



دانشگاه آزاد اسلامی

واحد تهران جنوب

دانشکده تحصیلات تکمیلی

سمینار برای دریافت درجه کارشناسی ارشد “M.Sc”

مهندسی پلیمر - صنایع پلیمر

عنوان :

بررسی اثرافزودن نانو کلی به پلی الفین های اصلاح شده با الاستومر

استاد راهنما :

نگارش:

## فهرست مطالب

۱	چکیده
۲	مقدمه
۳	فصل اول: آلیاژهای پلیمری
۴	(۱-۱) مقدمه
۵	(۲-۱) پیشینه تحقیق
۵	(۳-۱) آلیاژسازی
۶	(۴-۱) عوامل مؤثر بر آلیاژسازی
۸	(۵-۱) طرز تهیه آلیاژهای پلیمری
۸	(۱-۵-۱) اختلاط مذاب ( <i>Melt Mixing</i> )
۹	(۲-۵-۱) کوپلیمریزاسیون ( <i>Block and Graft Copolymerization</i> )
۹	(۳-۵-۱) ریخته‌گری محلولی ( <i>Solution Casting</i> )
۹	(۴-۵-۱) مخلوط در حالت لاتکس ( <i>Latex Blending</i> )
۱۰	(۵-۵-۱) پلیمرهای شبکه‌ای در هم نفوذ کرده ( <i>IPN</i> )
۱۲	(۶-۱) روشهای بهبود سازگاری:
۱۲	(۱-۶-۱) کوپلیمریزاسیون:
۱۲	(۲-۶-۱) شبکه‌ای کردن:
۱۲	(۳-۶-۱) شبکه پلیمرها در هم نفوذ کرده <i>IPN</i>
۱۳	(۴-۶-۱) عامل دار کردن
۱۳	(۵-۶-۱) پیوند یونی:
۱۳	(۶-۶-۱) روش‌های متفرقه
۱۴	فصل دوم: روشهای تهیه نانوکامپوزیت
۱۵	(۱-۲) مقدمه

۱۵	۲-۱-۱) تاریخچه فناوری نانو
۱۹	۲-۱-۲) انواع نانومواد مورد استفاده در تهیه نانوکامپوزیتها
۱۹	۲-۲) نانوکامپوزیتهای پلیمر / <i>clay</i>
۱۹	۲-۲-۱) مقدمه
۲۰	۲-۲-۲) تعریف
۲۱	۲-۲-۳) انواع کامپوزیتهای بر پایه پلیمر و فیلر لایه ای
۲۲	۲-۲-۴) چگونگی تشکیل نانوکامپوزیتهای بر پایه سیلیکاتهای لایه ای
۲۵	۲-۳) روش های تهیه نانو کامپوزیتها
۲۵	۲-۳-۱) پلیمریزاسیون نفوذی درجا (In situ intercalative polymerization method)
۲۷	۲-۳-۲) درهمگرفتنی پلیمر یا پیش پلیمر از محلول (Solution Intercalation)
۳۰	۲-۳-۳) روش درهمگرفتنی مذاب (melt intercalation)
۳۱	۲-۴) شناسایی و مطالعه مورفولوژی نانوکامپوزیتهای پلیمری
۳۵	۲-۵) خواص نانوکامپوزیتها
۳۵	۲-۵-۱) خواص مکانیکی
۳۵	۲-۵-۱-۱) تحلیل دینامیکی-مکانیکی (DMA)
۳۷	۲-۵-۱-۲) خواص کششی
۴۲	۲-۵-۱-۳) خواص فشاری
۴۳	۲-۵-۱-۴) چقرمگی شکست
۴۴	۲-۵-۲) مقاومت در برابر نفوذ
۴۵	۲-۵-۳) خواص حرارتی
۴۵	۲-۵-۳-۱) پایداری حرارتی
۴۵	۲-۵-۳-۲) قابلیت اشتعال
۴۶	۲-۵-۴) خواص اپتیکی
۴۶	۲-۵-۵) قابلیت بازیافت
۴۷	۲-۵-۶) بررسی خواص ضربه ای
۴۸	۲-۶) کاربردهای نانو کامپوزیتها
۵۰	۲-۶-۱) اتومبیل سازی

۵۱	۲-۶-۲ صنایع بسته بندی
۵۲	۲-۶-۳ ضد حریق کردن پلاستیکها
۵۳	۲-۶-۴ تهیه الیاف و فیلم ها
۵۴	۲-۶-۴ دیگر کاربردها
۵۵	۲-۷ بازار جهانی پلیمرنانوکامپوزیتها
۶۵	فصل سوم: جمع بندی و تحلیل نهایی
۶۶	۳-۱ جمع بندی و تحلیل نهایی
۶۷	۳-۲ پیشنهادات
۶۸	منابع و ماخذ
۶۹	مراجع فارسی
۶۹	مراجع لاتین
۷۱	چکیده انگلیسی

## فهرست جداول

- ۱۸ جدول (۱-۲) برخی از رویدادهای مهم تاریخی در شکل‌گیری فناوری و علوم نانو
- ۴۷ جدول (۲-۲) - خواص ضربه‌ای و کششی هیبریدهای مختلف
- ۴۹ جدول (۳-۲) لیست جزئی تامین‌کنندگان مواد نانوکامپوزیت

## فهرست تصاویر

- شکل (۱-۱): تقسیم‌بندی آلیاژها از نظر سازگاری ۷
- شکل (۲-۱): تقسیم‌بندی آلیاژها از نظر روش ساخت ۷
- شکل (۳-۱): نمای شماتیک از ترکیب ساده دو پلیمر ۱۱
- شکل (۱-۲): انواع ساختارهای نانوکامپوزیتهای بر پایه فیلرهای لایه ای ۲۱
- شکل (۲-۲) فرآیند تعویض کاتیون های موجود میان لایه های *Clay* توسط یونهای آلکیل آمونیوم ۲۳
- شکل (۳-۲) اصلاح سیلیکات های لایه ای توسط واکنش تعویض یون و تشکیل نانوکامپوزیت، (a) ۲۳
- کامپوزیت معمولی، (b) *intercalated*، (c) *exfoliated* ۲۳
- شکل (۴-۲) تاثیر کاتیون های آلکیل آمونیوم با طول گروه آلکیل متفاوت بر روی فواصل میان لایه ۲۴
- شکل (۵-۲) *exahydrophthalic anhydride bisphenol A diglycidylether* حاوی ۱۰٪ وزنی *ME fluolomica* ۲۴
- Talcum*، ۱۰۰٪ اصلاح شده توسط *n-alkylamine* با طول های زنجیر متفاوت می باشد. ۲۵
- شکل (۶-۲) مراحل فرآیند پلیمر شدن درجا ۲۶
- شکل (۷-۲) نمایی از کامپوزیتهای قابل حصول با روش پلیمریزاسیون درجا ۲۷
- شکل (۸-۲) مراحل روش درهمرفتگی محلول ۲۷
- شکل (۹-۲) نمایی از روش لاتکس برای تشکیل نانوکامپوزیت ۳۰
- شکل (۱۰-۲) مراحل روش درهمرفتگی مذاب ۳۰
- شکل (۱۱-۲) نمایی از درهمرفتگی مذاب ۳۱
- شکل (۱۲-۲) اندازه گیری سطح زیر منحنی و تخمین میزان ورقه ورقه شدن ۳۲
- شکل (۱۳-۲) نمودارهای *WAXD* و تصاویر *TEM* از سه نوع نانوکامپوزیت مختلف ۳۴
- شکل (۱۴-۲) نمودارهای *DMA* از نایلون ۶ و نانوکامپوزیتهای حاصل ۳۶
- شکل (۱۵-۲) نمودارهای *DMA* از *PLA* و نانوکامپوزیتهای حاصل: (a) بدون و (b) با *PCL* الیگومر ۳۷

- شکل ۲-۱۶) تشکیل پیوندهای هیدروژنی در نانوکامپوزیتهای *N6/MMT*. ۳۸
- شکل ۲-۱۷) اثر خاک رس بر مدول کششی در نانوکامپوزیتهای *N6/OMLS* از طریق اکستروژن مذاب ۳۸
- شکل ۲-۱۸) اثر خاک رس بر مدول کششی در دمای ۱۲۰ درجه سانتیگراد ۳۹
- شکل ۲-۱۹) نمودارهای تنش- کرنش برای *EPDM* و نانوکامپوزیتهای ۱۰٪ حاصل ۴۰
- شکل ۲-۲۰) وابستگی مقاومت پارگی *EPDM/MMT* به میزان پرکننده ۴۰
- شکل ۲-۲۱) تغییرات مدول و استحکام خمشی نسبت به درصد *Clay* در نانوکامپوزیت بر پایه نایلون ۶ ۴۳
- شکل ۲-۲۲) مسیر زیگزاک (*tortuouse*) نفوذ گاز ۴۴
- شکل ۲-۲۳) درجه حرارت نرم شدگی با *HDT* نانوکامپوزیتهای بر پایه نایلون ۶/*clay* ۴۵
- شکل ۲-۲۴) تغییر استحکام کششی و مقاومت ضربه پلی پروپیلن با افزایش نانو مواد ۵۸
- شکل ۲-۲۵) تغییر استحکام کششی و مقاومت ضربه پلی پروپیلن با افزودن رابر *EPDM* ۵۸
- شکل ۲-۲۶) تغییرات مقاومت ضربه با تغییر شرایط فرایندی و تغییر مقدار نانو مواد ( $PP/EPDM=80/20$ ) ۵۸
- شکل ۲-۲۷): (a) one-step, A-SiO<sub>2</sub>; (b) two-step, A-SiO<sub>2</sub>; (c) one-step, B-SiO<sub>2</sub>; (d) two-step, B-SiO<sub>2</sub>. ۵۹
- شکل ۲-۲۸): SEM images of PP/EPDM/B-SiO<sub>2</sub> ternary composites prepared by two-step processing method (a) 90:10:3; (b) 80:20:3; (c) 70:30:3 d, the average rubber particle diameter; t, the average interparticle distance ۶۰
- شکل ۲-۲۹): تصاویر مورفولوژیکی PP-g-MA/EPDM/nano-SiO<sub>2</sub> (80/20/3) ternary composites: (a) one-step, A-SiO<sub>2</sub>; (b) two-step, A-SiO<sub>2</sub>; (c) one-step, B-SiO<sub>2</sub>; (d) two-step, B-SiO<sub>2</sub> ۶۳
- شکل ۲-۳۰): تغییر شرایط مورفولوژی با تغییر شرایط زمان اختلاط PP/EPDM/B-SiO<sub>2</sub> (80/20/3) composites at different mixing times: (a) one-step; (b) two-step; (1) 10 min; (2) 20 min; (3) 30 min. ۶۴

## چکیده:

پلی الفین ها در دسترس ترین و ارزان ترین پلیمر می باشد که خواص عمومی مناسبی دارد ولیکن برای کاربردهای مهندسی بدلیل خواص مکانیکی ضعیف مناسب نمی باشد. برای بهبود خواص ضربه پذیری پلی الفین ها از لاستیک *EPDM* استفاده می شود که باعث بهبود خواص ضربه می شود ولیکن مدول را کاهش می دهد. افزودن فیلر های معدنی باعث بهبود مدول می شود ولیکن مقاومت ضربه و خواص کششی را کاهش می دهد. با افزودن هم زمان رابر و فیلر می توان بهبود خواص ضربه و مدول را بدست آورد. در این سمینار اثر افزودن نانو کلی و رابر *EPDM* و تغییر خواص مکانیکی و ضربه پذیری پلی پروپیلن را بررسی کردیم.

مشاهده کردیم که با افزودن رابر مدول کاهش یافته ولی خواص کششی و مقاومت ضربه بهبود می یابد. سپس نقطه بهینه مقدار رابر را بدست آورده و مقدار مورد نظر نانو کلی را اضافه کردیم. برای این منظور طی سه مرحله جداگانه پلی پروپیلن، نانو کلی و رابر را اضافه کرده و تغییرات خواص با ترتیب افزودن مواد را بررسی و تحلیل نمودیم. مشاهده شد که در حالتی که ابتدا رابر را با نانو کلی مخلوط کرده و سپس پلی پروپیلن به آن اضافه می شود بهترین خواص مکانیکی را بدست می آوریم. تصاویر میکروسکوب الکترونی نیز در این حالت سازگاری مناسب فاز پلاستیک و لاستیک را نشان می دهد.

کلید واژه: پلی الفین، نانو کامپوزیت سه جزئی، اکسترودر دو مارپیچه، خاک رس آلی دوست