



دانشکده‌ی شیمی

گروه شیمی فیزیک

پایان نامه:

برای دریافت درجه‌ی کارشناسی ارشد (M.Sc.) در رشته‌ی شیمی فیزیک

عنوان:

بررسی امتزاج پذیری پلی (وینیل الکل) و پلی (وینیل پیرولیدون)

به وسیله‌ی آنالیزهای گرمایی و اسپکتروسکوپی

استاد راهنما:

دکتر عباس مهرداد

استاد مشاور:

دکتر حمایت شکاری

پژوهشگر:

جواد جعفری

مرداد ۱۳۹۲

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
مَوْلَانَا مُحَمَّدٌ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ

صنعت پلیمر یکی از پیشروترین نیروهای اقتصادی برجسته در جهان می باشد.

امروزه با گذشت ۱۵۰ سال از روزهای آغازین صنعت پلاستیک، تولید این محصول به ۱۵۰ میلیون تن در سال رسیده است که بیش از دو برابر بیشتر از صنعت فولاد می باشد. دانش پلیمر در اواسط دهه بیست میلادی پایه گذاری شده و اکنون سالیانه حدود ۴۵۰۰ ثبت اختراع و ۶۰۰۰۰ مقاله فنی در مورد آمیخته های پلیمری منتشر می شود ...

منی شمع یاندریرا بیلمز ادا پروانه کیمی

یوردوم ادرار یوردی، آذربایجانیم وار

تقدیریم به جامعه‌ی علمی و صنعتی آذربایجان

با تقدیر و تشکر از:

استاد گرامی آقای دکتر عباس مهرداد جهت حسن خلق، شکیبایی و راهنمایی‌های

بی دریغشان.

آقای دکتر حمایت شکاری جهت مشاوره پایان‌نامه.

خانم دکتر الناز اصغری جهت داوری پایان‌نامه.

آقای دکتر یعقوب منصوری جهت یاری شان در تفسیر طیف‌های DSC.

آقای دکتر محمد صادق ذاکر حمیدی جهت قبول زحمت آنالیزهای FTIR

کلیه اساتید و کارکنان محترم دانشکده‌ی شیمی.

هم آزمایشگاهی‌های خوبم خانمها ژیلا حسنخانی، لیلا پورموسی و خانم دکتر

زهرا نیکنام جهت حسن همکاری و یاریشان.

دوست عزیزم آقای ناصر جراحیان.

تمامی دانشجویان تحصیلات تکمیلی گروه شیمی فیزیک.

پدر و مادر مهربانم که با محبت‌های بی دریغشان در تمامی مراحل زندگی و

تحصیل مشوق و پشتیبانم بوده‌اند.

نام خانوادگی دانشجو: جعفری	نام: جواد
<p>عنوان پایان نامه: بررسی امتزاج پذیری پلی (وینیل الکل) و پلی (وینیل پایرولیدون) به وسیله ی آنالیزهای گرمایی و اسپکتروسکوپی.</p>	
<p>استاد راهنما: دکتر عباس مهرداد استاد مشاور: دکتر حمایت شکاری</p>	
<p>درجه تحصیلی: کارشناسی ارشد (M.Sc.) رشته: شیمی گرایش: شیمی فیزیک دانشگاه: تبریز دانشکده: شیمی تاریخ فارغ التحصیلی: مرداد ۱۳۹۲ تعداد صفحات: ۸۵</p>	
<p>کلید واژه ها: اختلاط پلیمرها، امتزاج پذیری، آمیخته ی پلی (وینیل الکل)/پلی (وینیل پایرولیدون)، بلورینگی، پارامتر برهمکنش پلیمر-پلیمر، طیف سنجی زیر قرمز تبدیل فوریه.</p>	
<p>چکیده:</p> <p>آمیخته سازی پلیمرها یکی از مهمترین راه حل های جاری برای توسعه مواد پلیمری جدید می باشد. آمیخته های پلیمری اغلب ترکیبی از خواص پلیمرها نمایش می دهند که بهتر از خواص هر یک از اجزای پلیمری خالص می باشد. این روش خیلی مقرون به صرفه تر از اصلاح شیمیایی برای بهینه ساختن خواص پلیمرها می باشد. برخی از ویژگیهای آمیخته مانند خواص مکانیکی و رفتار تخریبی را می توان با انتخاب مناسب جزء دوم اصلاح کرد. به این معنی که خواص نهایی آمیخته تنها به ترکیب شیمیایی آن بستگی ندارد بلکه وابسته به ویژگیهای فیزیکی آن نیز می باشد، ویژگیهایی چون دمای انتقال شیشه ای، بلورینگی و مورفولوژی که پی آمد مستقیم امتزاج پذیری بین اجزای آمیخته می باشد.</p>	

ادامه‌ی چکیده : در این کار پژوهشی سیستم پلی (وینیل الکل) و پلی (وینیل پیرولیدون) بررسی شد. هدف ما از این کار پژوهشی تهیه و توصیف ساختار، خواص حرارتی، شناسایی برهمکنش‌ها و بررسی امتزاج پذیری آمیخته‌های پلی (وینیل الکل)/پلی (وینیل پیرولیدون) می-باشد. برای این منظور آمیخته‌هایی با ترکیبهای مختلف تهیه و امتزاج پذیری آمیخته‌ها با سه روش پراش پرتو ایکس (XRD)، کالریتری پویشی تفاضلی (DSC) و طیف‌سنجی زیر قرمز تبدیل فوریه (FTIR) بررسی شد. از پراش پرتو ایکس برای بررسی بلورینگی آمیخته‌ها استفاده شد. پارامتر برهمکنش پلیمر-پلیمر (χ_{12}) طبق روش نزول نقطه‌ی ذوب و با استفاده از کالریتری پویشی تفاضلی محاسبه گردید، و برهمکنشهای ویژه محتمل در آمیخته‌ها با طیف‌سنجی زیر قرمز تبدیل فوریه آنالیز گردید.

نتایج نشان می‌دهند که پلی (وینیل الکل) (PVA) و پلی (وینیل پیرولیدون) (PVP) در ترکیبهای مختلف امتزاج پذیری زیادی دارند. طیفهای XRD نمونه‌های آمیخته حاوی ۲۵٪ وزنی و کمتر از PVA بیانگر این مطلب هستند که ساختار نیمه بلوری پلی (وینیل الکل) شدیداً تخریب می‌شود، برای نمونه‌های ۵۰٪ و بیشتر از PVP، پیکهای بی نظم هاله مانند مربوط به PVP خالص آشکار می‌شوند و ساختار نیمه بلوری PVA به کلی تخریب می‌شود. آنالیز کاهش دمای ذوب بر اساس پیک ذوب پلی (وینیل الکل) برای محاسبه‌ی پارامتر برهمکنش انجام شد، $\chi_{12} = -1.2$. مقدار منفی این پارامتر امتزاج پذیری ترمودینامیکی را تأیید می‌کند. امتزاج پذیری آمیخته‌های پلی (وینیل الکل)/پلی (وینیل پیرولیدون) ناشی از برهمکنشهای میان گروههای هیدروکسیل و کربونیل از پلی (وینیل الکل) و پلی (وینیل پیرولیدون) می‌باشد. بررسی‌های FTIR نشان دهنده‌ی وجود برهمکنشهایی از نوع پیوند هیدروژنی میان اجزای پلیمری می‌باشد.

فهرست مطالب

عنوان

صفحه

فصل اول: مقدمه و بررسی منابع

- ۱-۱- آمیخته های پلیمری ۱
- ۲-۱- ترمودینامیک سیستمهای دو جزئی پلیمری ۳
- ۳-۱- ترمودینامیک محلولهای پلیمری ۷
- ۴-۱- تعادل فازی ۱۰
- ۵-۱- انواع دیاگرامهای فازی در سیستمهای پلیمری ۱۵
- ۶-۱- پارامتر برهمکنش پلیمر-پلیمر χ_{12} ۱۷
- ۷-۱- تولید فیلمهای پلیمری ۲۲
- ۸-۱- تعیین امتزاج پذیری در سیستمهای آمیخته پلیمری ۲۵
- ۱-۸-۱- تعیین امتزاج پذیری به وسیله ی دماهای انتقال شیشه ای ۲۶
- ۲-۸-۱- تعیین امتزاج پذیری به وسیله ی میکروسکوپی ۳۰
- ۳-۸-۱- تعیین امتزاج پذیری با روشهای پراکندگی ۳۰
- ۴-۸-۱- تعیین امتزاج پذیری با استفاده از روشهای محلولهای سه جزئی ۳۱
- ۵-۸-۱- تعیین امتزاج پذیری با استفاده از خواص رئولوژیکی ۳۱
- ۶-۸-۱- تعیین امتزاج پذیری با استفاده از کمیتهای اختلاط ۳۲
- ۷-۸-۱- تعیین امتزاج پذیری با کاهش نقطه ی ذوب ۳۳
- ۸-۸-۱- تعیین امتزاج پذیری با استفاده از اسپکتروسکوپی رزونانس مغناطیسی هسته ۳۳

- ۳۴..... ۹-۸-۱- تعیین امتزاج پذیری با استفاده از خواص مکانیکی
- ۳۴..... ۱۰-۸-۱- تعیین امتزاج پذیری با اسپکتروسکوپی زیر قرمز و فرابنفش
- ۳۵..... ۹-۱- پیشینه و اهمیت مطالعه ی آمیخته پلی (وینیل الکل)/پلی (وینیل پیرولیدون)

فصل دوم: مواد و روشها

- ۴۰..... ۲-۱- مواد مصرفی
- ۴۱..... ۲-۲- تجهیزات بکار رفته برای تهیه نمونه ها
- ۴۱..... ۳-۲- تهیه فیلمهای پلیمری
- ۴۵..... ۴-۲- اندازه گیری ها
- ۴۵..... ۲-۴-۱- پراش پرتو X
- ۴۵..... ۲-۴-۲- کالریمتری پویشی تفاضلی
- ۴۶..... ۲-۴-۳- اسپکتروسکوپی زیر قرمز تبدیل فوریه

فصل سوم: نتایج و بحث

- ۴۶
- ۴۹..... ۳-۱- نتایج آنالیزهای XRD هموپلیمرها و آمیخته های PVA و PVP
- ۵۴..... ۳-۱-۱- تفسیر طیفهای XRD
- ۵۷..... ۳-۱-۲- بررسی بلورینگی فیلمها به وسیله ی XRD
- ۶۵..... ۳-۲- نتایج آنالیزهای گرماسنجی دیفرانسیلی هموپلیمرها و آمیخته های PVA و PVP

- ۳-۲-۱- تفسیر ترموگرامهای DSC..... ۶۵
- ۳-۲-۲- محاسبه ی پارامتر برهمکنش PVA-PVP (χ_{12}) به روش نزول دمای ذوب ۷۰
- ۳-۲-۳- تعیین درصد بلورینگی فیلمها به وسیله ی DSC ۷۴
- ۳-۳- نتایج آنالیزهای FTIR هموپلیمرها و آمیخته های PVA و PVP..... ۷۷
- ۳-۳-۱- بررسی پیک مربوط به بلورینگی پلی (وینیل الکل)..... ۷۹
- ۳-۳-۲- بررسی پیک مربوط به ارتعاش خمشی گروه C-O پلی (وینیل الکل)..... ۸۱
- ۳-۳-۳- بررسی پیک مربوط به ارتعاش خمشی گروه C=O پلی (وینیل پایرولیدون)..... ۸۱
- ۳-۳-۴- بررسی پیک مربوط به ارتعاش خمشی گروه O-H پلی (وینیل الکل) ۸۴
- ۳-۳-۵- تعیین درصد بلورینگی فیلمها به وسیله ی FTIR..... ۸۶

شکل (۱-۱): نمایش دو بعدی مدل شبکه‌ای برای محلولهای غیر پلیمری. ۸

شکل (۲-۱): نمایش دو بعدی مدل شبکه‌ای برای محلول پلیمری. ۸

شکل (۳-۱): نمایش شماتیک یک پتانسیل تک مینیمم. ۱۰

شکل (۴-۱): نمایش شماتیک یک پتانسیل دو مینیمم. ۱۲

شکل (۵-۱): انرژی آزاد اختلاط و دیاگرام دما-ترکیب در فشار ثابت. ۱۴

شکل (۶-۱): چهار تپ دیاگرام فازی معمول در سیستم‌های پلیمری. ۱۵

شکل (۷-۱): دیاگرام فازی محلول آبی کوپلیمر $(\text{Poly}(\text{vinyl alcohol})_{93}\text{-co-}(\text{vinyl acetate})_7$. ۱۹

شکل (۸-۱): فرایند ریخته‌گری حلال پیوسته برای تولید فیلمهای پلیمری. ۲۴

شکل (۹-۱): مدلی روزمره از پلیمر گیر افتاده‌ی مذاب. ۳۱

شکل (۱۰-۱): دیاگرام شماتیک تهیه‌ی غشای قلیایی PVA/PVP. ۳۶

شکل (۱۱-۱): مدل ساختار داخلی آمیخته PVA/PVP دوپه شده با KOH و تصویر غشای تهیه شده

با روش آمیخته سازی و ایجاد اتصالات عرضی شیمیایی. ۳۷

شکل (۱-۲): تجمع پیچ‌های پلیمری در محلولهای آبی حاوی PVP. ۴۳

شکل (۲-۲): فیلمهای پلیمری تهیه شده به روش تبخیر حلال در دمای محیط. ۴۴

شکل (۱-۳): الگوی XRD هموپلیمر پلی (وینیل الکل). ۵۰

شکل (۲-۳): طیف XRD هموپلیمر پلی (وینیل پایرولیدون). ۵۱

شکل (۳-۳): طیفهای XRD مربوط به فیلم‌های آمیخته شده PVA و PVP. ۵۲

شکل (۴-۳): نمایش دو بعدی مدل مایسل حاشیه دار برای پلیمرهای نیمه بلوری. ۵۳

شکل (۵-۳): برازش بکار رفته برای جداسازی پیکهای بلوری از حلقه‌ی بی نظم پلی وینیل الکل

خالص. ۵۷

فهرست تصاویر و اشکال..... ii

شکل (۳-۶): برازش جداسازی پیکهای بلوری از حلقه سی بی نظم آمیخته PVA/PVP با درصد

وزنی ۷۵/۲۵..... ۵۹

شکل (۳-۷): ترمو گرام گرماسنجی تفاضلی برای فیلم پلی (وینیل الکل) خالص..... ۶۳

شکل (۳-۸): ترمو گرام گرماسنجی تفاضلی برای فیلم پلی (وینیل پایرولیدون) خالص..... ۶۴

شکل (۳-۹): ترموگرامهای DSC مربوط به هموپلیمرها و آمیخته های مختلف از پلی (وینیل الکل) و

پلی (وینیل پایرولیدون) در محدوده ی ۱۸۰ تا ۲۵۰ درجه سانتی گراد، برای بررسی دقیقتر پیک ذوب

پلی (وینیل الکل)..... ۶۵

شکل (۳-۱۰): اندازه گیری آنتالپی های ذوب PVA خالص و آمیخته PVA/PVP با درصد وزنی

۷۵/۲۵، با اندازه گیری سطح زیر منحنی با استفاده از نرم افزار ta60..... ۷۱

شکل (۳-۱۱): طیفهای FTIR و باندهای مشخصه سی زیر قرمز فیلمهای پلی وینیل الکل و پلی

وینیل پایرولیدون خالص..... ۷۴

شکل (۳-۱۲): تأثیر مقدار پلی (وینیل پایرولیدون) روی پیک بلوری پلی (وینیل الکل) در طیف

FTIR..... ۷۶

شکل (۳-۱۳): طیف FTIR پلی وینیل پایرولیدون خالص و آمیخته های آن با پلی وینیل الکل با

ترکیب درصدهای وزنی مختلف در ناحیه نزدیک به باند کششی کربونیل..... ۷۸

شکل (۳-۱۴): طیف FTIR پلی (وینیل الکل) خالص و آمیخته های آن با پلی (وینیل پایرولیدون) با

ترکیب درصدهای وزنی مختلف در ناحیه نزدیک به باند کششی هیدروکسیل..... ۸۰

شکل (۳-۱۵): انواع برهمکنشهای هیدروژنی موجود در فیلمهای پلی وینیل الکل/پلی

وینیل پایرولیدون..... ۸۱

نمایش شماتیک زنجیرها در آمیخته PVA/PVP در حالت محلول و در فیلم جامد..... ۸۳

جدول (۱-۱): تعریف اصطلاحات مرتبط با امتزاج پذیری آمیخته های پلیمری. ۵

جدول (۲-۱): مثالهایی از ریخته‌گری حلال آمیخته‌های پلیمری..... ۲۵

جدول (۳-۱): محدوده‌ی حساسیت روشهای مختلف آشکارسازی جدایش فازی، برای توصیف رفتار

پلیمرها..... ۲۶

جدول (۴-۱): ساختار شیمیایی و برخی خواص PVA و PVP ۳۸

جدول (۱-۳): خروجی برازش پیکهای بلوری و بی نظم فیلم پلی وینیل-الکل خالص در نرم افزار

Origin..... ۵۸

جدول (۲-۳): خروجی Origin برای برازش پیکهای بلوری و بی نظم آمیخته‌ی PVA/PVP با

درصد وزنی ۷۵/۲۵..... ۶۰

جدول (۳-۳): جرم-های مولی، جرم-های مونومری و حجم-های مونومری پلی (وینیل الکل) و

پلی (وینیل پایرولیدون)..... ۶۸

جدول (۴-۳): مقادیر اندازه گیری شده- برای دماها و آنتالپی-های ذوب فیلمهای پلی (وینیل الکل)

خالص و آمیخته PVA/PVP با درصد وزنی ۷۵/۲۵..... ۶۸

جدول (۵-۳): مقایسه نتایج آنالیزهای XRD و DSC برای تعیین میزان بلورینگی فیلمهای پلیمری..... ۷۰

جدول (۶-۳): باندهای زیر قرمز اصلی فیلمهای پلی وینیل-الکل و پلی وینیل-پایرولیدون خالص..... ۷۴

جدول (۷-۳): نتایج آنالیز DSC برای تعیین میزان بلورینگی فیلمهای پلیمری..... ۷۳

جدول (۸-۳): باندهای زیر قرمز اصلی فیلمهای پلی (وینیل الکل) و پلی (وینیل پایرولیدون) خالص..... ۷۵

فهرست جداول.....ii

جدول (۳-۹): مقایسه‌ی نتایج آنالیزهای XRD ، DSC و FTIR برای تعیین میزان بلورینگی فیلمهای

پلیمری.....۸۳

فصل اول

مقدمه و بررسی منابع

۱-۱- آمیخته های پلیمری^۱

تولید محصولات پلیمری در ۵۰ سال گذشته به سرعت رشد کرده است. ولی در حال حاضر تغییر مشخصی در زمینه‌ی تحقیق و توسعه بر روی مواد پلیمری در حال وقوع است. تا مدت‌ها

محققین برای تولید مواد پلیمری با خواص جدید در پی انتخاب مونومرهای جدید و مناسب بودند، اما امروزه تولید تجاری پلیمرهای جدید بر اساس مونومرهای جدید تنها به چند حوزه‌ی خاص محدود می‌شود و از سوی دیگر تولید آمیخته‌های جدید پلیمری بر اساس پلیمرهای شناخته شده به سرعت در حال گسترش است. بازار مواد پلیمری بر پایه آمیخته‌های پلیمری در دو دهه‌ی اخیر به طور پیوسته در حال افزایش بوده است [۱].

آمیخته کردن پلیمرها روشی ساده برای توسعه مواد پلیمری جدید می‌باشد. با این روش می‌توان موادی با خواص ممتازتر از هر یک از اجزای مخلوط تهیه کرد. تولید موادی با خواص جدید با این روش در مقایسه با روشهای توسعه مونومرها و مسیرهای جدید پلیمریزاسیون، معمولاً هزینه و زمان کمتری صرف می‌شود. مزیت دیگر این روش این است که خواص آمیخته را می‌توان با تغییر ترکیب آن نیز بهبود بخشید.

آمیخته‌های پلیمری را می‌توان به سه دسته تقسیم کرد، آمیخته‌های کاملاً امتزاج پذیر^۱، آمیخته‌ها با امتزاج پذیری جزئی^۲ و آمیخته‌های کاملاً امتزاج نا پذیر^۳. با توجه به اینکه اختلاط پلیمرها در بیشتر موارد فرایندی گرماگیر است، همچنین به دلیل جرم مولکولی بالای پلیمرها، افزایش آنتروپی اختلاط ناچیز و قابل صرفه نظر کردن می‌باشد. در واقع آمیخته‌های کاملاً امتزاج پذیر نادر هستند. تنها چند آمیخته کاملاً امتزاج پذیر تا کنون شناسایی شده است [۱]. مخلوطهای پلیمری اغلب آمیخته‌های امتزاج ناپذیر تشکیل می‌دهند و چون در این آمیخته‌ها چسبندگی بین اجزای دو پلیمر ناچیز است معمولاً غیر قابل استفاده اند، مگر اینکه بتوان آنها را سازگار^۴ کرد.

1 Completely miscible blends

2 Partially miscible blends

3 Fully immiscible blends

4 Compatible

از سوی دیگر با توجه به تحقیقات اخیر مشخص شده است که امتزاج پذیری دسته‌ی بزرگی از پلیمرها به دلیل تشکیل پیوند هیدروژنی درون مولکولی است. بنابراین می‌توان از پیوند هیدروژنی بین مولکولی برای افزایش سازگاری آمیخته‌های امتزاج ناپذیر استفاده کرد [۱].

۱-۲- ترمودینامیک سیستم‌های دو جزئی پلیمری

کارایی آمیخته‌های پلیمری به خواص اجزای پلیمری بکار رفته و چگونگی آرایش آنها بستگی دارد. آرایش فضایی زنجیرهای پلیمری توسط ترمودینامیک و مورفولوژی تحمیلی توسط جریان^۱ کنترل می‌شود. واژه‌ی "ترمودینامیک" همواره یادآور "امتزاج پذیری" است، با این حال ترمودینامیک استفاده‌های وسیعتری برای فعالان عرصه‌ی علوم و تکنولوژی پلیمر دارد.

آمیخته کردن اجزاء هموپلیمری^۲ یکسان یا ایزومرهایی با جرم مولکولی متفاوت امتزاج پذیری را تضمین نمی‌کنند. به عنوان مثال مطالعه‌ی کوهن^۳ و توراداس^۴ [۲] نشان می‌دهد که آمیخته او۱-۲-پلی- بوتادی‌ان با جرم مولکولی 3×10^4 و او۱-۴-پلی بوتادی‌ان با جرم مولکولی 1×10^5 امتزاج ناپذیر هستند. غیر از جرم مولکولی فاکتورهای دیگری نیز وجود دارند، این فاکتورها در ارتباط با ترمودینامیک اختلاط^۵ هستند.

اصطلاحات سازگاری و امتزاج‌پذیری معمولاً به عنوان مترادف یکدیگر بکار می‌روند. اصطلاح سازگاری معمولاً برای توصیف "چسبندگی خوب"^۶ که به بهبود خواص و سهولت اختلاط منجر می‌شود بکار می‌رود [۳]. اصطلاح امتزاج‌پذیری برای توصیف اختلاط در مقیاس مولکولی بکار می‌-

-
- 1 Flow-imposed morphology
 - 2 Homopolymer
 - 3 Cohen
 - 4 Torradas
 - 5 Thermodynamic of mixing
 - 6 Good adhesion

رود، هنگامی که آمیخته حاصل رفتاری شبیه یک سیستم تک فازی دارد [۲]. با این حال امتزاج پذیری به معنای یک اختلاط مولکولی ایده آل نمی باشد، بلکه یک سطح کافی از اختلاط مولکولی است که به خواص ماکروسکوپییک مانند یک سیستم تک فازی منجر می شود [۲]. عموماً با توجه به ماهیت پلی-دیسپرسیته^۱ می توان بسیاری از پلیمرها را به عنوان آمیخته تفسیر کرد. با این حال اصطلاح آمیخته معمولاً به مخلوطی از دو یا چند پلیمر با ساختارهای شیمیایی متفاوت اشاره دارد.

طبق اصول ترمودینامیکی آمیخته های پلیمری امتزاج پذیر خواهند بود که انرژی آزاد گیبس اختلاط (ΔG_m) آنها منفی باشد. اصطلاحات مرتبط با امتزاج پذیری پلیمرها در جدول (۱-۱) خلاصه شده است. انرژی آزاد، ترکیبی از اثرات آنتروپی و آنتالپی اختلاط است. ثابت شده است که در آمیخته های پلیمر-پلیمر به علت وزن مولکولی بالایشان جمله ی آنتروپی سهم کمی در کاهش انرژی آزاد دارد. بنابراین دغدغه ی امتزاج پذیری پلیمر به طور عمده روی کاهش آنتالپی اختلاط متمرکز می شود. آنتالپی اختلاط مستقیماً به برهمکنشهای^۲ بین اجزای پلیمر در مقیاس زیر مولکولی (سگمته^۳) مربوط می شود.

$$\Delta G_m = \Delta H_m - T \cdot \Delta S_m \quad [1-1]$$

$$\frac{\Delta G_m}{RT} = \frac{\phi_A}{M_A} \cdot \ln \phi_A + \frac{\phi_B}{M_B} \cdot \ln \phi_B + \chi \cdot \phi_A \cdot \phi_B \quad [2-1]$$

$$\frac{\Delta H_m}{RT} = \chi \cdot \phi_A \cdot \phi_B \quad [3-1]$$

M_i و ϕ_i در روابط فوق به ترتیب بیانگر کسر حجمی و جرم مولکولی جزء i می باشند.

1 Polydispersity
1 Interactions
3 Segmental level

جدول (۱-۱): اصطلاحات مرتبط با امتزاج پذیری آمیخته های پلیمری.

اصطلاح	تعریف
آمیخته ی پلیمری امتزاج پذیر	آمیخته ی پلیمری همگن تا سطح مولکولی، بزرگی حوزه ها در این سطح قابل مقایسه با ابعاد ماکرومولکولها است، همراه با مقدار منفی برای انرژی آزاد و گرمای اختلاط،
	$\frac{\partial^2 \Delta G_m}{\partial \phi^2} > 0 \text{ و } \Delta G_m \cong \Delta H_m \leq 0$
آمیخته ی پلیمری امتزاج ناپذیر	آمیخته ی پلیمری که انرژی آزاد اختلاط آن مقداری مثبت است،
	$\Delta G_m \cong \Delta H_m > 0$
آلیاژ پلیمری ^۱	آمیخته ی پلیمری امتزاج ناپذیر سازگار شده با فاز مشترک و مورفولوژی اصلاح شده.
فاز مشترک ^۲	فاز سوم در آلیاژهای پلیمری دوتایی که توسط نفوذ زنجیرهای پلیمری در یکدیگر و سازگارسازی بوجود می آید. ضخامت این فاز بسته به امتزاج پذیری و سازگاری پلیمرها بین ۲ تا ۶۰ نانومتر است.
سازگارسازی	فرایند اصلاح فاز مشترک در آمیخته های پلیمری امتزاج ناپذیر در اثر کاهش کشش بین سطحی و توسعه و تثبیت مورفولوژی مطلوب که باعث پدید آمدن آلیاژهای پلیمری با کارایی افزوده می شود.

آنتالپی‌های منفی بیانگر غالب بودن نیروهای جاذبه بر دافعه می‌باشند. تئوری فلوری-هاگینز^۱ که مبین مدلی از یک محلول منظم^۲ است (معادله‌ی [۲-۱]) پارامتر برهمکنش^۳ χ را معرفی می‌کند که مستقیماً متناسب است با آنتالپی اختلاط (معادله‌ی [۳-۱]). پارامتر برهمکنش برای تعیین کمیت برهمکنش شیمیایی طرح شده است. بیشتر پلیمرهای متفاوت (از نظر شیمیایی) χ مثبت دارند و مخلوط آنها نیز تک فازی نخواهد بود، البته زمانی که جرم مولکولی اجزای پلیمری به اندازه‌ی کافی بالا باشد که جمله‌ی $T\Delta S_m$ ناچیز شود. آمیخته‌های حاصل از اختلاط چنین پلیمرهایی جدایی فازی^۴ خواهند داشت.

هیلدبراند [۴] پارامتر حلالیت δ را معرفی کرد که می‌توان از آن برای تخمین پارامتر برهمکنش بر اساس معادله‌ی [۴-۱] استفاده کرد. با این حال تئوری حلالیت هیلدبراند تنها در غیاب برهمکنش‌های ویژه نتایج درستی خواهد داشت یعنی برای مولکولهای غیرقطبی یا با قطبیت ضعیف. بر اساس تئوری هیلدبراند، χ_r پارامتری تجربی است شامل هر دو سهم آنتالپیک و آنتروپیک. به طور تجربی، پارامتر χ به صورت معادله‌ی [۵-۱] با دما تغییر می‌کند.

$$\chi = \frac{V}{RT} \cdot (\delta_A - \delta_B)^2 \quad [۴-۱]$$

$$\chi_r = a + \frac{b}{T} \quad [۵-۱]$$

جفت پلیمری که برهمکنش ویژه (χ منفی) دارند، به خوبی مخلوط می‌شوند و به دلیل نیروی جاذبه‌ی قوی، آستانه‌ی جرم مولکولی که در آن آمیخته امتزاج‌پذیر خواهد بود بالاتر است. به منظور

1 Flory-Huggins theory
 2 Regular solution
 3 Interaction parameter
 4 Phase separation