بسم الله الرحمن الرحیم

دانشگاه صنعتی خواجه نصیر الدین طوسی
دانشکده مهندسی و علم مواد

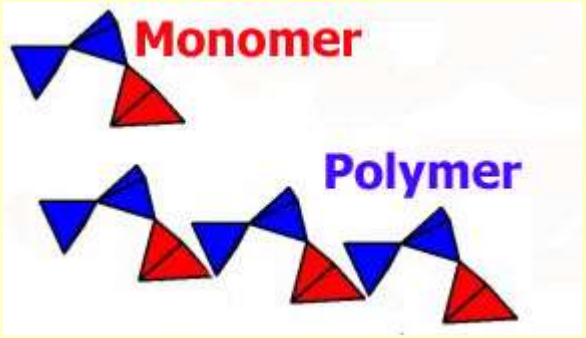
پلیمرها

جلسه سوم
(طبقه بندی پلیمرها)

دکتر رضا اسلامی فارسانی

منومرها

✓هر مولکول کوچک برای این که نقش منومر را ایفا کند، باید حداقل دارای ۲ محل اتصال باشد تا از این طریق بتواند با منومرها اتصال یافته و تشکیل زنجیرهای پلیمری بدهد. این محل های اتصال را عاملیت (Functionality) گویند.



✓برخی منومرها، دو عاملی و برخی دیگر چند عاملی هستند، یعنی دارای ۳ یا چند محل اتصال می باشند.

✓منومرها با دو عامل، انواع پلیمرهای زنجیره ای خطی را تشکیل می دهند، اما منومرهایی با بیش از دو عامل می توانند حالت شاخه ای داشته و یا به صورت شبکه ۳ بعدی باشند که در این حالت شاخه های جانبی با یکدیگر اتصال عرضی برقرار می کنند.

انواع زنجیرهای پلیمری (حالات مختلف ساختمان پلیمرها)

- پلیمر خطی (Linear): واحدهای تکرار شونده در یک زنجیر پلیمری، تنها پشت سر هم قرار می گیرند.

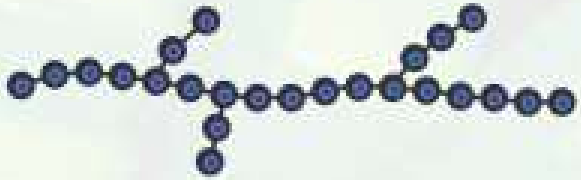
- پلیمر شاخه ای (Branched): در زنجیر پلیمری انشعاباتی وجود دارد.

- پلیمر شبکه ای (Network): بین زنجیرهای پلیمری اتصالات عرضی (Cross-linked) بوجود می آید.

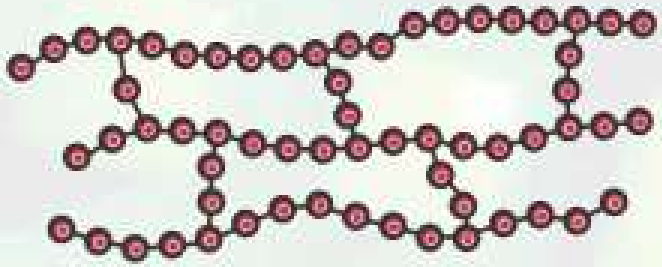
- در شرایط خاص برخی زنجیرهای پلیمری با بدنه خود واکنش نموده و پلیمرهای حلقوی تولید می کنند.

انواع مختلف ساختارهای پلیمری

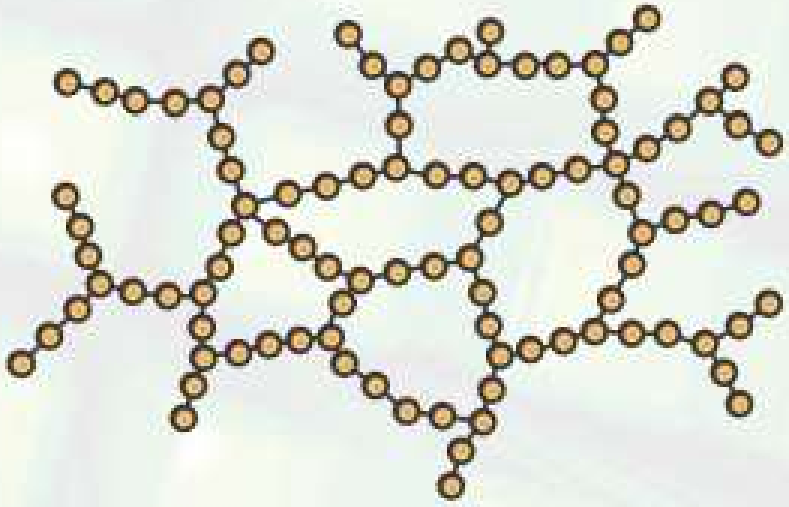
(a) Linear



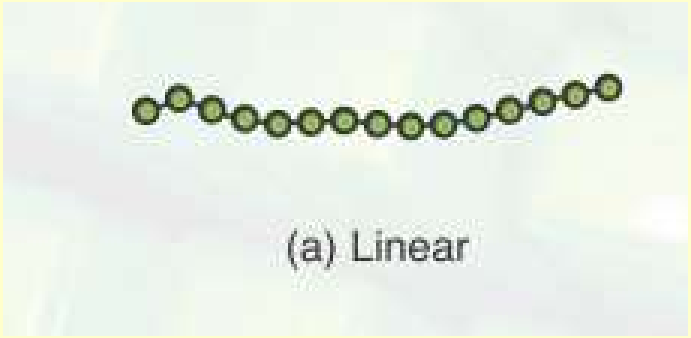
(b) Branched



(c) Cross-linked



(d) Network

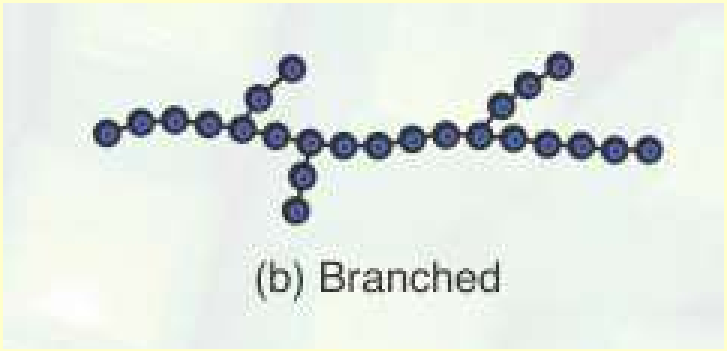


acrylics

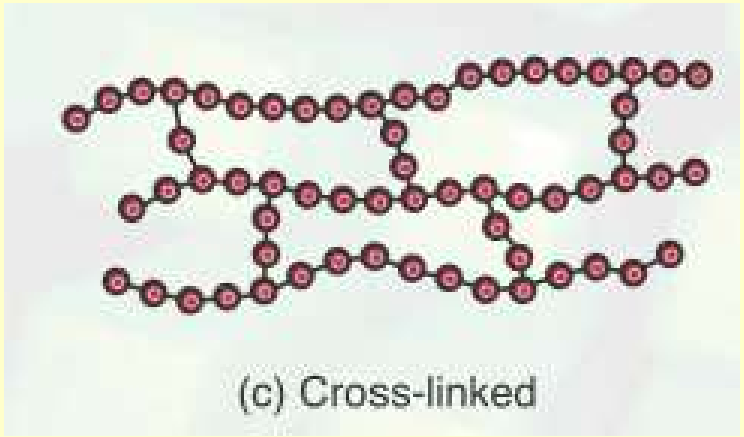
Nylons

polyethylene,

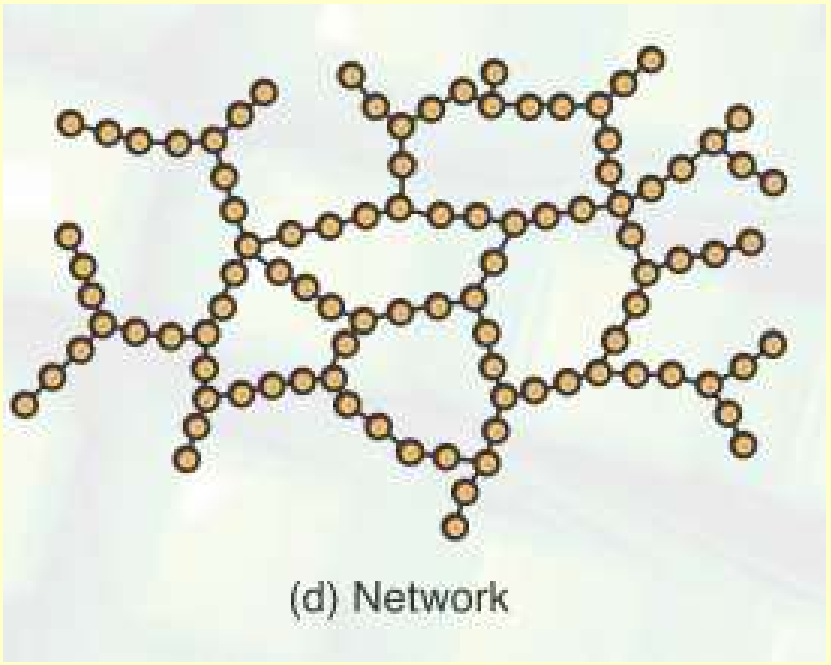
polyvinyl chloride



polyethylene



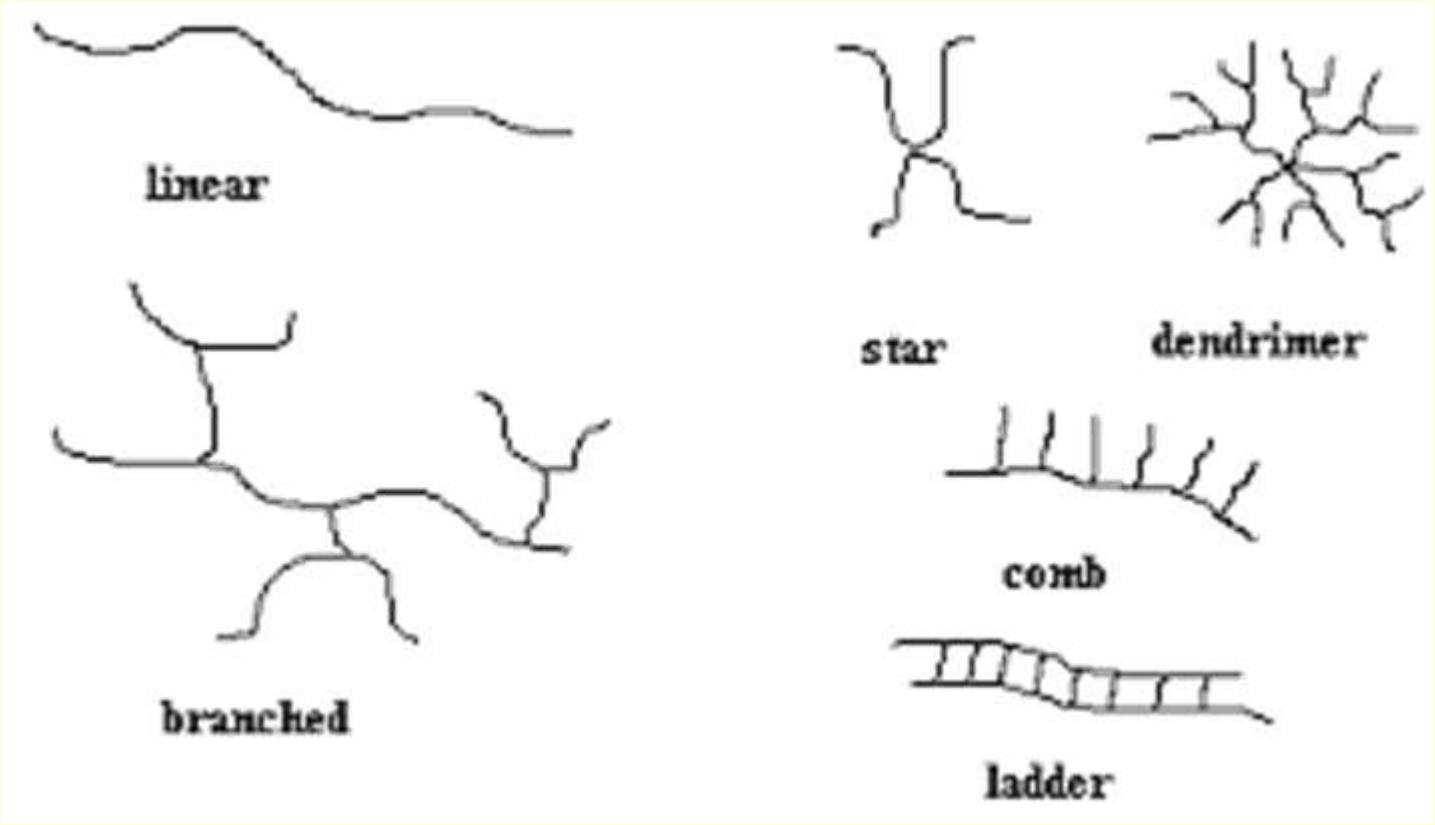
rubbers
elastomers



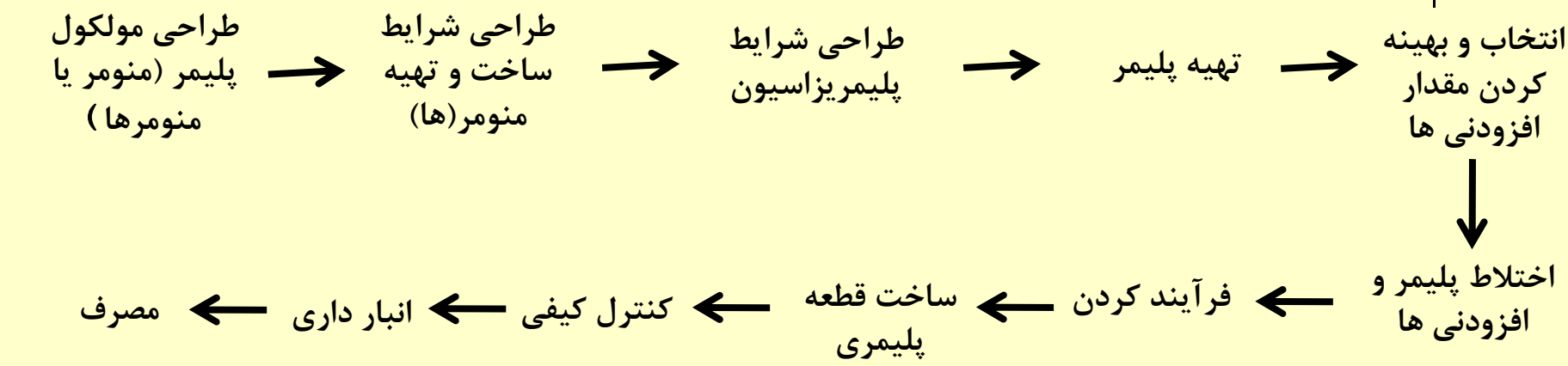
thermosetting plastics:
epoxies
phenolics

نمونه هایی از انواع مختلف ساختارهای پلیمری

حالات مختلف ساختمان پلیمرها



مراحل طراحی تا مصرف پلیمر



در هر واحد پلیمری اگر مراحل ۱۰ گانه اول انجام نشود، مراحل ۵ تا ۱۰ حتماً صورت می پذیرد. ساده ترین مثال برای نشان دادن مراحل ۱۰ گانه در یک کارگاه پلیمری، نانوایی است. مراحل ۱ تا ۴ با اراده خداوند انجام شده و پلیمر (نشاسته) از قبل وجود دارد. این ماده با ترکیب شیمیایی $(C_6H_{10}O_5)n$، حدود ۷۰٪ وزن آرد گندم را تشکیل می دهد. نشاسته همراه با آب، نمک، جوش شیرین و خمیرمایه در همزن مخلوط شده و پس از مدتی که متناسب با زمان عملکرد خمیرمایه است، فرآیند انجام شده و آماده ساخت (پخت نان) می شود و ...

طبقه بندی پلیمرها از جنبه های مختلف

۱- از دیدگاه کاربردی و براساس عکس العمل در برابر تنش

۲- از دیدگاه صنایع پلیمری

۳- از دیدگاه کاربرد و ساختمان

۴- از دیدگاه منشاء تولید

۵- از دیدگاه واکنش در برابر حرارت

طبقه بندی پلیمرها از جنبه های مختلف

از دیدگاه کاربردی و براساس عکس العمل در برابر تنش

۱- پلاستیک ها

۲- الاستومرها

۳- الیاف

۴- رزین ها (پوشش ها و چسب ها)

۵- فوم ها

۶- کامپوزیت ها

۷- آلیاژها

طبقه بندی پلیمرها از جنبه های مختلف

از دیدگاه صنایع پلیمری

- ۱- پلاستیک ها
  - گرما نرم (پلی اتیلن، پلی پروپیلن، نایلون، تفلون، پی وی سی و ...)
  - گرما سخت (پلی استر غیراشباع، اپوکسی، فنل فرمالدئید و ...)
- ۲- لاستیک ها
  - طبیعی (*NR*)
  - استایرن بوتادین (*SBR*)
  - ایزوپرن
  - بوتادین
  - لاستیک های سیلیکونی
  - لاستیک های بوتیل
  - ...
- ۳- پوشش ها (انواع رنگ های ساختمانی و صنعتی و ...)
- ۴- چسب ها (اپوکسی، پلی اورتان، پی وی سی، آکریلات، فنل فرم آلدئید و ...)

طبقه بندی پلیمرها از جنبه های مختلف

از دیدگاه کاربرد و ساختمان

- ۱- پلاستیک ها
  - طبیعی
  - سنتزی
- ۲- الاستومرها
  - طبیعی
  - سنتزی

طبقه بندی پلیمرها از جنبه های مختلف

از دیدگاه واکنش در برابر حرارت

۱- گرمانرم

۲- گرماسخت

از دیدگاه منشاء تولید

۱- با منشاء طبیعی

۲- مصنوعی

۳- نیمه مصنوعی

پلاستیک های ترموپلاستیک (Thermoplastic)

پلاستیک های ترموپلاست یا ترموپلاستیک یا گرمانرم به پلیمرهایی گفته می‌شود که با افزایش دما، بدون تغییر شیمیایی، نرم شده و ذوب می‌شوند. این پلیمرها را می‌توان به دفعات ذوب و دوباره جامد نمود. این ویژگی، گرمانرم‌ها را قابل بازیافت می‌سازد. چنین پلیمرهایی در حالت مذاب مانند مایعات جاری می‌شوند و از این لحاظ با پلیمرهای دارای اتصالات عرضی متمایزند.

پلاستیک های ترموپلاستیک (Thermoplastic)

گرمانرم‌ها در دمای کمتر از دمای تبدیل شیشه ای (Tg)، جامد ترد و بالاتر از آن، انعطاف پذیر هستند. اغلب گرمانرم‌ها در دمای کمتر از نقطه ذوب خود حاوی مناطق بلورینی هستند که بین نواحی آمورف قرار دارند. نواحی آمورف، ویژگی کشسانی و نواحی بلورین، استحکام و صلبیت را به ماده می‌بخشند. در دمای بیش از نقطه ذوب، نواحی بلورین از بین رفته و گرانروی به شدت کاهش می‌یابد.

طبقه بندی پلیمرها از دیدگاه واکنش در برابر حرارت

نمونه پلاستیک های گرمانرم

- اکریلونیتریل - بوتادین – استایرن (ABS): بسته بندی مواد غذایی و داشبورد
- پلی کربنات (PC): لنزها
- پلی اتر اتر کتون (PEEK): پوشش ها
- پلی اتیلن (PE): بطری و لوله
- پلی وینیل کلرید (PVC): لوله و عایق الکتریکی
- نایلون: سیم تایر و وسایل خانگی
- آرامیدها: الیاف کولار و نومکس
- پلی استایرن (PS): اسباب بازی
- پلی پروپیلن (PP): طناب و جعبه

پلاستیک های ترموست (Thermoset)

پلاستیک های ترموست (گرماسخت یا سخت شو)، پلاستیک هایی هستند که در ساختمان مولکولی به شکل زنجیر هستند و قبل از شکل دادن یا قالب‌گیری شباهت زیادی با ترموپلاستیک ها دارند، ولی پس از فرآیند پخت (Cure) و عمل آمدن و سخت شدن، مولکول ها در جهت عرضی نیز با یکدیگر ارتباط پیدا کرده و با اتصالات عرضی کووالانسی به شکل درهم پیچیده‌ای در می‌آیند، به قسمی که زنجیر مولکول ها آزادی عمل برای حرکت ندارند.

پلاستیک های ترموست (Thermoset)

در پلاستیک های گرماسخت، اتصالات عرضی و ساختار شبکه ای حاصل سبب سفت شدن و استحکام بالای این مواد در کنار تردی آنها می شود. از طرفی، حرارت دادن مجدد، آنها را به صورت خمیری در نمی‌آورد. به عبارت دیگر، این مواد با حرارت دادن مجدد، نرم و ذوب نمی شوند، بلکه با سوختن یا ذغال شدن، تجزیه می شوند، لذا قابل استفاده مجدد و بازیافت نیستند.

طبقه بندی پلیمرها از دیدگاه واکنش در برابر حرارت

نمونه پلاستیک های گرماسخت

- فرم آلدئید ملامین: ظروف
- فنل فرم آلدئید (فنولیک و باکالیت): کلید و پریز
- اپوکسی ها: زمینه مواد کامپوزیتی
- پلی‌استرهای غیراشباع: زمینه مواد کامپوزیتی

الاستومر (Elastomer)

الاستومر، پلیمری است که قابلیت ارتجاعی زیادی دارد. نام الاستومر از دو قسمت «الاستو» (برگرفته از «الاستیک» به معنای ارتجاعی) و «مر» (برگرفته از «پلیمر») تشکیل شده است. این مواد با قابلیت رفتار لاستیکی زیاد از پلاستیک ها متمایز می شوند. این مواد می توانند به میزان زیادی تغییر فرم دهند (۲۰۰-۱۰۰ درصد کرنش یا حتی بیشتر) که اکثر آن پس از حذف تنش بازیابی می شود.

الاستومر (Elastomer)

الاستومرها به دو دسته تقسیم می‌شوند. الاستومرهای ترموست که در نتیجه حرارت سخت شده و دیگر به حالت اولیه بر نمی‌گردند و الاستومرهای ترموپلاستیک که با حرارت، حالت ارتجاعی پیدا می‌کنند.

الاستومرها در ساخت محصولات زیادی مانند لاستیک اتومبیل، سیل‌های آب بندی، برف پاک‌کن و شلنگ‌ها بکار می‌روند. همچنین به عنوان مواد پوشش مخازن، تانک ها و لوله‌ها استفاده شده و از نظر شیمیایی در مقابل اسیدهای معدنی رقیق، قلیاها و نمک ها مقاوم هستند.

طبقه بندی پلیمرها از دیدگاه واکنش در برابر حرارت

نمونه الاستومرها

- لاستیک طبیعی (عصاره درختان نواحی گرمسیری بخصوص درخت هیوای برزیلی): تایر خودرو
- لاستیک استیرن- بوتادین: تایر خودرو
- الاستومرهای پلی اورتان: عایق های الکتریکی و تخت کفش
- لاستیک نیتریل: واشر

پلیمرهای طبیعی (Natural Polymers)

در تولید آنها بشر نقشی ندارد و از طبیعت بدست می آیند. این پلیمرها توسط موجودات زنده (منابع گیاهی و جانوری) تولید شده (نظیر لاستیک، تولید شده توسط گیاهان و پروتئین، ساخته شده توسط انسان و حیوانات) یا از طریق معدنی تولید می شوند (نظیر آزبست). پلیمرهای طبیعی برای زندگی بشر ضروری هستند. پلی ساکاریدها یا چندقندی ها حاوی کربن، اکسیژن و هیدروژن (نظیر نشاسته و سلولز و صمغ) و پروتئین، نمونه هایی از این پلیمرهای طبیعی هستند.

نمونه پلیمرهای طبیعی

– نشاسته (Starch): نشاسته با ترکیب شیمیایی $C_6H_{10}O_5$، پلیمر حاصل از گلوکز است و به عنوان اندوخته غذایی در گیاهان است. این ماده، منبع انرژی در رژیم غذایی است و در همه دنیا، یکی از غذاهای اصلی مردم حاوی نشاسته است (نظیر برنج، گندم، ذرت و سیب زمینی). نشاسته در اکثر میوه ها، دانه ها و غلات یافت می شود و برای تولید کاغذ، چسب، انواع غذا و شیرینی و آهار لباس استفاده می شود.

طبقه بندی پلیمرها از دیدگاه منشاء تولید

نمونه پلیمرهای طبیعی

- سلولز (Cellulose): ماده سازنده اصلی دیواره سلول های گیاهی با فرمول کلی $(C_6H_{10}O_5)_n$ است که ***n*** آن چندین هزار است. این ماده در صنایع کاغذسازی، چوب و نساجی (الیاف سلولز) استفاده می شود.

- صمغ: شیره گیاهان یا درختان بوده و برای مصارف دارویی و تولید سلولز بکار می رود.

طبقه بندی پلیمرها از دیدگاه منشاء تولید

نمونه پلیمرهای طبیعی

- پروتئین (Proteins): پلیمر حاصل از آمینو اسیدهاست که بطور معمول زنجیره ای بین ۲۰ تا ۱۰۰۰ اسید آمینه را شامل می شود که در سازمان پیچیده ای با هم ترکیب شده اند این ترکیب در واقع سنگ بنای بدن حیوانات است و بخش عمده غذای ما را تشکیل می دهد. پروتئین در حقیقت ماکرومولکول است و براساس تعریف عمومی، پلیمر محسوب نمی شود.

طبقه بندی پلیمرها از دیدگاه منشاء تولید

پلیمرهای مصنوعی (Synthetic Polymers)

پلیمرهای مصنوعی در آزمایشگاه و بطور مصنوعی تولید می شوند و به آنها پلیمرهای ساخت دست بشر نیز گفته می شود (نظیر پلی اتیلن، پی وی سی، نایلون و تفلون). در حال حاضر این پلیمرها از طریق شرکت های پتروشیمی تولید می شوند.

طبقه بندی پلیمرها از دیدگاه منشاء تولید

پلیمرهای نیمه مصنوعی (Semi-Synthetic Polymers)

پلیمرهای نیمه مصنوعی را اغلب از منابع طبیعی بدست می آورند، ولی اصلاحات شیمیایی روی آنها انجام می دهند. نظیر سلولز که یک پلیمر طبیعی است ولی وقتی آن را با انیدرید استیک در حضور اسید سولفوریک ترکیب می کنند باعث بوجود آمدن پلیمر دی استات سلولز می شود که از آن برای تولید نخ و غیره استفاده می شود.