شده‌اند و مجموعه‌ای مولکولی با نسبت طول به عرض بالا ایجاد کرده‌اند. انتقال زنجیر: در این واکنش، یک رادیکال آزاد از اتم یا گروهی از اتم‌های حلال، آغازگر، مونومر و یا پلیمر، ربوده می‌شود.

اولیگومر (چندپار): پلیمری است که تعداد مونومرهای آن در یک زنجیر کم باشد (معمولاً بین ۲ تا ۱۰) و بنابراین وزن مولکولی کمی دارد.

ایزوتاکتیک (تک‌آرایش): پلیمری است که تمام گروه‌های آویزان از آن، در یک سمت زنجیر اصلی قرار گرفته‌اند. بازدارنده: افزودنی است که با زنجیر تشکیل‌دهنده رادیکال واکنش می‌دهد و محصولی غیررادیکالی و یا رادیکالی با واکنش‌پذیری کمتر که قادر به اضافه کردن واحد مونومری جدیدی نیست، ایجاد می‌کند. بی‌شکل (آمورف): پلیمری که فاقد نواحی غیربلوری در یک پلیمر.

پلاستیک‌ها: گروهی مواد مصنوعی با منشأ معمولاً آلی هستند که گاهی حین مراحل تولید، شرایط یک پلاستیک را پیدا می‌کنند.

پلیمر (درشت‌مولکول): یک مولکول غول‌پیکر ساخته شده از تعداد زیادی واحد تکرار شونده، به عنوان مثال، پلی اتیلن ممکن است شامل ۱۰۰ یا بیشتر واحد مونومری باشد.

پلیمر خطی: این نوع پلیمر شامل یک زنجیر پلیمری خطی بدون هیچ گونه شاخه‌ای می‌باشد.

پلیمر دارای پراکندگی (پلی دیسپرس): پلیمری دارای مولکول‌هایی با وزن‌های مختلف.

پلیمر زیستی (بیوپلیمر): یک پلیمر طبیعی مانند سلولز.

پلیمر شاخه‌ای: پلیمری که دارای زنجیرهای جانبی متصل شده به زنجار اصلی خود می‌باشد.

پلیمرهای بلورین: پلیمری با یک ساختار منظم و بدون گره خوردگی زنجیرها که راجع تشکیل یک بلور شده است.

پلیمریزاسیون افزایشی (زنجیری): این نوع پلیمریزاسیون زمانی رخ می‌دهد که مولکول‌های کوچک با استفاده

از کاتالیزور، حرارت و یا تشعشع به یکدیگر متصل می‌شوند و معمولاً بدون حذف یک مولکول کوچک،

پلیمری خطی تشکیل می‌گردد. به سه گونه زیر تقسیم می‌شود:

- پلیمریزاسیون افزایشی آنیونی: گونه‌های آغازکننده در این مورد، آنیون‌هایی مانند NH_2^- می‌باشند.

- پلیمریزاسیون افزایشی رادیکال آزاد: در این نوع، رشد زنجیرها توسط یک رادیکال آزاد مانند فیل، آغاز می‌گردند.

- پلیمریزاسیون افزایشی کاتیونی: گونه‌های فعال که پلیمریزاسیون افزایشی را آغاز می‌کنند، کاتیون‌هایی مانند پروتون هستند.

پلیمریزاسیون تراکمی (مرحله‌ای): پلیمریزاسیونی که از طریق واکنش‌های گوناگون تراکمی آلی و با حذف مولکول‌های کوچکی همچون آب، صورت می‌گیرد.

پلیمریزاسیون حلقه‌گشا: تشکیل پلیمر از طریق باز شدن حلقه، مانند پلیمرهای به دست آمده از اترها و لاکتام‌ها. برای نمونه می‌توان به تشکیل نایلون ۶ از کاپرولاکتام اشاره نمود.

پلیمریزاسیون زنجیری: همان پلیمریزاسیون افزایشی است.

پلیمریزاسیون فضاگزین: در این نوع از پلیمریزاسیون، یک نوع نظم ساختاری نسبت به سایرین ترجیح داده می‌شود.

پلیمریزاسیون فضاویژه: پلیمریزاسیونی که ساختارهای منظمی (سیندیوتاکتیک یا ایزوتاکتیک) ایجاد می‌کند.

پلیمریزاسیون کوئوردینانسی: در این روش از کاتالیزورهای کوئوردینانسی مانند ترکیبی از آلومینیوم تری‌آلکیل و تیتانیوم یا وانادیوم کلرید، برای پلیمریزاسیون اولفین‌ها و تولید پلیمرهای فضاویژه استفاده می‌شود، برای مثال پلی‌پروپیلن ایزوتاکتیک (تک‌آرایش) از پروپیلن.

پلیمریزاسیون تراکمی: همان پلیمریزاسیون تراکمی است.

پلیمریزاسیون: فرایند تشکیل، لکال‌های بزرگ از مولکول‌های کوچک را که ممکن است به‌طور هم‌زمان محصول جانبی مانند آب تولید شود و یا نشود، پلیمریزاسیون می‌گویند. یک مثال کلاسیک شامل تشکیل پلی‌استیرن از مولکول‌های بنزین می‌باشد.

تأخیرانداز: این مواد به‌عنوان عامل انتقال به زنجیر عمل می‌کنند و رادیکال‌های آزادی با واکنش‌پذیری کمتر تولید می‌کنند.

چسب: موادی که سطوح را به یکدیگر می‌چسبانند و در کنار هم نگه می‌دارند.

خواص کولیگاتیو: خواصی از محلول که وابسته به تعداد مولکول‌های حل‌شونده می‌باشند.

درجه پلیمریزاسیون ($\overline{DP}$ یا $\overline{P}$): متوسط تعداد واحدهای تکرار شونده در یک درشت‌مولکول می‌باشد. درجه پلیمریزاسیون از تقسیم وزن مولکولی بر وزن مولکولی مونومر به دست می‌آید.

درشت‌مولکول: همان پلیمر است.

دمای انتقال شیشه (T_g): دمایی است که در آن یک پلیمر بی‌شکل به دایره‌ای، اولین حرکات، شروع به نشان دادن خواص حالت شیشه‌ای (سفتی، شکنندگی، سختی) می‌کند.

دمای تتا: دمایی که در آن، یک پلیمر با وزن مولکولی بی‌نهایت شروع به رسوب کردن در محلول می‌کند.

رژین‌های گرماسخت: این مواد تحت حرارت و فشار می‌توانند نرم شوند و به اشکال مختلفی قالب‌گیری گردند. سپس تحت شرایط شیمیایی سخت و غیرقابل ذوب می‌گردند، به گونه‌ای که نمی‌توان آنها را دوباره قالب‌گیری کرد.

رشته‌ساز: صفحه‌ای فلزی با تعداد زیادی حفره کوچک بر روی آنکه برای نخ‌ریسی استفاده می‌گردد.

ریون (ابریشم مصنوعی): بازسازی سلولز به شکل یک رشته که به‌عنوان الیاف استفاده می‌گردد.

رنولوژی: علم سیال‌شناسی.

سیندیوتاکتیک (هم آرایش): پلیمری که در آن گروه‌های آویزان به صورت یکی در میان در هر طرف زنجیر اصلی قرار گرفته‌اند.

طول بحرانی زنجیر: حداقل طول مورد نیاز برای گره خوردگی زنجیرهای پلیمری.
طول سینتیکی زنجیر: متوسط تعداد مولکول‌های مونومری است که توسط هر رادیکال آغازگر یک زنجیر پلیمری (رادیکال نوع اول)، مصرف می‌شود.

عاملیت: تعداد گروه‌های فعال موجود در یک مولکول.
فشار اسمزی: فشاری که یک حل‌شونده در داخل محلول اعمال می‌کند، اگر که یک گاز ایده‌آل در حجم مشابه بود.

قالب‌گیری استرن: یکی از روش‌های تولیدی است که در آن پلیمر گرمانرم به‌طور پیوسته از طریق مارپیچ به داخل قالب ریخته می‌شود.

قالب‌گیری تزریقی: روشی است که به‌طور پیوسته پلیمر گرمانرم را از طریق پیستون به داخل قالب تزریق می‌کند.

قالب‌گیری فشاری: یک روش تولید با استفاده از قالب‌گیری می‌باشد. پلیمر گرماسختی که با به کارگیری حرارت و فشار تولید می‌گردد.

کاتالیزور زیگلر-ناتا: کاتالیزوری با ترکیب $\text{TiCl}_3-\text{AlR}_3$ که از تیتانیوم تراکلرید و آلومینیوم تری‌آلکیل به دست آمده است.

کوپلیمر دسته‌ای: واحدهای تکرارشونده شامل دسته‌هایی مشابه از اتم‌ها و رگ‌ها، که در طول زنجیر درشت‌مولکول به یکدیگر پیوند خورده‌اند.

کوپلیمر شاخه‌ای: هنگامی که یک مونومر بر روی زنجیر اولیه‌ای که خود از نوع دیگری از مونومر ایجاد شده است، پلیمره می‌گردد، کوپلیمر شاخه‌ای حاصل می‌شود.

کوپلیمر: زنجیر پلیمری طویل متشکل از حداقل دو نوع مونومر مختلف که به صورت تصادفی به یکدیگر متصل شده‌اند.

گرانروی ذاتی $[\eta]$: عدد گرانروی که از طریق برون‌یابی گرانروی نسبی تا غلظت صفر به دست آمده است را گرانروی ذاتی گویند.

گرانروی کاهیده: گرانروی ویژه تقسیم بر غلظت.

گرانروی نسبی: نسبت گرانروی محلول به حلال.

گرانروی ویژه: اختلاف گرانروی نسبی و یک.

گرانروی: مقاومت در برابر جاری شدن.

گرماترم: این مواد در یک فرایند فیزیکی قابل برگشت، تحت گرما و گاهی فشار، نرم می‌شوند و تحت این شرایط به اشکال گوناگونی قالب‌گیری می‌گردند. پس از سرد شدن، شکل خود را حفظ می‌کنند.

گروه‌های آویزان: گروه‌های متصل به زنجیر اصلی پلیمر. برای مثال، گروه‌های متیل در پلی‌پروپیلن.

• متوسط عددی وزن مولکولی ($\bar{M}_n$): مقدار متوسط حسابی به‌دست‌آمده از تقسیم مجموع وزن‌های مولکولی بر تعداد مولکول‌ها.

• متوسط وزن مولکولی Z ($\bar{M}_z$): متوسط توان سوم وزن مولکولی یک پلیمر با توزیع وزنی متفاوت.

• متوسط وزنی وزن مولکولی ($\bar{M}_w$): متوسط توان دوم وزن مولکولی یک پلیمر با توزیع وزنی متفاوت. میر: واحد تکراری زنجیر پلیمری است.

مونومر (تک‌ر): تمام پلیمرها از به‌هم‌پیوستن واحدهای مولکولی تکرارشونده‌ای که دارای اتم‌های یکسان هستند، تشکیل می‌گردند.

میسل: تجمعی از بلورهای با اندازه کوچک که ممکن است در حالت جامد یا محلول باشد.

نرم‌کننده: افزودنی که نیروهای بین مولکولی در میان زنجیرهای پلیمری را کاهش می‌دهد و در نتیجه به‌عنوان یک روان‌کننده داخلی عمل می‌کند.

نظم فضایی: آرایش قرارگیری گروه‌های آویزان در فضا.

نقطه ذوب بلور (T_m): به محدوده دمای ذوب نامیده می‌شود. یک نمونه پلیمری، نقطه ذوب بلور می‌گویند که با تغییر خواص پلیمر جابه‌جا می‌گردد. همچنین، این نقطه اولین انتقال فاز هنگام تعادل دو فاز جامد و مایع می‌باشد.

نیروهای بین مولکولی: نیروهای ظرفیت ثانویه بین مولکول‌ها می‌تواند به‌صورت مختلف،

نیروهای درون مولکولی: نیروهای ظرفیت ثانویه در همان مولکول مورد نظر.

ورقه‌سازی با غلتک: فرایندی برای تولید ورقه‌های پلیمری با استفاده از ماشین‌هایی که دارای غلتک‌های ناهم‌سوگرد می‌باشد.

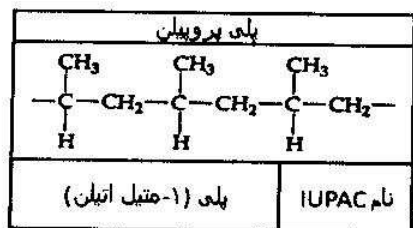
وزن مولکولی: بیشتر پلیمرها ترکیبی از مولکول‌های پلیمری با وزن مولکولی متفاوت هستند. اندازه‌گیری‌های متفاوت وزن مولکولی شامل این موارد است:

ولکانش (پخت): فرایندی که طی آن، اتصالات عرضی بین زنجیرهای خطی الاستومر تشکیل می‌گردد. به‌عنوان مثال، ایجاد اتصالات عرضی گوگردی در لاستیک طبیعی توسط حرارت‌دهی و اضافه کردن گوگرد.

پلیمر

پلیمر یک مولکول بزرگ (درشت‌مولکول) است که حاوی واحدهای ساختاری تکراری می‌باشد، این واحدها به‌وسیله پیوندهای شیمیایی به‌یکدیگر متصل شده‌اند. واژه پلیمر از کلمه یونانی $\pi\omicron\lambda\upsilon$ (پلی) به‌معنای بسیار، و

کلمه $\mu\epsilon\rho\omicron\varsigma$ (مروس) به معنای بخش، مشتق شده است. پلاستیک‌ها، DNA و پروتئین‌ها، از جمله شناخته‌ترین پلیمرها هستند. نمونه ساده‌ای از پلی پروپیلن به همراه واحد ساختاری تکرارشونده آن، در زیر نشان داده شده است.



با اینکه لفظ "پلیمر" بیشتر به جای کلمه "پلاستیک" مورد استفاده قرار می‌گیرد، اما این اصطلاح در واقع به دسته بزرگی از مواد طبیعی و مصنوعی که خواص و اهداف گوناگونی دارند، اشاره دارد. مواد پلیمری طبیعی همچون شلاک و کهر با قرن‌ها مورد استفاده قرار می‌گرفته‌اند. پلیمرهای زیستی

مانند پروتئین‌ها، در نوک یک اسیدها، نقش بسیار مهمی در فرایندهای زیستی دارند. پلیمرهای طبیعی دیگری مثل سلولز وجود دارند که جزء اصلی کاغذ و چوب را تشکیل می‌دهند. برخی از پلیمرهای مصنوعی رایج شامل باکلیت، تئوپرن، نایلون، پلی ایل کلرید (PVC)، پلی استیرن، پلی آکریلونیتریل و پلی وینیل بوتیرال (PVB)، می‌باشند. پلیمرها در رشته‌های شیمی، فیزیک و علوم پایه، مورد مطالعه قرار گرفته‌اند.

در قرن اخیر، مواد پلیمری مصنوعی مانند نایلون، پلی اتیلن، تفلون و سیلیکون، اساس صنعت روبه‌رشد پلیمر را تشکیل داده‌اند. در این سال‌ها، پیشرفت‌ها، قابل توجهی نیز در زمینه سنتز پلیمرها صورت گرفته است. تجاری‌ترین پلیمرهای مهم امروزی کاملاً مصنوعی هستند. و با روش‌های آلی مناسب در حجم بالا تولید می‌شوند. امروزه پلیمرهای مصنوعی تقریباً در تمامی صنایع و حوزه‌های زندگی، کاربرد دارند. پلیمرها به‌طور گسترده به عنوان چسب و روان کننده و همچنین قطعات محصلاتی اعم از اسباب بازی کودکان تا هواپیماها، به کار می‌روند. همچنین، در بسیاری از کاربری‌های پزشکی از دستگاه‌های کشت گرفته تا کنترل دارورسانی، مورد استفاده قرار می‌گیرند. پلیمرهایی مانند پلی متیل متاکریلات به عنوان مواد مقاوم نوری در تولید نیمه‌رساناها و دی الکتریک‌های پتانسیل پایین که در ریزپردازنده‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند، کاربرد دارند. اخیراً نیز از پلیمرهایی با انعطاف پذیری بالا به عنوان بستر صفحه نمایش‌های الکترونیکی استفاده می‌شود.

سنتز پلیمر

سنتز پلیمر فرایندی است که طی آن تعداد زیادی مولکول کوچک به نام مونومر، از طریق پیوند کووالانسی در یک زنجیر به هم متصل می‌گردند. در حین فرایند پلیمریزاسیون ممکن است برخی گروه‌های شیمیایی از هر مونومر جدا شوند و حذف گردند. بخش مجزایی از هر مونومر که به پلیمر متصل می‌گردد، به عنوان واحد تکراری یا مونومر باقیمانده شناخته می‌شود.