

دانشگاه سindh
پیم نور

پلاستیک و اثر آن بر آلودگی محیط زیست

دکتر شیدا احمدی

امروز کتابخوانی و علم‌آموزی نه تنها یک وظیفه‌ی ملی، که یک واجب دینی است.^۱

مقام معظم رهبری

در عصر حاضر یکی از شاخصه‌های ارزیابی رشد، توسعه و پیشرفت فرهنگی هر کشوری میزان تولید کتاب، مطالعه و کتابخوانی مردم آن مرز و بوم است. ایران اسلامی نیز از دیرباز تاکنون با داشتن تمدنی چندهزارساله و مراکز متعدد علمی، فرهنگی، کتابخانه‌های معتبر، علما و دانشمندان بزرگ با آثار ارزشمند تاریخی، سرآمد دولت‌ها و ملت‌های دیگر بوده و در عرصه فرهنگ و تمدن جهانی به‌سان خورشیدی تابناک همچنان می‌درخشد و با فرزندان نیک‌نهاد خویش هنرنمایی می‌کند. چه کسی است که در دنیا با دانشمندان فرزانه و نام‌آور ایرانی همچون ابوعلی سینا، ابوریحان بیرونی، فارابی، خوارزمی و ... همچنین شاعران برجسته‌ای نظیر فردوسی، سعدی، مولوی، حافظ و ... آشنا نباشد و در مقابل عظمت آنها سر تعظیم فرود نیاورد. تمامی این افتخارات ارزشمند، برگرفته از میزان عشق و علاقه فراوان ملت ما به فراگیری علم و دانش از طریق خواندن و مطالعه منابع و کتاب‌های گوناگون است. به شکرانه الهی، تاریخ و گذشته ما، همیشه درخشان و پر بار است. ولی اکنون در این زمینه در چه جایگاهی قرار داریم؟ آمار و ارقام ارائه‌شده از سوی مجامع و سازمان‌های فرهنگی در مورد سرانه مطالعه هر ایرانی، برایمان چندان امیدوارکننده نمی‌باشد.

کتاب، دروازه‌ای به سوی گستره دانش و معرفت است و کتاب خوب، یکی از بهترین ابزارهای کمال بشری است. همه دستاوردهای بشر در سراسر عمر جهان، تا آنجا که قابل کتابت بوده است، در میان دست‌نوشته‌هایی است که انسان‌ها پدید آورده و می‌آورند. در این مجموعه بی‌نظیر، تعالیم الهی، درس‌های پیامبران به بشر، و همچنین علوم مختلفی است که سعادت بشر بدون آگاهی از آنها امکان‌پذیر نیست. کسی که با دنیای زیبا و زندگی‌بخش کتاب ارتباط ندارد بی‌شک از مهم‌ترین دستاورد انسانی و نیز از بیشترین معارف الهی و بشری محروم است. با این دیدگاه، به‌روشنی می‌توان ارزش و مفهوم رمزی عمیق در این حقیقت تاریخی را دریافت که اولین خطاب خداوند متعال به پیامبر گرامی اسلام (ص) این است که «بخوان!» و در اولین سوره‌ای که بر آن فرستاده عظیم‌الشأن خداوند، فرود آمده، نام «قلم» به تجلیل یاد

1. <https://farsi.khamenei.ir/message-content?id=2696>

شده است: «إِقْرَأْ وَرَبُّكَ الْأَكْرَمُ. الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ» در اهمیت عنصر کتاب برای تکامل جامعه انسانی، همین بس که تمامی ادیان آسمانی و رجال بزرگ تاریخ بشری، از طریق کتاب جاودانه مانده اند.

دانشگاه پیام نور با گستره جغرافیایی ایران شمول خود با هدف آموزش برای همه، همه جا و همه وقت، به عنوان دانشگاهی کتاب محور در نظام آموزش عالی کشورمان، افتخار دارد جایگاه اندیشه سازی و خردورزی بخش عظیمی از جوانان جویای علم این مرز و بوم باشد. تلاش فراوانی در ایام طولانی فعالیت این دانشگاه انجام پذیرفته تا با بهره گیری از تجربه های گرانقدر استادان و صاحب نظران برجسته کشورمان، کتاب ها و منابع آموزشی درسی شاخص و خودآموز تولید شود. در آینده هم، این مهم با هدف ارتقای سطح علمی، روزآمدی و توجه بیشتر به نیازهای مخاطبان دانشگاه پیام نور با جدیت ادامه خواهد داشت. به طور قطع استفاده از نظرات استادان، صاحب نظران و دانشجویان محترم، ما را در انجام این وظیفه مهم و خطیر یاری رسان خواهد بود. پیشاپیش از تمامی عزیزانی که با نقد، تصحیح و پیشنهادهای خود ما را در انجام این وظیفه خطیر یاری می رسانند، سپاسگزاری می نمایم. لازم است از تمامی اندیشمندانی که تاکنون دانشگاه پیام نور را منزلگاه اندیشه سازی خود دانسته و ما را در تولید کتاب و محتوای آموزشی درسی یاری نموده اند، صمیمانه قدردانی گردد. موفقیت و بهروزی تمامی دانشجویان و دانش پژوهان عزیز آرزوی همیشگی ما است.

دانشگاه پیام نور

فهرست مطالب

نه

پیشگفتار

فصل اول: پلاستیک

مقدمه

۱-۱ تاریخچه

۲-۱ پلیمر

۳-۱ طبقه‌بندی پلیمرها

۱-۳-۱ طبقه‌بندی پلیمرها براساس ساختار زنجیر اصلی

۲-۳-۱ طبقه‌بندی پلیمرها بر اساس منبع

۳-۳-۱ طبقه‌بندی پلیمرها براساس ساختار پلیمری

۴-۳-۱ طبقه‌بندی پلاستیک‌ها براساس اثرپذیری در برابر حرارت

۴-۱ کاربردهای پلاستیک

۱-۴-۱ کاربرد پلاستیک‌ها در صنعت بسته‌بندی

۲-۴-۱ کاربرد پلاستیک‌ها در صنعت کشاورزی

۳-۴-۱ کاربرد پلاستیک‌ها در صنعت حمل‌ونقل

۴-۴-۱ کاربرد پلاستیک‌ها در صنعت پزشکی

۵-۴-۱ کاربرد پلاستیک‌ها در صنایع الکتریکی و الکترونیک

۶-۴-۱ کاربرد پلاستیک‌ها در صنعت خودروسازی

۷-۴-۱ کاربرد پلاستیک‌ها در صنعت ساختمان و عمران

۸-۴-۱ کاربرد پلاستیک‌ها در صنعت نساجی

۹-۴-۱ کاربرد پلاستیک‌ها در صنعت نظامی

۱۰-۴-۱ کاربرد پلاستیک‌ها در صنعت اسباب بازی

۱۱-۴-۱ کاربرد پلاستیک‌ها در صنعت لوازم خانگی

فصل دوم: معرفی انواع پلاستیک و انواع ترکیبات افزودنی به پلاستیک

- ۱۷ ۱-۲ پلاستیک‌های گرمانرم
- ۱۷ ۱-۱-۲ پلی اتیلن
- ۲۰ ۲-۱-۲ پلی پروپیلن
- ۲۰ ۳-۱-۲ پلی استایرن
- ۲۲ ۴-۱-۲ پلی وینیل کلراید
- ۲۳ ۵-۱-۲ تفلون
- ۲۴ ۶-۱-۲ اکریلیک
- ۲۵ ۷-۱-۲ آکریلونیتریل بوتادین استایرن
- ۲۷ ۸-۱-۲ نایلون
- ۳۰ ۹-۱-۲ پلی بنزیمیدازول (Benzimidazole)
- ۳۳ ۱۰-۱-۲ پلی کربنات
- ۳۶ ۱۱-۱-۲ پلی اکسی متیلن
- ۳۷ ۱۲-۱-۲ پلی اتراترکتون
- ۴۰ ۲-۲ پلاستیک‌های گرما سخت
- ۴۰ ۱-۲-۲ پلی اورتان‌ها
- ۴۳ ۲-۲-۲ اپوکسی
- ۴۴ ۳-۲-۲ ملامین
- ۴۵ ۳-۲ الاستومرها
- ۴۵ ۴-۲ رابر
- ۴۶ ۱-۴-۲ رابر طبیعی (NR)
- ۴۷ ۲-۴-۲ رابر ترانس - پلی ایزوپرن (PIR)
- ۴۷ ۳-۴-۲ رابر استایرن بوتادین (SBR)
- ۴۷ ۴-۴-۲ رابر نیتریل (NBR)
- ۴۸ ۵-۴-۲ رابر بوتیل
- ۴۸ ۵-۲ مواد افزودنی
- ۴۹ ۱-۵-۲ رنگینه‌ها
- ۴۹ ۲-۵-۲ پرکننده‌ها و تقویت‌کننده‌ها
- ۵۰ ۳-۵-۲ افزودنی‌های الاستومرها
- ۵۰ ۴-۵-۲ افزودنی پیش‌گیرنده شعله
- ۵۱ ۵-۵-۲ افزودنی روان‌کننده
- ۵۱ ۶-۵-۲ افزودنی‌های ضدپوسیدگی یا پایدارکننده‌ها
- ۵۲ ۷-۵-۲ افزودنی‌های تجزیه‌پذیرکننده

فصل سوم: زیست پلاستیک‌ها

- ۵۳ مقدمه
- ۵۳ ۱-۳ بیوپلاستیک‌ها یا زیست پلاستیک‌ها

۵۴	۲-۳ انواع بیوپلاستیک‌ها
۵۵	۱-۲-۳ پلاستیک‌های تجزیه‌ناپذیر
۵۵	۲-۲-۳ پلاستیک‌های تجزیه‌پذیر
۵۷	۳-۳ کاربرد پلیمرهای زیست تخریب‌پذیر
۵۷	۱-۳-۳ پزشکی
۵۹	۲-۳-۳ صنعت بسته‌بندی
۵۹	۴-۳ انواع پلاستیک‌های زیستی
۵۹	۱-۴-۳ پلاستیک‌های نشاسته‌ای
۶۰	۲-۴-۳ پلاستیک‌های سلولزی
۶۰	۳-۴-۳ پلاستیک‌های پروتئینی
۶۰	۴-۴-۳ برخی پلی‌استرهای آلیفاتیک
۶۳	۵-۴-۳ پلی‌اتیلن تجدیدپذیر
۶۳	۶-۴-۳ بیوپلاستیک‌های اصلاح‌شده
۶۳	۷-۴-۳ پلی‌هیدروکسی‌اورتان

فصل چهارم: اثرات پلاستیک بر محیط‌زیست و سلامت انسان

۶۵	مقدمه
۶۵	۱-۴ اثرات نامطلوب استفاده از پلاستیک‌ها
۶۶	۱-۱-۴ اتلاف منابع
۶۶	۲-۱-۴ تهدید سلامت انسان
۷۱	۳-۱-۴ اثرات محیط‌زیستی پلاستیک

فصل پنجم: مدیریت پسماند

۸۱	مقدمه
۸۲	۱-۵ مدیریت پسماند یا مدیریت زباله
۸۳	۱-۱-۵ مزایای مدیریت پسماند
۸۴	۲-۵ روش بازیافت در مدیریت پسماند
۸۵	۱-۲-۵ روش کمپوست‌سازی در مدیریت پسماند
۸۵	۲-۲-۵ اجتناب از ضایعات
۸۵	۳-۵ حل مشکل زباله‌های پلاستیکی
۸۵	۴-۵ شناسایی پلاستیک‌ها
۸۶	۵-۵ کد بازیافت
۸۷	۱-۵-۵ پلاستیک کد ۱
۸۷	۲-۵-۵ پلاستیک کد ۲
۸۸	۳-۵-۵ پلاستیک کد ۳
۸۸	۴-۵-۵ پلاستیک کد ۴
۸۹	۵-۵-۵ پلاستیک کد ۵

۸۹	۶-۵-۵ پلاستیک کد ۶
۹۰	۷-۵-۵ پلاستیک کد ۷
۹۰	۶-۵ عملیات کارخانه بازیافت پلاستیک
۹۱	۱-۶-۵ مراحل کلی بازیافت پلاستیک
۹۱	۲-۶-۵ روند بازیافت پلاستیک
۹۵	فصل ششم: استفاده از هوش مصنوعی برای حذف آلودگی پلاستیکی
۹۵	مقدمه
۹۹	منابع

پیشگفتار

در سال ۱۹۰۷ همراه با اختراع باکلیت انقلابی نو در تولید رزین‌های پلاستیکی و ساخت محصولات پلاستیکی به وجود آمد. اما تنها چندسال بعد کافی بود تا پلاستیک‌ها در اواخر قرن ۲۰ ام به عنوان مقاوم‌ترین آلودگی در سراسر دنیا شناخته شوند و معایب آن برای همگان آشنا گردد. آلودگی‌های این ماده زمانی بیشتر آشکار گردید که پلاستیک‌ها به اشتباه توسط موجودات زنده به عنوان غذا مصرف گردیدند و علاوه بر آن سطوح انباشته‌ای از این مواد بر روی اقیانوس‌ها، جنگل‌ها و حتی کوه‌ها پدید آمد. پلاستیک‌ها موادی پلیمری هستند که از مولکول‌های بزرگ، زنجیره‌های طویل و با پیوندهای به ظاهر بی‌پایان تشکیل شده‌اند. این مواد به دو صورت طبیعی و مصنوعی یافت می‌گردند. دسته طبیعی این ترکیبات مانند ابریشم در طبیعت پایدار نمی‌باشد و نمی‌توانند آلودگی جدی‌ای برای طبیعت پدید آورند. استفاده از پلاستیک و محصولات سنتز شده از آن در جوامع، موجب ایجاد مشکلات فراوانی برای حیات وحش و محیط زیست گشته است. همین امر توجه‌های فراوانی را در سال‌های اخیر برای کاهش آلودگی‌های پلاستیکی به خود جلب نموده است در این کتاب با آلودگی‌های پلاستیکی و راه‌هایی برای کاهش آن بیشتر آشنا خواهیم شد.

فصل اول

پلاستیک

مقدمه

امروزه پلاستیک به یک بخش جدایی ناپذیر زندگی ما در عصر مدرن تبدیل شده است. معرفی و استفاده گسترده از پلاستیک در کاربردهای روزانه از نوآوری‌های مهم قرن گذشته است. پلاستیک به دلایلی در صنایع مختلف انقلاب ایجاد کرده است، اما قابل ذکر است که این ماده مفید و پرکاربرد، عوارض زیادی هم در زندگی انسان باقی گذاشته است که آلودگی محیط زیست با زباله‌های پلاستیکی تجزیه ناپذیر در طبیعت از این جمله می‌باشد. اما پلاستیک دقیقاً چیست و از کجا آمده است؟

۱-۱ تاریخچه

انسان‌های اولیه با استفاده از پلیمرهای طبیعی ابزار زندگی و سلاح می‌ساختند. اما در اواخر قرن نوزدهم بود که انسان توانست با تغییر شکل دادن پلیمرها موفق به ساخت پلاستیک‌ها شود. گسترش استفاده از پلاستیک را می‌توان از جنگ جهانی دوم دانست در سال ۱۹۳۵ نایلون توسط والاسکراتز تحت عنوان ابریشم مصنوعی اختراع شد. که در جنگ برای تولید چتر نجات، طناب و غیره مورد استفاده قرار گرفت. امروزه در جهان تنها ۴ درصد از تولیدات نفت صرف تولید پلاستیک می‌شود و مابقی صرف تولید انرژی می‌شود. اولین پلاستیک ساخته شده از اجزای سنتزی با کلیت بود که در سال ۱۹۰۸ توسط شیمیدان بلژیکی لئوباکلند تهیه شد. او برای تهیه این ترکیب از واکنش تراکمی فنل با

فرمالدئید استفاده کرد. این ماده جهت ساختن دستگاه تلفن و عایق‌های الکتریکی و دسته وسایل پخت‌وپز استفاده می‌شود. با اینکه پلاستیک‌ها به‌صورت مواد با اهمیت و پرکاربرد در آمدند، اما شیمی آن‌ها تا سال ۱۹۲۰ کاملاً درک نشده بود.

جدول ۱-۱. سال تولید تجاری برخی از پلاستیک‌ها

نام پلاستیک	سال تولید تجاری	نام پلاستیک	سال تولید تجاری
سلولوئید	۱۸۷۰	PBT	۱۹۶۹
ملامین	۱۹۳۹	اوره‌ها	۱۹۲۸
پلی‌ایمیر	۱۹۶۴	تفلون	۱۹۴۳
باکلیت	۱۹۰۸	پلی‌موتیلن	۱۹۷۳
پلی‌اتیلن	۱۹۲۴	آکریل‌ها	۱۹۳۱
پلی‌سولفون	۱۹۶۵	پلی‌اوره‌تان	۱۹۵۳

۲-۱ پلیمر

پلیمر یک مولکول بزرگ یا یک ماکرومولکول می‌باشد. پلیمرها را می‌توان به‌وفور در اطراف محیط زندگی یافت از رشته‌های DNA بدن موجودات زنده که یک بیوپلیمر طبیعی است گرفته تا پلی‌پروپیلن که در سراسر جهان به‌عنوان پلاستیک استفاده می‌شود همگی پلیمر هستند. پلیمرها به‌طور طبیعی در گیاهان و حیوانات یافت می‌شوند و یا ساخته دست بشر هستند.

پلیمرهای مختلف دارای خصوصیات فیزیکی و شیمیایی منحصر به فرد هستند. که به‌همین دلیل در زندگی روزمره کاربرد دارند. انواع پلیمرها در اثر فرایند پلیمریزاسیون ایجاد می‌شود که در آن منومرها باهم واکنش داده و زنجیره پلیمری را تشکیل می‌دهد. نوع مکانیسم پلیمریزاسیون مورد استفاده برای سنتز و تهیه پلیمرها به نوع گروه‌های عاملی متصل به منومرها بستگی دارد. خواص و مزایای پلیمرها عبارت‌اند از:

۱. سبک می‌باشند لذا در حمل‌ونقل کاربرد دارند.
۲. عایق حرارتی و الکتریکی خوبی هستند.
۳. در برابر حلال‌های شیمیایی مقاوم هستند.
۴. برخی از آن‌ها شفاف هستند (آکریلیک‌ها) لذا جانشین مناسبی برای شیشه است.
۵. بهداشتی می‌باشند (قارچ‌ها و کپک‌ها نمی‌توانند به آن اثر کنند) کاربرد وسیع در تجهیزات پزشکی دارند.

۶. قابلیت تولید در حجم انبوه را دارند و می‌توان خود رنگ باشند.

۷. مقاوم در برابر شرایط جوی هستند.

۸. ارزان هستند.

۹. قابلیت شکل‌پذیری فوق‌العاده دارند.

کشف تکنیک‌های جدید این امکان را فراهم کرده تا بتوان آرایه جدیدی از پلاستیک با ویژگی‌های فلزی یا حتی ابررسانایی تولید کرد. پلاستیک‌ها معمولاً رساناهای بسیار ضعیف الکتریسیته می‌باشند. به‌همین منظور از آن‌ها برای عایق‌کردن کابل‌های برق استفاده می‌شود، اما محققان استرالیایی با قراردادن لایه نازکی از فلز بر روی یک صفحه پلاستیکی و مخلوط‌کردن آن بر روی سطح پلاستیک به کمک پرتو یونی نشان دادند که با استفاده از این شیوه می‌توان برای ساختن صفحه پلاستیکی ارزان قیمت، مقاوم و انعطاف‌پذیر و رسانا استفاده کرد.

۱-۳ طبقه‌بندی پلیمرها

پلیمرها به دلیل ساختارهای پیچیده، رفتارهای متفاوت و کاربردهای گسترده، نمی‌توانند در یک گروه طبقه‌بندی شوند. بنابراین می‌توان آن‌ها را به چندین صورت طبقه‌بندی کرد.

۱-۳-۱ طبقه‌بندی پلیمرها براساس ساختار زنجیر اصلی

پلیمرهای آلی: این پلیمرها به‌طور خاص از اتم‌های کربن ساخته شده‌اند که در زنجیره‌های طولانی یکی به دیگری متصل شده است به دلیل ماهیت کربنی ساختار این ترکیبات یک یا چنداتم دیگر نیز می‌توانند به هریک از اتم‌های کربنی در بدنه اصلی متصل شوند. پلیمرهای معدنی: زنجیر اصلی توسط عناصر دیگری به غیر از کربن تشکیل شده است. پلیمرهای معدنی زمینه بسیار ویژه‌ای را در علوم پلیمر به خود اختصاص می‌دهند و به‌عنوان موادی ویژه با خواص بی‌نظیر و کاربردهای نوظهور توجه زیادی را به خود جلب کرده‌اند. این ترکیبات، با زمینه‌های تحقیقاتی روبه رشد کاربردهای بسیار متنوعی یافته‌اند.

۱-۳-۲ طبقه‌بندی پلیمرها بر اساس منبع

در این نوع طبقه‌بندی سه دسته پلیمر وجود دارد:

الف) پلیمرهای طبیعی: پلیمرهای طبیعی به وفور وجود داشته و از گیاهان و یا حیوانات قابل استخراج هستند. این ترکیبات برای حیات ما بسیار مهم هستند. و زندگی روزانه ما براساس آن‌ها شکل می‌گیرد. بدن ما نیز از پلیمرهای طبیعی زیادی مانند نوکلئیک اسیدها، پروتئین‌ها و غیره تشکیل شده است. از این دسته پلیمرها می‌توان به ابریشم، سلولز، نشاسته و پکتین نیز اشاره کرد.

ب) پلیمرهای نیمه‌مصنوعی: این نوع پلیمرها با ایجاد تغییراتی در پلیمرهای طبیعی به صورت مصنوعی در آزمایشگاه ساخته می‌شوند و معمولاً با یک واکنش شیمیایی در محیطی کنترل شده انجام گرفته و اهمیت تجاری بالایی دارند. به عنوان مثال می‌توان لاستیک ولکانش شده را نام برد که در آن از گوگرد به منظور ایجاد شبکه در زنجیره پلیمری لاستیک‌های طبیعی استفاده می‌شود. سلولز استات یا ریون و سایر موارد هم می‌توانند در دسته این پلیمرها قرار گیرند.

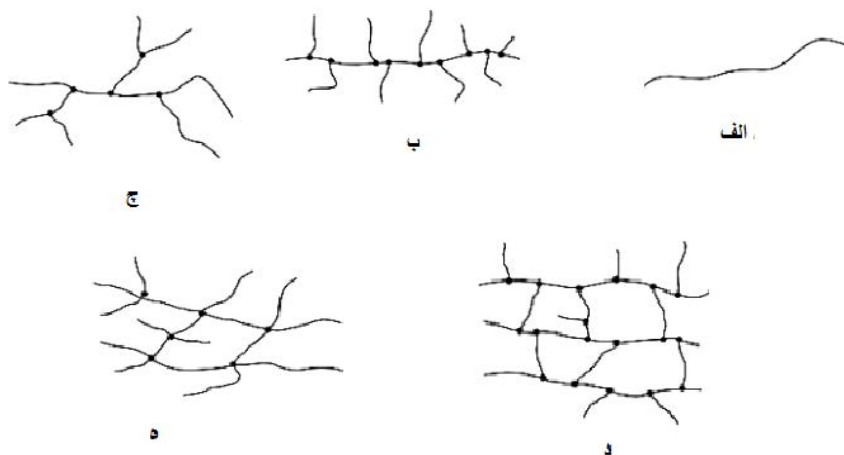
ج) پلیمرهای مصنوعی: این نوع پلیمرها به صورت تجاری برای رفع تعدادی از نیازهای متفاوت در صنعت تولید می‌شوند. یکی از موادی که در همین دسته قرار می‌گیرد. و روزانه از آن استفاده می‌شود پلی اتیلن نام دارد. که در واقع یکی از پلاستیک‌هایی است که به بیشترین میزان در ساخت بسته‌بندی به کار برده می‌شود. الیاف نایلونی هم یکی از پلیمرهای مصنوعی هستند که به مقدار زیاد در لباس‌ها، تورهای ماهیگیری و سایر موارد دیده می‌شوند.

۱-۳-۳ طبقه‌بندی پلیمرها براساس ساختار پلیمری

دسته‌بندی مواد پلیمری براساس ساختار آن‌ها می‌تواند شامل سه زیر مجموعه متفاوت باشد. الف) پلیمرهای خطی: اولین زیرمجموعه را پلیمرهای خطی تشکیل می‌دهند. ساختار این مواد همانند زنجیره‌های صاف و طبیعی است که با استفاده از پیوندهای بسیار مشابهی به یکدیگر متصل شده‌اند. مونومرهای تشکیل دهنده این مواد به گونه‌ای به یکدیگر متصل شده‌اند تا بتوانند یک زنجیره‌ای طولانی و بلند را تشکیل دهند. پلیمرهای خطی از نقطه ذوب و چگالی بالایی برخوردار می‌باشند و یکی از نمونه‌های آن‌ها را پلی وینیل کلراید تشکیل می‌دهد که به مقدار بسیار زیادی برای تولید سیم‌های برقی و لوله به کار برده می‌شود.

ب) پلیمرهای شاخه‌دار: دومین زیرمجموعه پلیمرهای شاخه‌دار هستند. همان‌طور که از نام آن‌ها نیز مشخص است، این پلیمرها دارای شاخه‌هایی هستند که از مناطق مختلف در زنجیره خطی آن‌ها انشعاب پیدا می‌کند. اتصال مونومرها به‌گونه‌ای است که یک زنجیره بلند مستقیم را تشکیل می‌دهد ولی در کنار آن تعدادی زنجیره‌های شاخه‌دار با طول‌های متمایز نیز وجود دارد. وجود این شاخه‌ها باعث می‌شود تا پلیمر ساختار منسجمی نداشته باشد. نقطه ذوب و همچنین چگالی این مواد پایین است و پلی‌اتیلن‌های کم‌چگالی که در تولید کیسه‌های پلاستیکی و ظروف متفاوت به‌کار برده می‌شوند را می‌توان به‌عنوان یکی از اعضای این گروه نام برد.

ج) پلیمرهای دارای پیوندهای عرضی و یا شبکه‌ای: سومین زیرمجموعه از این گروه را پلیمرهای دارای پیوندهای عرضی و یا شبکه‌ای تشکیل می‌دهد. در این ساختار مونومرها به‌گونه‌ای به یکدیگر متصل شدند تا یک شبکه سه‌بعدی را ایجاد کنند. و آن‌ها دارای پیوندهای کوالانسی بسیار قوی هستند. این مواد سخت می‌باشند مانند با کلیت که در تولید عایق‌های برقی به‌کار برده می‌شود.



شکل ۱-۱. ساختار پلیمرها

(الف) ساختار پلیمر خطی، ب و ج) ساختار پلیمر شاخه‌دار، د و ه) ساختار پلیمر شبکه‌ای

۱-۳-۴ طبقه بندی پلاستیک ها براساس اثرپذیری در برابر حرارت

از سوی دیگر پلاستیک ها از نظر اثرپذیری در برابر حرارت به دو گروه اصلی گرمانرم ها و گرماسخت ها دسته بندی می شوند.

پلاستیک های گرماسخت یا ترموست پلاستیک ها: نوعی پلاستیک است که در نتیجه گرما دیدن ترکیب شیمیایی و شکل ظاهری آن تغییر می کند. گرماسخت به پلیمرهایی گفته می شود که در اثر اعمال حرارت در آن ها پیوندهای عرضی با واکنش های شیمیایی ایجاد می شود و در نتیجه وزن مولکولی متوسط آن ها بالا رفته و به حالت یکپارچه سخت می شوند.

معمولاً این نوع پلاستیک ها تحت تأثیر حرارت شروع به واکنش غیرقابل برگشت کرده و سخت می گردند. از این نوع پلاستیک ها می توان رزین پلی استر، وینیل استر، اپوکسی و ... را نام برد.

مزایای پلیمرهای گرماسخت:

۱. پلیمرهای گرماسخت نسبت به پلیمرهای گرمانرم تحمل بار در درجه حرارت و فشار بالاتر را دارند.

۲. پلیمرهای گرماسخت دارای وزن مولکولی کم و به صورت مایع یا گرانروی پایین هستند.

۳. پلیمرهای گرماسخت پایداری حرارتی مناسبی دارند.

۴. پلیمرهای گرماسخت دارای مقاومت شیمیایی مناسب هستند.

از جمله معایب پلیمرهای گرماسخت می توان به مقاومت کم در برابر ضربه اشاره کرد. این مواد توسط کاتالیزورها یا گرم شدن تحت فشار به یک شکل دائمی تبدیل می شوند.

پلاستیک های گرمانرم یا ترموپلاستیک: نوعی پلاستیک است که هنگام گرما دیدن نرم می شود و پس از سرد شدن سفت می شود و می توان این فرایند را بارها تکرار کرد. بدون آنکه تغییر چشمگیری در خواص آن ایجاد شود.

به عبارتی دیگر، پلیمرهای گرمانرم یک ماده پلیمری است که در یک دمای خاص و مشخص، شکل پذیر و منعطف می شود و پس از سرد شدن، جامد می شود.