



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده شیمی

تهیه و شناسایی پلی آمیدهای جدید فعال نوری و مقاوم به حرارت حاوی
آمینواسید *L*-لوسین در زنجیره‌ی جانبی به عنوان یک گروه زیست تخریب پذیر

پایان نامه کارشناسی ارشد شیمی آلی - پلیمر

امین زاده نظری

استاد راهنما

پروفسور شادپور ملک پور



دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشکده شیمی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته شیمی آلی - پلیمر امین زاده نظری
تحت عنوان

**تهیه و شناسایی پلی آمیدهای جدید فعال نوری و مقاوم به حرارت حاوی
آمینواسید L-لوسین در زنجیره‌ی جانبی به عنوان یک گروه زیست
تخریب پذیر**

در تاریخ ۱۳۸۷/۱۰/۲۸ توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

۱- استاد راهنمای پایان نامه پروفسور شادپور ملک پور

۲- استاد مشاور پایان نامه پروفسور مهران غیائی

۳- استاد داور دکتر حمید جواهریان نقاش

۴- استاد داور دکتر امیر عبدالملکی

سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده پروفسور بیژن نجفی

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و
نوآوریهای ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه
متعلق به دانشگاه صنعتی اصفهان می باشد.

تقدیم به:

پدر و مادرم، اسطوره‌های صبر، محبت، گذشت و
شمع‌های فروزان زندگی

و به برادر و خواهر عزیزم

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
هفت	فهرست مطالب.....
۱	چکیده.....
	فصل اول: مقدمه
۲	۱-۱- پلیمرها.....
۲	۱-۱-۱- تعریف و طبقه بندی پلیمرها.....
۴	۲-۱- ساختار شیمیایی و خصوصیات پلیمرها.....
۴	۱-۲-۱- شیمی فضایی پلیمرها.....
۵	۱-۲-۲- وزن مولکولی و نیروهای درون مولکولی.....
۶	۱-۲-۳- اندازه گیری میانگین وزن مولکولی.....
۷	۱-۲-۴- شبکه‌ای شدن.....
۱۱	۳-۱- دماهای تبدیل.....
۱۱	۱-۳-۱- مقدمه.....
۱۲	۱-۳-۲- انواع دماهای تبدیل.....
۱۳	۱-۳-۳- عوامل مؤثر بر دمای انتقال شیشه‌ای (T_g).....
۱۴	۱-۳-۴- عوامل مؤثر بر دمای ذوب (T_m).....
۱۵	۱-۳-۵- ارتباط بین T_m و T_g
۱۶	۴-۱- آنالیز حرارتی.....
۱۶	۱-۴-۱- مقدمه.....
۱۸	۱-۴-۲- ترموگراویمتری (TG).....
۱۹	۱-۴-۳- آنالیز گرمایی دیفرانسیلی (DTA).....
۱۹	۱-۴-۴- کالریمتری روبشی دیفرانسیلی (DSC).....
۲۰	۱-۴-۵- آنالیز ترموپتومتري (آنالیز نوری- گرمایی) (TOA).....
۲۱	۱-۴-۶- ترمومکانومتری (آنالیز گرمایی مکانیکی) (TMA).....
۲۲	۱-۴-۷- آنالیز گرمایی دینامیکی (DMA).....
۲۲	۵-۱- پلیمرهای زیست تخریب پذیر.....

۲۲	..... ۱-۵-۱- مقدمه
۲۳	..... ۲-۵-۱- فاکتورهای مؤثر بر زیست تخریب پذیری
۲۴	..... ۳-۵-۱- روش های زیست تخریب پذیری
۲۵	..... ۴-۵-۱- آنالیز و شناسایی محصولات تخریب شده
۲۶	..... ۵-۵-۱- کاربرد پلیمرهای زیست تخریب پذیر
۲۷	..... ۶-۱- پلیمرهای کایرال
۲۷	..... ۱-۶-۱- مقدمه
۲۸	..... ۲-۶-۱- طبقه بندی و سنتز پلیمرهای کایرال
۲۹	..... ۳-۶-۱- پلیمر شدن سنتزی نامتقارن
۳۰	..... ۴-۶-۱- پلیمر شدن انتخابی مارپیچی
۳۱	..... ۵-۶-۱- پلیمر شدن انانتیو انتخابی
۳۱	..... ۶-۶-۱- پلیمرهای تراکمی
۳۱	..... ۷-۶-۱- ژل های اتصال عرضی
۳۳	..... ۷-۱- پلی آمیدها
۳۳	..... ۱-۷-۱- تاریخچه
۳۳	..... ۲-۷-۱- خواص و کاربرد پلی آمیدها
۳۵	..... ۳-۷-۱- نامگذاری پلی آمیدها
۳۵	..... ۴-۷-۱- روش های سنتز پلی آمیدها
۳۶	..... ۵-۷-۱- پلیمر شدن تراکمی در دمای پایین
۳۶	..... ۵-۷-۱- الف- پلیمر شدن تراکمی در سطح مشترک دو فاز
۳۶	..... ۵-۷-۱- ب- پلیمر شدن تراکمی در محلول در دمای پایین
۳۶	..... ۶-۷-۱- پلیمر شدن تراکمی مستقیم
۳۶	..... ۷-۷-۱- روش های دیگر سنتز پلی آمیدها
۳۶	..... ۷-۷-۱- الف- کوپلیمر شدن دی کربوکسیلیک اسیدها و دی ایزوسیاناتها
۳۷	..... ۷-۷-۱- ب- کوپلیمر شدن دی استرها و دی آمینها
۳۷	..... ۷-۷-۱- د- کوپلیمر شدن دی آمینها و N - فرمیل آمینها
۳۷	..... ۷-۷-۱- ه- آمیددار شدن اسیدهای دو عاملی با دی آمینها

۳۸	.....۱-۷-۷-و- تراکم لاکتام‌ها (پلیمرشدن حلقه گشا).
۳۸	.....۱-۷-۷-ز- افزایش آمین‌ها به پیوندهای دوگانه‌ی فعال شده.
۳۸	.....۱-۷-۷-ر- پلیمرشدن ایزوسیانات‌ها.
۳۹	.....۱-۷-۷-س- واکنش فرمالدهید با دی‌نیتریل‌ها.
۳۹	.....۱-۷-۷-ش- واکنش بین دیازولاکتون‌ها (۲،۲- بیس اکسولون‌ها) و دی‌آمین‌ها.
۳۹	.....۱-۸-۱- ایزوسیانات‌ها.
۳۹	.....۱-۸-۱- مقدمه.
۴۰	.....۱-۸-۲- واکنش‌های ایزوسیانات‌ها.
۴۲	.....۱-۸-۲- الف- واکنش با الکل‌ها و فنول‌ها.
۴۲	.....۱-۸-۲- ب- واکنش با آمیدها.
۴۲	.....۱-۸-۲- ج- واکنش با یورتان‌ها.
۴۲	.....۱-۸-۲- د- واکنش با آب.
۴۳	.....۱-۸-۲- ه- واکنش با کربوکسیلیک اسیدها.
۴۳	.....۱-۸-۲- و- واکنش با اپوکسیدها.
۴۳	.....۱-۸-۲- ز- واکنش با آمین‌ها.
۴۳	.....۱-۹- نگرشی بر ریز موج.
۴۵	.....۱-۹-۱- پلیمرشدن تحت تابش ریز موج.
۴۶	.....۱-۱۰-۱- مایعات یونی.
۴۶	.....۱-۱۰-۱- تعریف.
۴۷	.....۱-۱۰-۲- خواص.
۴۷	.....۱-۱۰-۳- تهیه.
۴۷	.....۱-۱۰-۴- واکنش‌های تغییر آنیون.
۴۸	.....۱-۱۰-۵- کاربرد.
۴۸	.....۱-۱۱- هدف.
	فصل دوم: بخش تجربی
۵۰	.....۱-۲- دستگاه‌های شناسایی.

۵۱	..... ۲-۲- تهیه و آماده سازی مواد شیمیایی اولیه.....
۵۳	..... ۳-۲- خالص سازی مواد و حلال ها.....
۵۴	..... ۴-۲- سنتز مونومر (۲S)-۵- [۴-۴- متیل-۲- فتالیمیدیل پنتانوئیل آمینو] بنزوئیل آمینو[ایزوفتالیک اسید (۴۳)].....
۵۵	..... ۵-۲- تهیه PA های بر پایه دی اسید ۴۳ با استفاده از دی ایزوسیانات های آروماتیک و آلیفاتیک ۹۶-۹۳ به روش پلیمر شدن تراکمی مستقیم.....
۵۵	..... ۲-۵-۱- روش گرما دهی تدریجی.....
۵۵	..... ۲-۵-۱- الف- واکنش پلیمر شدن دی اسید (۴۳) با دی ایزوسیانات های مختلف در حلال N- متیل-۲- پیرولیدون (NMP) بدون کاتالیزور دی بوتیل تین دی لورات (DBTDL).....
۵۶	..... ۲-۵-۱- ب- واکنش پلیمر شدن دی اسید (۴۳) با دی ایزوسیانات های مختلف در حلال N- متیل-۲- پیرولیدون (NMP) در حضور کاتالیزور دی بوتیل تین دی لورات (DBTDL).....
۵۶	..... ۲-۵-۱- ج- واکنش پلیمر شدن دی اسید (۴۳) با دی ایزوسیانات های مختلف در حلال مایع یونی (تترا بوتیل آمونیوم برمید) (TBAB) بدون کاتالیزور دی بوتیل تین دی لورات (DBTDL).....
۵۷	..... ۲-۵-۱- د- واکنش پلیمر شدن دی اسید (۴۳) با دی ایزوسیانات های مختلف در حلال مایع یونی (تترا بوتیل آمونیوم برمید) (TBAB) در حضور کاتالیزور دی بوتیل تین دی لورات (DBTDL).....
۵۷	..... ۲-۵-۱- ه- مشخصات طیفی پلی آمیدهای سنتزی.....
۵۸	..... ۲-۵-۲- روش تابش ریز موج.....
۵۸	..... ۲-۵-۲- الف- روش تابش ریز موج در حلال N- متیل-۲- پیرولیدون (NMP) بدون کاتالیزور دی بوتیل تین دی لورات (DBTDL).....
۵۸	..... ۲-۵-۲- ب- روش تابش ریز موج در حلال N- متیل-۲- پیرولیدون (NMP) در حضور کاتالیزور دی بوتیل تین دی لورات (DBTDL).....
۵۹	..... ۲-۵-۲- ج- روش تابش ریز موج در مایع یونی (حلال تترا بوتیل آمونیوم برمید) (TBAB) بدون کاتالیزور دی بوتیل تین دی لورات (DBTDL).....
۵۹	..... ۲-۵-۲- د- روش تابش ریز موج در مایع یونی (حلال تترا بوتیل آمونیوم برمید) (TBAB) در حضور کاتالیزور دی بوتیل تین دی لورات (DBTDL).....
۶۰	..... ۲-۵-۲- ه- مشخصات طیفی پلی آمیدهای سنتزی (PA _۱ - PA _۴).....

فصل سوم: بحث و نتیجه گیری

۶۲	..... ۱-۳- سنتز مونومر (۲S)-۵- [۴-۴- متیل-۲- فتالیمیدیل پنتانوئیل آمینو] بنزوئیل آمینو[ایزوفتالیک اسید (۴۳)].....
۶۵	..... ۲-۳- سنتز و شناسایی پلی آمیدهای فعال نوری جدید مشتق شده از دی اسید (۴۳) حاوی زنجیر جانبی کایرال و دی ایزوسیانات های مختلف آروماتیک و آلیفاتیک.....

۶۵	..... ۱-۲-۳- تحت شرایط حرارت دهی تدریجی
۶۵	..... ۱-۲-۳- الف- در حلال <i>N</i> -متیل-۲-پیرولیدون (NMP)
۶۹	..... ۱-۲-۳- ب- در حلال مایع یونی (تترا بوتیل آمونیوم برمید مذاب) (TBAB)
۷۰	..... ۱-۲-۳- ج- مقایسه واکنش تهیه پلی آمیدها در حلال‌های NMP و TBAB تحت شرایط حرارت دهی تدریجی
۷۱	..... ۱-۲-۳- د- بررسی خواص حرارتی PA ها
۷۲	..... ۱-۲-۳- ه- خواص انحلالی پلیمرها
۷۲	..... ۲-۲-۳- تحت شرایط تابش ریز موج
۷۲	..... ۲-۲-۳- الف- در حلال <i>N</i> -متیل-۲-پیرولیدون (NMP)
۷۵	..... ۲-۲-۳- ب- در حلال مایع یونی (تترا بوتیل آمونیوم برمید) (TBAB)
۷۷	..... ۲-۲-۳- ج- مقایسه واکنش تهیه پلی آمیدها در حلال NMP و در حلال TBAB تحت شرایط تابش ریز موج
۷۷	..... ۲-۲-۳- د- مقایسه واکنش تهیه پلی آمیدها با استفاده از دو روش حرارت دهی تدریجی و تابش ریز موج
۷۷	..... ۲-۲-۳- ه- بررسی خواص حرارتی PA ها
۷۸	..... ۲-۲-۳- و- خواص انحلالی پلیمرها
۷۸	..... ۳-۲-۳- شناسایی پلی آمیدها (PA)s
۸۰	..... ۴-۳- جمع‌بندی کلی نتایج
۱۲۹	..... فهرست علائم اختصاری به کار رفته در متن پایان نامه
۱۳۲	..... مراجع
۱۳۹	..... چکیده انگلیسی

- شکل ۳-۷: طیف FT-IR (KBr)، ترکیب (۲S)-۴-متیل-۲-فتالیمیدیل پنتانوئیل آمینو) بنزوئیک اسید (۶)..... ۸۷
- شکل ۳-۸: طیف $^1\text{H-NMR}$ (۵۰۰MHz)، ترکیب (۲S)-۴-متیل-۲-فتالیمیدیل پنتانوئیل آمینو) بنزوئیک اسید (۶) در حلال DMSO..... ۸۸
- شکل ۳-۹: طیف بسط یافته $^1\text{H-NMR}$ (۵۰۰MHz)، ترکیب (۲S)-۴-متیل-۲-فتالیمیدیل پنتانوئیل آمینو) بنزوئیک اسید (۶)..... ۸۹
- شکل ۳-۱۰: طیف بسط یافته $^1\text{H-NMR}$ (۵۰۰MHz)، ترکیب (۲S)-۴-متیل-۲-فتالیمیدیل پنتانوئیل آمینو) بنزوئیک اسید (۶)..... ۹۰
- شکل ۳-۱۱: طیف بسط یافته $^1\text{H-NMR}$ (۵۰۰MHz)، ترکیب (۲S)-۴-متیل-۲-فتالیمیدیل پنتانوئیل آمینو) بنزوئیک اسید (۶)..... ۹۱
- شکل ۳-۱۲: طیف $^{13}\text{C-NMR}$ (۵۰۰MHz)، ترکیب (۲S)-۴-متیل-۲-فتالیمیدیل پنتانوئیل آمینو) بنزوئیک اسید (۴۱)..... ۹۲
- شکل ۳-۱۳: طیف بسط یافته $^{13}\text{C-NMR}$ (۵۰۰MHz)، ترکیب (۲S)-۴-متیل-۲-فتالیمیدیل پنتانوئیل آمینو) بنزوئیک اسید (۶)..... ۹۳
- شکل ۳-۱۴: طیف بسط یافته $^{13}\text{C-NMR}$ (۵۰۰MHz)، ترکیب (۲S)-۴-متیل-۲-فتالیمیدیل پنتانوئیل آمینو) بنزوئیک اسید (۶)..... ۹۴
- شکل ۳-۱۵: طیف بسط یافته $^{13}\text{C-NMR}$ (۵۰۰MHz)، ترکیب (۲S)-۴-متیل-۲-فتالیمیدیل پنتانوئیل آمینو) بنزوئیک اسید (۶)..... ۹۵
- شکل ۳-۱۶: طیف FT-IR (KBr)، ترکیب (۲S)-۴-متیل-۲-فتالیمیدیل پنتانوئیل آمینو) بنزوئیل کلراید (۷)..... ۹۶
- شکل ۳-۱۷: طیف FT-IR (KBr)، ترکیب (۲S)-۵-۴-متیل-۲-فتالیمیدیل پنتانوئیل آمینو) بنزوئیل ایزوفتالیک اسید (۹)..... ۹۷
- شکل ۳-۱۸: طیف $^1\text{H-NMR}$ (۵۰۰MHz)، ترکیب (۲S)-۵-۴-متیل-۲-فتالیمیدیل پنتانوئیل آمینو) بنزوئیل ایزوفتالیک اسید (۹) در حلال DMSO..... ۹۸
- شکل ۳-۱۹: طیف بسط یافته $^1\text{H-NMR}$ (۵۰۰MHz)، ترکیب (۲S)-۵-۴-متیل-۲-فتالیمیدیل پنتانوئیل آمینو) بنزوئیل ایزوفتالیک اسید (۹)..... ۹۹
- شکل ۳-۲۰: طیف بسط یافته $^1\text{H-NMR}$ (۵۰۰MHz)، ترکیب (۲S)-۵-۴-متیل-۲-فتالیمیدیل پنتانوئیل آمینو) بنزوئیل ایزوفتالیک اسید (۹)..... ۱۰۰
- شکل ۳-۲۱: طیف بسط یافته $^1\text{H-NMR}$ (۵۰۰MHz)، ترکیب (۲S)-۵-۴-متیل-۲-فتالیمیدیل پنتانوئیل آمینو) بنزوئیل ایزوفتالیک اسید (۹)..... ۱۰۱
- شکل ۳-۲۲: طیف $^{13}\text{C-NMR}$ (۵۰۰MHz)، ترکیب (۲S)-۵-۴-متیل-۲-فتالیمیدیل پنتانوئیل آمینو) بنزوئیل ایزوفتالیک اسید (۴۳)..... ۱۰۲
- شکل ۳-۲۳: طیف $^{13}\text{C-NMR}$ (۵۰۰MHz)، ترکیب (۲S)-۵-۴-متیل-۲-فتالیمیدیل پنتانوئیل آمینو) بنزوئیل ایزوفتالیک اسید (۴۳)..... ۱۰۳

- شکل ۳-۲۴: طیف $^{13}\text{C-NMR}$ (۵۰۰MHz)، ترکیب (۲S)-۵- [۴- (۴- متیل-۲- فتالیمیدیل پنتانوئیل آمینو) بنزوئیل آمینو] ایزوفتالیک اسید (۹)..... ۱۰۴
- شکل ۳-۲۵: بررسی پایداری حرارتی (منحنی TGA/DTG) مربوط به PA_1 ۱۰۵
- شکل ۳-۲۶: بررسی پایداری حرارتی (منحنی TGA/DTG) مربوط به PA_4 ۱۰۶
- شکل ۳-۲۷: منحنی DSC مربوط PA_1 ۱۰۷
- شکل ۳-۲۸: منحنی DSC مربوط PA_4 ۱۰۸
- شکل ۳-۲۹: بررسی پایداری حرارتی (منحنی TGA/DTG) مربوط به PA_1 ۱۰۹
- شکل ۳-۳۰: بررسی پایداری حرارتی (منحنی TGA/DTG) مربوط به PA_4 ۱۱۰
- شکل ۳-۳۱: منحنی DSC مربوط PA_1 ۱۱۱
- شکل ۳-۳۲: منحنی DSC مربوط PA_4 ۱۱۲
- شکل ۳-۳۳: طیف FT-IR (KBr) پلیمر PA_1 ۱۱۳
- شکل ۳-۳۴: طیف FT-IR (KBr) پلیمر PA_2 ۱۱۴
- شکل ۳-۳۵: طیف FT-IR (KBr) پلیمر PA_3 ۱۱۵
- شکل ۳-۳۶: طیف FT-IR (KBr) پلیمر PA_4 ۱۱۶
- شکل ۳-۳۷: طیف UV-Vis پلیمر PA_1 ۱۱۷
- شکل ۳-۳۸: طیف UV-Vis پلیمر PA_2 ۱۱۸
- شکل ۳-۳۹: طیف UV-Vis پلیمر PA_3 ۱۱۹
- شکل ۳-۴۰: طیف UV-Vis پلیمر PA_4 ۱۲۰
- شکل ۳-۴۱: طیف $^1\text{H-NMR}$ (۵۰۰MHz) PA_1 ۱۲۱
- شکل ۳-۴۲: طیف بسط یافته $^1\text{H-NMR}$ (۵۰۰MHz) PA_1 ۱۲۲
- شکل ۳-۴۳: طیف بسط یافته $^1\text{H-NMR}$ (۵۰۰MHz) PA_1 ۱۲۳
- شکل ۳-۴۴: طیف بسط یافته $^1\text{H-NMR}$ (۵۰۰MHz) PA_1 ۱۲۴
- شکل ۳-۴۵: طیف $^1\text{H-NMR}$ (۵۰۰MHz) PA_4 ۱۲۵
- شکل ۳-۴۶: طیف بسط یافته $^1\text{H-NMR}$ (۵۰۰MHz) PA_4 ۱۲۶
- شکل ۳-۴۷: طیف بسط یافته $^1\text{H-NMR}$ (۵۰۰MHz) PA_4 ۱۲۷
- شکل ۳-۴۸: طیف بسط یافته $^1\text{H-NMR}$ (۵۰۰MHz) PA_4 ۱۲۸

چکیده

در طی این پژوهش، یکسری پلی آمیدهای فعال نوری و زیست تخریب پذیر جدید بر مبنای آمینو اسید *L*-لوسین سنتز گردید. بدین منظور ابتدا مونومر کایرال (۲S)-۵-۴-۴-متیل-۲-فتالیمیدیل پنتانوئیل آمینو) بنزوئیل آمینو] ایزوفتالیک اسید (۹) طی ۵ مرحله تهیه گردید. پلیمرهای حاصل، از واکنش تراکمی دی اسید مذکور با دی ایزوسیانات‌های مختلف آلیفاتیک و آروماتیک در حلال‌های آلی معمولی و مایعات یونی و در حضور کاتالیزور دی بوتیل تین دی لورات (DBTDL)، و بدون کاتالیزور به دو روش حرارت دهی تدریجی و با استفاده از تابش ریز موج تهیه شدند و به دلیل شاخه‌های جانبی حجیم در زنجیر اصلی دارای حلالیت خوبی می‌باشند. کاتیون آمونیوم نوع چهارم آلیفاتیک، یک جز کاتیونی مفید از مایعات یونی می‌باشد. تترا بوتیل آمونیوم برماید (TBAB) مذاب از این دسته است که به عنوان حلال سبز در واکنش‌های پلیمر شدن مورد استفاده قرار گرفت. علت استفاده از این مایع یونی، مقرون به صرفه بودن آن و همچنین خاصیت دی الکتریک بالای آن می‌باشد که باعث جذب سریع تابش ریز موج شده و به همین دلیل سرعت واکنش را افزایش می‌دهد. علاوه بر این مزایا، جایگزین خوبی برای حلال‌های سمی معمولی می‌باشد. در نهایت ویسکوزیته ذاتی و چرخش نوری پلیمرها اندازه گیری شد. ساختار مونومر و پلیمرها با روش‌های مختلف شناسایی نظیر FT-IR، UV-Vis، H-NMR^۱ و آنالیز عنصری تایید گردید. ترموگرام‌های TGA/DTG و DSC پلیمرهای حاصل نیز ارائه گردیده و با استفاده از این منحنی‌ها خواص حرارتی پلیمرها مطالعه شد.

فصل اول

مقدمه

۱-۱- پلیمرها

۱-۱-۱- تعریف و طبقه بندی پلیمرها

تصور دنیای کنونی، بدون وجود پلیمرها که دارای کاربردهایی بسیار متنوع هستند، واقعاً غیر ممکن است. سلولز، نشاسته و پروتئین که از مواد اولیه‌ی تشکیل دهنده‌ی غذا، لباس و بدن موجودات زنده هستند، اهمیت این مواد را نشان می‌دهند.

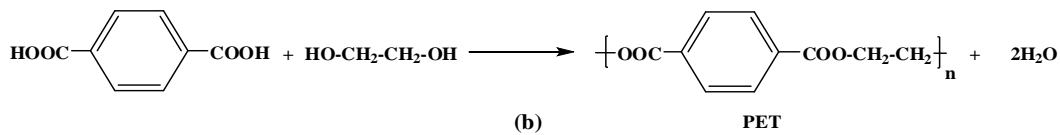
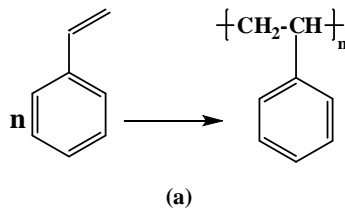
یک پلیمر عبارت است از یک مولکول بزرگ که از مولکول‌های ساختمانی کوچکتری بنام مونومر ساخته شده است. مونومرها با اتصال به یکدیگر زنجیرهای طولی را تشکیل می‌دهند. از جمله ویژگی‌های پلیمرها می‌توان قابلیت شکل دهی، دوام و مقاومت مکانیکی، مقاومت فیزیکی، شیمیایی و غیره را نام برد. وزن مولکولی بالا در پلیمرها باعث می‌شود که این مواد چنین ویژگی‌هایی را داشته باشند.

طبقه بندی پلیمرها بر چند اساس صورت می‌گیرد. یک نوع از طبقه بندی، بر اساس منشأ پلیمر می‌باشد. بر این اساس، پلیمر یا طبیعی است مثل عسل، موم، پشم، لاستیک طبیعی و یا سنتزی است مانند نایلون^۱ و یا طبیعی تغییر شکل یافته است مانند نیترات سلولز، استات سلولز و غیره. نوع دیگر طبقه بندی، بر اساس شکل پلیمر است، یعنی مونومرها در فرآیندی بنام پلیمر شدن با یکدیگر واکنش داده و پلیمرهایی با اشکال گوناگون تولید می‌کنند. بر اساس

۱. Nylon

این اشکال می‌توان پلیمرها را به صورت خطی^۱، شاخه دار^۲، نردبانی^۳، ستاره‌ای^۴، شانهای^۵ و سه بعدی (شبکه‌ای) تقسیم بندی کرد.

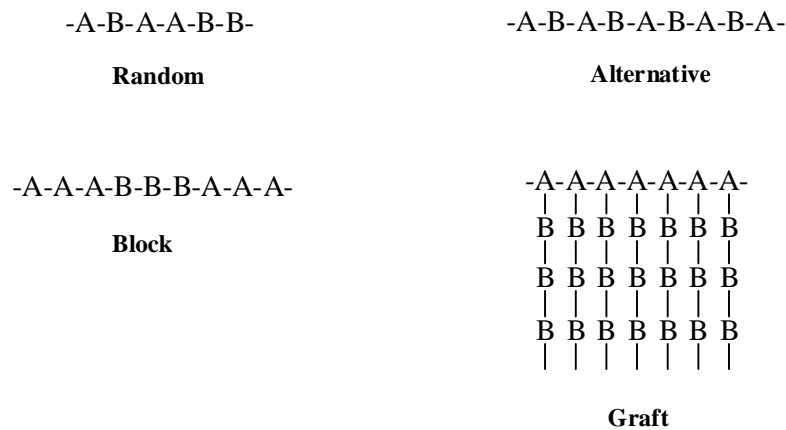
پلیمرها، براساس نوع مونومرهای شرکت کننده در واکنش نیز به دو دسته تقسیم می‌شوند: هوموپلیمر^۶ و کوپلیمر^۷. کوپلیمر^۷ هوموپلیمرها، پلیمرهایی هستند که مونومرهای تشکیل دهنده آنها از یک نوعند. کوپلیمرها، پلیمرهایی هستند که از بیش از یک نوع مونومر ساخته شده‌اند. در نوع دیگر طبقه بندی، پلیمرها براساس نوع واکنش پلیمر شدن تقسیم بندی می‌شوند. بر این اساس، پلیمرها را به دو دسته افزایشی^۸ و تراکمی^۹ تقسیم می‌کنند. پلیمرهای افزایشی (a)، حاصل واکنش‌هایی هستند که طی انجام آنها، هیچ جزئی از بدنه‌ی مولکول اولیه (مونومر) حذف نمی‌شود و واحد تکراری با ساختار مونومر یکی است، ولی در پلیمرهای تراکمی (b)، قسمتی از مولکول به صورت H₂O، HCl، H₂S و حذف می‌شود و واحد تکراری با ساختار مونومر متفاوت می‌باشد (طرح ۱-۱).



طرح ۱-۱: (a) پلیمر شدن افزایشی و (b) پلیمر شدن تراکمی

-
۱. Linear
 ۲. Branched
 ۳. Ladder
 ۴. Star
 ۵. Comb
 ۶. Homopolymer
 ۷. Copolymer
 ۸. Addition
 10. Condensation

پلیمر شدن افزایشی به صورت رادیکالی، کاتیونی و آنیونی انجام می‌شود. هر سه نوع شامل سه مرحله‌ی آغاز، انتشار و پایان می‌باشند. طی این مکانیسم، مولکول‌های مونومر به یک زنجیر در حال رشد اضافه می‌شوند. ساده‌ترین کوپلیمر شامل دو مونومر است که می‌توانند به چند طریق در ساختار پلیمر قرار بگیرند مثلاً اگر دو مونومر A و B به هوموپلیمرهای -A-A-A- و -B-B-B- تبدیل شوند، در این صورت کوپلیمرهای زیر را می‌توان انتظار داشت (طرح ۲-۱). کوپلیمر شدن از طریق واکنش‌های زنجیری رادیکالی، کاتیونی و آنیونی و روش زیگلر-ناتا^۱ و همچنین از طریق فرآیندهای مرحله‌ای (واکنش‌های تراکمی) انجام می‌شود [۱،۲].



طرح ۲-۱: کوپلیمرهای حاصل از مونومرهای A و B

۲-۱- ساختار شیمیایی و خصوصیات پلیمرها

از جمله خصوصیات یک پلاستیک می‌توان چقرمگی^۲ و دوام یا پایداری را نام برد که به کاربرد، شفافیت، مقاومت در برابر هوا و پایداری گرمایی^۳ و مقاومت در برابر شعله^۴ بستگی دارند.

۱. Ziegler-Nata

۲. Toughness

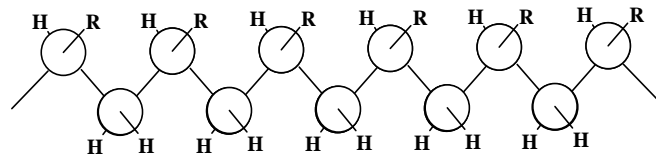
۳. Thermal Stability

۴. Fire Resistance

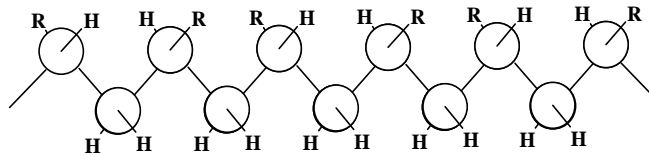
۱-۲-۱- شیمی فضایی پلیمرها

قبل از اینکه ساختمان‌های استریوشیمیایی مختلف برای پلیمرها مورد بررسی قرار گیرد، برای پلیمر شدن مونومرهای از نوع $\text{CH}_2=\text{CHR}$ و $\text{CH}_2=\text{CR}_2$ ساختارهایی مانند زیر تصور می‌شد که گروه‌های استخلافی R به طور متناوب بر روی اتم‌های کربن قرار گرفته‌اند (طرح ۱-۳). برای پلیمرهای حاصل از مونومرهای از نوع $\text{CH}_2=\text{CHR}$ $\text{H}_2\text{C}=\text{CHR} \longrightarrow -\text{CH}_2-\overset{\text{R}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}-\text{CH}_2-\overset{\text{R}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}-\text{CH}_2-\overset{\text{R}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}-$

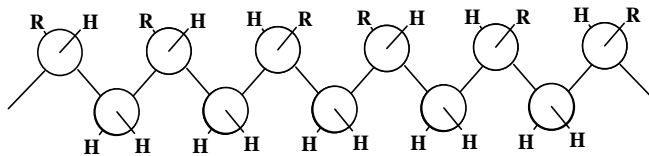
استریوشیمی می‌تواند انتظار داشت: ایزوتاکتیک^۱، سیندیوتاکتیک^۲ و اتاکتیک^۳، که این سه نوع استریوشیمی در طرح (۳-۱) نشان داده شده‌اند.



Isotactic



Syndiotactic



Atactic

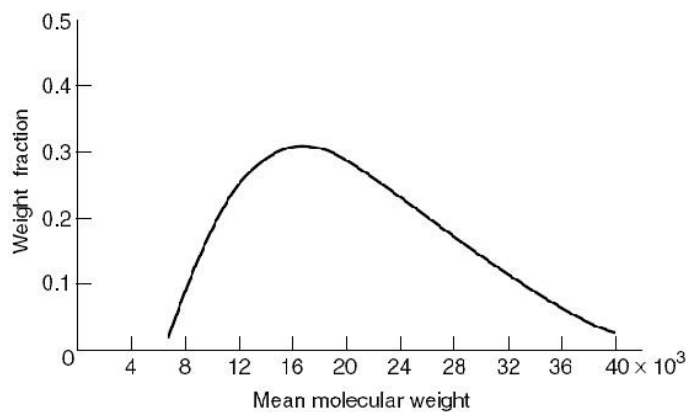
طرح ۱-۳: پیکربندی^۴ استریوشیمیایی پلیمرهای تهیه شده از مونومر $\text{CH}_2=\text{CHR}$

۱. Isotactic
۲. Syndiotactic
۳. Atactic
۴. Configuration

۱-۲-۲- وزن مولکولی و نیروهای درون مولکولی

پارامتری که اغلب برای توصیف یک مولکول پلیمر به کار می‌رود، درجه‌ی پلیمرشدن می‌باشد که تعداد واحدهای تکراری در هر زنجیر را گویند. پلیمرها بوسیله‌ی توزیع وزن مولکولی^۱ و وزن مولکولی متوسط^۲ شناسایی می‌شوند [۳]، ماهیت واکنش‌های پلیمرشدن، یک ماهیت تصادفی است و رشد زنجیرها کاملاً تصادفی می‌باشد. بنابراین یک ناهمگونی در اندازه‌ی زنجیرها وجود دارد، به همین دلیل در پلیمرها نمی‌توان وزن مولکولی دقیق را تعیین کرد و به جای آن میانگین وزن مولکولی تعریف می‌شود.

در پلیمرها پارامتری بنام منحنی توزیع وجود دارد که توزیع وزن مولکولی زنجیرها را براساس درصد نشان می‌دهد (شکل ۱-۱) [۴].



شکل ۱-۱: منحنی توزیع وزن مولکولی [۴]

شکل منحنی در درجه‌ی اول کیفیت پلیمر را نشان می‌دهد. هر چه منحنی توزیع یک پلیمر باریکتر باشد، کیفیت آن بهتر است و هر چه اندازه‌ی زنجیرها به هم نزدیکتر باشد، رفتار ذرات در برابر تنش مشابه‌تر است و منحنی باریکتر می‌باشد.

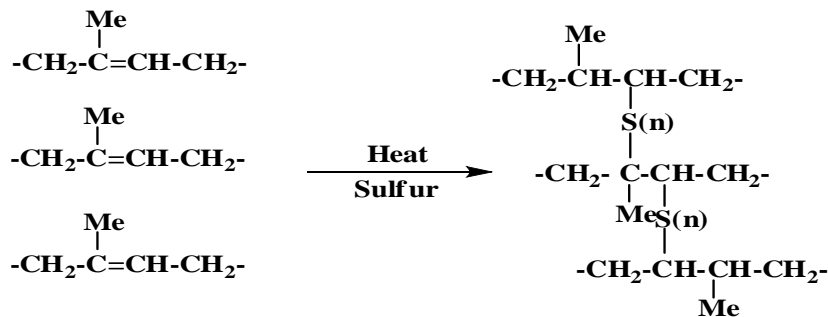
۱. Distribution of Molecular Weight
۲. Number-Average Molecular Weight

۱-۲-۳- اندازه گیری میانگین وزن مولکولی

روش های تعیین وزن مولکولی مطلق پلیمرها که بیشتر به کار می روند عبارتند از: اندازه گیری ویسکوزیته (ویسکومتری)، اندازه گیری فشار اسمزی (اسمومتری)^۱ و کریوسکوپی^۲. از بین این روش ها، معمولترین روش، روش اندازه گیری ویسکوزیته می باشد، ولی این روش به تنهایی کافی نیست و باید از این تکنیک همراه با یک تکنیک دیگر استفاده کرد [۴،۵].

۱-۲-۴- شبکه ای شدن^۳

یکی از روش های کاهش درجه ی آزادی پلیمرها، ایجاد اتصالات عرضی در آنها می باشد که آنها را دیرگذار^۴ می کند. ایجاد اتصالات عرضی به چند روش می تواند انجام شود [۳] که یکی از این روش ها، ولکانیزه کردن^۵ است. پلیمرهای غیر اشباع مانند کائوچوها می توانند مشبک شوند. مشبک شدن پلیمرهای خطی را ولکانیزه کردن می گویند. کائوچو را اگر با گوگرد حرارت دهیم، اتم های گوگرد به صورت پلی بین زنجیرهای کائوچو قرار می گیرند و کائوچو مشبک و ولکانیزه می شود. این امر باعث افزایش خاصیت ارتجاعی^۶ (کشسانی) کائوچو می شود (طرح ۱-۴).

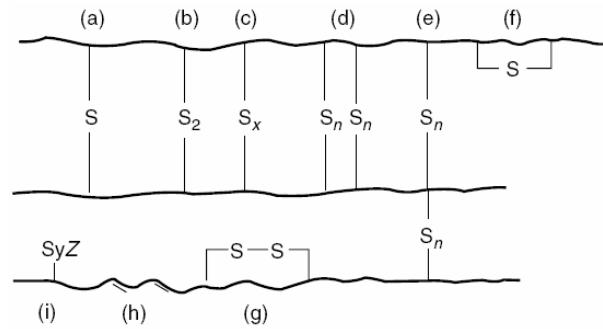


طرح ۱-۴: ولکانیزه کردن کائوچو [۳]

شکل زیر شبکه ی لاستیک طبیعی ولکانیزه شده را نشان می دهد (طرح ۱-۵). در این شکل ، (a) اتصال عرضی تک گوگردی، (b) اتصال عرضی دو گوگردی، (c) اتصال عرضی بین ۳-۶ گوگردی، (d) اتصالات عرضی موازی

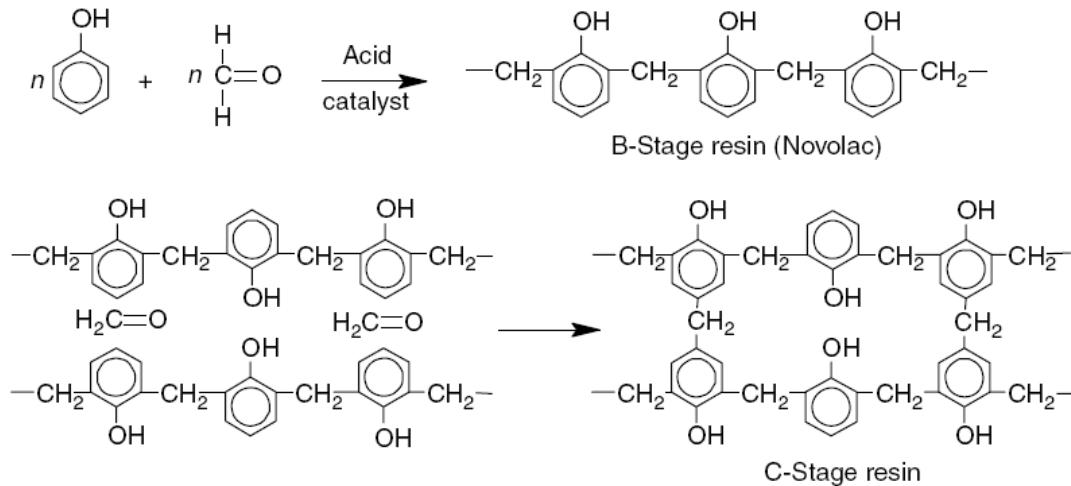
۱. Osmometry
۲. Cryoscopy
۳. Cross-Linking
۴. Infusible
۵. Vulcanization
۶. Elasticity

و مجاور شامل ۱-۶ گوگرد، (e) اتصالات عرضی به اتم‌های کربن مجاور، (f) حلقه‌های تک گوگردی بیرونی، (g) و حلقه‌های دو گوگردی بیرونی، (h) دی‌ان‌های مزدوج و (i) اتصالات گوگردی ترمینال، شامل مشتقات Z از شتاب دهنده‌ای می‌باشند که گاهی همراه با گوگرد در فرایند ولکانیزه کردن مورد استفاده قرار می‌گیرد.



طرح ۱-۵: شبکه‌ی کائوچوی ولکانیزه شده [۳]

تکنیک‌های دیگر ایجاد اتصالات عرضی شامل استفاده از امواج یونیزه کننده^۱ یا واکنش‌های شیمیایی گروه‌های عاملی مناسب بر روی زنجیر پلیمری و یا شبکه‌ای شدن فتوشیمیایی و شبکه‌ای شدن یونی است. از جمله واکنش‌های شبکه‌ای شدن در اثر واکنش گروه‌های عاملی می‌توان به مثال زیر اشاره کرد (طرح ۱-۶) [۵].



طرح ۱-۶: واکنش شبکه‌ای شدن در اثر واکنش گروه‌های عاملی [۵]

۱. Ionizing Radiation