بسم الله الرحمن الرحيم

بسمه تعالی

مدیریت تحصیلات تکمیلی

تعهد نامه اصالت اثر

اینجانب **سجاد دانش پایه** متعهد می‌شوم که مطالب مندرج در این پایان نامه حاصل کار پژوهشی اینجانب است و دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این پژوهش از آن استفاده شده است، مطابق مقررات ارجاع و در فهرست منابع و مأخذ ذکرگردیده است. این پایان نامه قبلاً برای احراز هیچ مدرک هم سطح یا بالاتر ارائه نشده است. در صورت اثبات تخلف(در هر زمان) مدرک تحصیلی صادر شده توسط دانشگاه از اعتبار ساقط خواهد شد.

کلیه حقوق مادی و معنوی اثر متعلق به دانشگاه شهید رجایی می‌باشد.

امضاء

سجاد دانش پایه

تهران – لویزان – کدپستی ۱۶۷۸۸- صندوق پستی ۱۶۳-۱۶۷۸۵ تلفن ۹-۲۲۹۷۰۰۶۰ (داخلی ۲۳۴۷)نمابر ۲۲۹۷۰۰۱۱ پست الکترونیک sru@sru.ac.ir

دانشکده مهندسی مکانیک

تحلیل تجربی خواص مکانیکی نانو کامپوزیت های سه تایی پلی پروپیلن/پلی اتیلن خطی چگالی پایین/نانو ذرات اکسید تیتانیوم

نگارش
سجاد دانش پایه

استاد راهنما
دکتر فرامرز آشنای قاسمی
دکتر اسماعیل قاسمی
استاد مشاور
دکتر نصراله بنی مصطفی عرب

پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد
در رشته مهندسی مکانیک گرایش طراحی کاربردی

بهمن ماه ۱۳۹۱

تأییدیه‌ی هیأت داوران جلسه‌ی دفاع از پایان‌نامه/رساله

نام دانشکده: مهندسی مکانیک

نام دانشجو: سجاد دانش پایه

عنوان پایان‌نامه: **تحلیل تجربی خواص مکانیکی نانو کامپوزیت های سه تایی پلی پروپیلن/پلی اتیلن خطی چگالی پایین/نانو ذرات اکسید تیتانیوم**

تاریخ دفاع:

رشته: مهندسی مکانیک

گرایش: طراحی کاربردی

ردیف	سمت	نام و نام خانوادگی	مرتبه دانشگاهی	دانشگاه یا مؤسسه	امضا
۱	استاد راهنما				
۲	استاد راهنما				
۳	استاد مدعو خارجی				
۴	استاد مدعو داخلی				

تقدیم به:

پدر و مادر عزیزم به پاس ایثار

فداکاری

و پشتیبانی شان

در سراسر زندگیم

و

اساتید راهنمای مهربان و صبورم

به خاطر تشویق ها

کمک های فراوانشان

در به اتمام رساندن پایان نامه

تشکر و قدردانی:

چکیده

پلی‌پروپیلن(PP) یکی از پرمصرف‌ترین پلاستیک‌های موجود است. این ترموپلاستیک در کنار خواص نسبتا خوب مکانیکی، از مدول، چقرمگی و استحکام ضربه‌ای پایینی برخوردار است. که این موضوع در بعضی از کاربردها استفاده از PP را محدود ساخته است. که می‌توان با افزودن نانو ذرات تیتانیوم دی اکسید(TiO_2) برخی از این خواص را بهبود بخشید.

در این تحقیق نانوکامپوزیت‌هایی بر پایه‌ی PP/LLDPE و نانو ذرات تیتانیوم دی‌اکسید به وسیله‌ی روش اختلاط مذاب تهیه شدند. هدف از این مطالعه بررسی خواص مکانیکی، حرارتی و ریخت شناختی نانو کامپوزیت‌های مذکور است.

به منظور دستیابی به این اهداف، طرح آزمایش تحقیق به کمک طرح Box-Behnken روش رویه پاسخ(RSM) انجام شد و بر اساس آن پلی‌اتیلن خطی چگالی پایین(LLDPE) در سه سطح ۲۰wt%، ۴۰wt% و ۶۰wt%، نانو ذرات تیتانیوم دی‌اکسید در سه سطح 0wt%، ۲wt% و ۴wt% و عامل سازگارکننده‌ی SEBS در سه سطح 0wt%، ۳wt% و ۶wt% به ماتریس پلیمری پلی‌پروپیلن(PP) افزوده شدند. پس از اینکه نمونه‌ها مهیا شدند، مورد آزمون‌های مکانیکی ضربه و کشش قرار گرفتند. برای بررسی تاثیر نانو ذرات تیتانیوم دی‌اکسید بر دمای ذوب و دمای بلورینگی ترکیبات، نمونه‌ها به کمک روش DSC آنالیز حرارتی شدند. نتایج حاصل از آنالیز حرارتی نشان داد که افزودن نانو ذرات دی‌اکسید تیتانیوم موجب افزایش دمای بلورینگی پلی‌پروپیلن (PP) می‌شود. از طرف دیگر افزودن این نانو ذرات نقطه‌ی ذوب PP و LLDPE را اندکی افزایش می‌دهد.در گام دوم، نتایج حاصل از آزمون‌های مکانیکی ضربه وکشش به کمک روش رو به پاسخ (RSM) آنالیز و مقایسه شدند. نتایج حاصل از این انالیز نشان می‌دهد که به طور کلی افزودن پلی‌اتیلن خطی چگالی پایین (LLDPE) و عامل سازگارکننده SEBS، استحکام ضربه‌ای و ازدیاد طول تا پارگی ترکیبات را افزایش داده و استحکام کششی و مدول الاستیک ترکیبات را کاهش می‌دهند. از طرف دیگر افزودن نانو ذارت دی‌اکسید تیتاتنیوم (Tio_2) اندکی مدول الاستیک و استحکام ضربه‌ای ترکیبات را افزایش داده و استحکام کششی را کاهش می‌دهد.

در انتها، آزمون میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) جهت بررسی ریخت شناسی ترکیبات انجام شد. تصاویر حاصل از سطوح شکسته شده‌ی ترکیبات در نیتروژن مایع نشان می‌دهد که افزودن ۲wt% نانو ذرات تقریبا با پراکندگی خوب انها در ماتریس همراه است. در صورتی که در برخی نمونه‌های شامل ۴wt% نانو ذرات، تجمع، کلوخه شدن و به هم چسبیده شدن نانو ذرات مشاهده می‌شود.

کلید واژه‌ها: نانو کامپوزیت، خواص مکانیکی، پلی پروپیلن، پلی اتیلن خطی چگالی پایین، نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه و هدف ۱

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۲- اهداف تحقیق ۳

۱-۳- معرفی فصول ۴

فصل دوم: مروری بر منابع ۵

۲-۱- مقدمه ۶

۲-۱-۱- تعریف پلیمر ۷

۲-۱-۲- انواع پلیمر ها ۷

۲-۱-۲-۱- الاستومرها ۸

۲-۱-۲-۲- ترموستها ۸

۲-۱-۲-۳- ترموپلاست ها ۹

۲-۱-۳- تفاوت های بین پلیمرها با فلزات و سرامیک ها ۱۱

۲-۱-۴- آلیاژهای پلیمری ۱۲

۲-۲- کامپوزیت ها ۱۲

۲-۲-۱- تعریف کامپوزیت ۱۳

۲-۲-۲- طبقه بندی کامپوزیت ها ۱۴

۲-۳- نانو کامپوزیت ها ۱۴

۲-۳-۱ طبقه بندی نانوکامپوزیت ها ۱۵

۲-۳-۱-۱- نانوکامپوزیت های پایه پلیمری ۱۵

۲-۳-۱-۲- نانوکامپوزیت های پایه سرامیکی ۱۶

۲-۳-۱-۳- نانوکامپوزیت های پایه فلزی ۱۶

۲-۴- استحکام و رفتار تنش – کرنش پلیمرها با افزودن پرکننده های سخت ۱۶

۲-۵- نانومواد ۱۸

۲-۵-۱- تعریف نانو مواد ۱۸
۲-۵-۲- نانو ذرات تیتانیوم دی اکسید ۱۹
۲-۵-۲-۱- ساختار و مشخصات ۱۹
۲-۵-۲-۲- روشهای صنعتی تولید نانو دی اکسید تیتانیوم ۲۰
۲-۵-۲-۳- کاربردهای نانو ذرات تیتانیوم دی اکسید ۲۱
۲-۶- مروری بر منابع و تحقیقات ۲۲
۲-۶-۱- ترکیب پلی اتیلن و پلی پروپیلن ۲۲
۲-۶-۲- نانو کامپوزیت های پلی پروپیلنی و پلی اتیلنی ۲۳
۲-۶-۳- نانو کامپوزیت های دوتایی پلیمر/نانو ذرات تیتانیوم دی اکسید(TiO_2) ۲۵
۲-۶-۴- نانو کامپوزیت های سه تایی ۲۹
فصل سوم: مواد و روش ها ۳۲
۳-۱- مقدمه ۳۳
۳-۲- مواد ۳۳
۳-۲-۱- پلی پروپیلن ۳۳
۳-۲-۲- پلی اتیلن ۳۵
۳-۲-۳- نانو ذرات تیتانیوم دی اکسید(TiO_2) ۳۶
۳-۲-۴- عامل سازگارکننده(SEBS) ۳۷
۳-۲-۴-۱- کاربردها ۴۰
۳-۳- روش ها ۴۰
۳-۳-۱- طرحی آزمایش به کمک طرح Box-Behnken روش رویه پاسخ(RSM) نرم افزار Minitab16 ..... ۴۰
۳-۳-۲- ساخت نمونه ها ۴۱
۳-۳-۳- دستگاه های نمونه سازی ۴۲
۳-۳-۳-۱- دستگاه اکسترودر دوپیچه همسوگرد ۴۲

۳-۳-۳-۲- دستگاه قالب‌گیری تزریقی ۴۴
۳-۴- دستگاه ها و تجهیزات آزمون های تعیین خواص ۴۵
۳-۴-۱- دستگاه انجام آزمون کشش ۴۵
۳-۴-۲- آزمون ضربه ۴۵
۳-۴-۳- میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) ۴۶
۳-۴-۴- گرماسنجی روبشی تفاضلی(DSC) ۴۸
۳-۵- مفاهیم طرح Box-Behnken روش رویه پاسخ(RSM) ۴۹
۳-۵-۱- مفاهیم مربوط به جدول آنالیز واریانس ۵۰
فصل چهارم: نتایج و بحث ۵۳
۴-۱- مقدمه ۵۴
۴-۲- ساختار شناسی نمونه ها ۵۴
۴-۳- تحلیل خواص مکانیکی آمیزه ها ۵۷
۴-۳-۱- داده های آزمایش ۵۷
۴-۳-۲- تحلیل پاسخ استحکام ضربه ای ۵۸
۴-۳-۲-۱- بررسی تاثیر نانو ذرات تیتانیوم دی اکسید، پلی اتیلن خطی چگالی پایین و SEBS بر استحکام ضربه ای ۶۰
۴-۳-۳- تحلیل پاسخ استحکام کششی ۶۴
۴-۳-۳-۱- بررسی تاثیر نانو ذرات تیتانیوم دی کسید، پلی اتیلن خطی چگالی پایین و SEBS بر استحکام کششی ۶۶
۴-۳-۴- تحلیل پاسخ مدول الاستیک ۷۰
۴-۳-۴-۱- بررسی تاثیر نانو ذرات تیتانیوم دی اکسید، پلی اتیلن خطی چگالی پایین و SEBS بر مدول الاستیک ۷۳
۴-۳-۵- تحلیل پاسخ ازدیاد طول تا پارگی ۷۶

۴-۳-۵-۱- بررسی تاثیر نانو ذرات تیتانیوم دی اکسید، پلی اتیلن خطی چگالی پایین و SEBS بر ازدیاد طول تا پارگی ۷۷
۴-۴- بررسی خواص حرارتی ۸۱
۴-۴-۱- نتایج حاصل از آنالیز حرارتی ۸۱
فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات ۸۴
۵-۱- مقدمه ۸۵
۵-۱-۱- نتایج ۸۵
۵-۱-۲- پیشنهادات ۸۶
مراجع ۸۸

فهرست اشکال

شکل ۲-۱ قسمت‌های مختلف پلیمری داخل یک خودرو ۶
شکل ۲-۲ بزرگنمایی شده‌ی یک زنجیره‌ی بهم پیوسته از پلیمرها ۷
شکل ۲-۳ ساختار انوع پلیمر ها ۸
شکل ۲-۴ انواع پلیمرها از نظر ساختار،انواع مختلف پلیمرهای ترموپلاست و دو پلی‌الفین مشهور به همراه ساختار ۹
شکل ۲-۵ انواع تقویت کننده ۱۳
شکل ۲-۶ نمودار تنش – کرنش پلیمرها ۱۷
شکل۲-۷ انواع مختلف نانو مواد با توجه به تعداد ابعاد در حد نانوالف:یک بعدکمتر از ۱۰۰nm (نانو صفحه) ب:دو بعد کمتر از ۱۰۰nm (نانو لوله) ج:سه بعد کمتر از ۱۰۰nm (نانو ذره) ۱۹
شکل۲-۸ ساختارهای کریستالی نانو ذرات تیتانیوم دی‌اکسید الف:بروکیت ب:روتایل ج:آناتیس ۲۰
شکل ۲-۹ استحکام کششی PP و HDPE در مقابل مقدار نانو ذرات تیتانیوم دی‌اکسید بر حسب درصد وزنی ۲۷
شکل ۲-۱۰ استحکام ضربه‌ای PP در مقابل مقدار نانو ذرات تیتانیوم دی‌اکسید بر حسب درصد وزنی ۲۸
شکل ۲-۱۱ استحکام کششی در مقابل درصد وزنی نانو ذرات ۳۰
شکل ۳-۱ گرانول پلی پروپیلن Z30S ۳۴
شکل ۳-۲گرانول پلی‌اتیلن خطی چگالی پایین ۰۲۰۹ ..... ۳۶
شکل ۳-۳ مشخصات کامل نانو ذرات تیتانیوم دی‌اکسید مورد استفاده در تحقیق ۳۶
شکل ۳-۴ پودر سفید رنگ نانو ذرات تیتانیوم دی‌اکسید ۳۷
شکل ۳-۵ نمودار تنش – کرنش پلیمرهای کراتون ۳۹
شکل ۳-۶ پلیمر کراتون گرید G مورد استفاده در این تحقیق ۳۹
شکل ۳-۷ طرح واره دستگاه اکسترودر دوپیچه همسوگرد ۴۳
شکل ۳-۸ الف) دستگاه اکسترودر دوپیچه همسوگرد (ب) مراحل ترکیب شدن مواد به وسیله‌ی اکسترودر دوپیچه ۴۳
شکل ۳-۹ دستگاه تزریق مورد استفاده برای تهیه‌ی نمونه‌های آزمون‌ها ۴۴
شکل ۳-۱۰ تصویر نمونه‌های آزمون کشش و دستگاه کشش Zwick/Roell ۴۵
شکل ۳-۱۱ دستگاه ضربه RESIL IMPACTOR ۴۶
شکل ۳-۱۲ میکروسکوپ الکترونی روبشی ۴۷
شکل ۳-۱۳ روکش دهی نمونه ها جهت تصاویر SEM ۴۷
شکل ۳-۱۴ دستگاه آنالیز حرارتی ۴۹
شکل ۴-۱ تصویر FESEM شامل ۲wt% نانو ذرات با دو بزرگنمایی ۱۵kx و ۳۵kx الف)۲%TiO_2 ۰%SEBS ۷۸%PP۲۰%LLDPE ب)۲%TiO_2 ۶ %SEBS ۳۲%PP۶۰%LLDPE ۵۵
شکل۴-۲ نمونه‌های شامل ۴wt% نانو ذرات با بزرگنمایی ۱۵kx الف) ۴%$TiO_2$۰%SEBS ۵۶%PP۴۰%LLDPE ب)۴%TiO_2 ۳ %SEBS ۳۳%PP۶۰%LLDPE ۵۶
شکل۴-۳ نمونه‌های شامل ۴wt% نانو ذرات با بزرگنمایی ۳۵kx الف) ۴%$TiO_2$۳%SEBS ۷۷%PP۲۰%LLDPE ب) ۴%$TiO_2$۳%SEBS ۳۳%PP۶۰%LLDPE ۵۶
شکل ۴-۴ تصاویری از سطح مقطع نمونه های شکسته شده حاصل از آزمون ضربه ۵۸

شکل۴-۵ تغییرات استحکام ضربه‌ای درمقابل پلی‌اتیلن خطی چگالی پایین و عامل سازگارکننده ی SEBS به ازای مقادیر مختلف الف) ۰wt% نانو ذرات تیتانیوم دی‌اکسید ب) ۲wt% نانو ذرات تیتانیوم دی‌اکسید پ) ۴wt% نانو ذرات تیتانیوم دی‌اکسید ۶۰
شکل۴-۶ تغییرات استحکام ضربه‌ای درمقابل نانو ذرات تیتانیوم دی‌اکسید و عامل سازگارکننده‌ی SEBS به ازای مقادیر مختلف الف) ۲۰wt% پلی‌اتیلن خطی چگالی پایین ب) ۴۰wt% پلی‌اتیلن خطی چگالی پایین پ) ۶۰wt% پلی‌اتیلن خطی چگالی پایین ۶۲
شکل۴-۷ تغییرات استحکام ضربه‌ای درمقابل نانو ذرات تیتانیوم دی‌اکسید و پلی‌اتیلن خطی چگالی پایین به ازای مقادیر مختلف الف) ۰wt% عامل سازگارکننده‌ی SEBS ب) ۳wt% عامل سازگارکننده‌ی SEBS پ) ۶wt% عامل سازگارکننده‌ی SEBS ۶۳
شکل ۴-۸ تصویر نمونه‌ی گسیخته شده با آزمون کشش ۶۴
شکل۴-۹ تغییرات استحکام کششی درمقابل پلی‌اتیلن خطی چگالی پایین و عامل سازگارکننده‌ی SEBS به ازای مقادیر مختلف الف) ۰wt% نانو ذرات تیتانیوم دی‌اکسید ب) ۲wt% نانو ذرات تیتانیوم دی‌اکسید پ) ۴wt% نانو ذرات تیتانیوم دی‌اکسید ۶۷
شکل۴-۱۰ تغییرات استحکام کششی درمقابل نانو ذرات تیتانیوم دی‌اکسید و عامل سازگارکننده‌ی SEBS به ازای مقادیر مختلف الف) ۲۰wt% پلی‌اتیلن خطی چگالی پایین ب) ۴۰wt% پلی‌اتیلن خطی چگالی پایین پ) ۶۰wt% پلی‌اتیلن خطی چگالی پایین ۶۸
شکل۴-۱۱ تغییرات استحکام کششی درمقابل نانو ذرات تیتانیوم دی‌اکسید و پلی‌اتیلن خطی چگالی پایین به ازای مقادیر مختلف الف) ۰wt% عامل سازگارکننده‌ی SEBS ب) ۳wt% عامل سازگارکننده‌ی SEBS پ) ۶wt% عامل سازگارکننده‌ی SEBS ۶۹
شکل۴-۱۲ نمودار تنش- کرنش نمونه‌های یک ترکیب شامل SEBS% ۳ TiO_2 ۴%LLDPE ۶۰%PP۳۳%..... ۷۱
شکل۴-۱۳ تغییرات مدول الاستیک درمقابل پلی‌اتیلن خطی چگالی پایین و عامل سازگارکننده‌ی SEBS به ازای مقادیر مختلف الف) ۰wt% نانو ذرات تیتانیوم دی‌اکسید ب) ۲wt% نانو ذرات تیتانیوم دی‌اکسید پ) ۴wt% نانو ذرات تیتانیوم دی‌اکسید ۷۳
شکل۴-۱۴ تغییرات مدول الاستیک درمقابل نانو ذرات تیتانیوم دی‌اکسید و عامل سازگارکننده‌ی SEBS به ازای مقادیر مختلف الف) ۲۰wt% پلی‌اتیلن خطی چگالی پایین ب) ۴۰wt% پلی‌اتیلن خطی چگالی پایین پ) ۶۰wt% پلی‌اتیلن خطی چگالی پایین ۷۴
شکل۴-۱۵ تغییرات مدول الاستیک درمقابل نانو ذرات تیتانیوم دی‌اکسید و پلی‌اتیلن خطی چگالی پایین به ازای مقادیر مختلف الف) ۰wt% عامل سازگارکننده‌ی SEBS ب) ۳wt% عامل سازگارکننده‌ی SEBS پ) ۶wt% عامل سازگارکننده‌ی SEBS ۷۵
شکل۴-۱۶ تغییرات ازدیاد طول تا پارگی درمقابل پلی‌اتیلن خطی چگالی پایین و عامل سازگارکننده‌ی SEBS به ازای مقادیر مختلف الف) ۰wt% نانو ذرات تیتانیوم دی‌اکسید ب) ۲wt% نانو ذرات تیتانیوم دی‌اکسید پ) ۲wt% نانو ذرات تیتانیوم دی‌اکسید ۷۸
شکل ۴-۱۷ تغییرات ازدیاد طول تا پارگی درمقابل نانو ذرات تیتانیوم دی‌اکسید و عامل سازگارکننده‌ی SEBS به ازای مقادیر مختلف الف) ۲۰wt% پلی‌اتیلن خطی چگالی پایین ب) ۴۰wt% پلی‌اتیلن خطی چگالی پایین پ) ۶۰wt% پلی‌اتیلن خطی چگالی پایین ۷۹

شکل۴-۱۸ تغییرات ازدیاد طول تا پارگی درمقابل نانو ذرات تیتانیوم دی‌اکسید و پلی‌اتیلن خطی چگالی پایین به ازای مقادیر ازای مقادیر مختلف الف) ۰wt% عامل سازگارکننده‌ی SEBS ب) ۳wt% عامل سازگارکننده‌ی SEBS پ) ۶wt% عامل سازگارکننده‌ی SEBS ۸۰
شکل۴-۱۹ نتایج حاصل از آنالیز حرارتی در حالت سرد کردن(Cooling) ۸۲
شکل۴-۲۰ نتایج حاصل از آنالیز حرارتی در حالت گرم کردن(Heating) ۸۳

فهرست جداول

جدول ۳-۱مشخصات و ویژگی‌های PP-Z30S ارئه شده توسط شرکت تولید کننده(ARPC) ۳۴
جدول ۳-۲ مشخصات LLDPE-0209 گزارش شده توسط کارخانه تولید کننده(ARPC) ۳۵
جدول ۳-۳ مقدار مواد مورد استفاده بر حسب درصد در هر ترکیب بر اساس طراحی آزمایش Box-Behnken ۴۱
جدول ۳-۴ مقادیر مختلف مواد مصرفی بر حسب گرم ۴۲
جدول ۴-۱ نتایج تست های مختلف برای ۴ پاسخ ۵۷
جدول ۴-۲ نتایج مربوط به آنالیز واریانس استحکام ضربه ای ۵۹
جدول ۴-۳ ضرایب معادله‌ی رگرسیون برای استحکام ضربه ای ۵۹
جدول ۴-۴ نتایج مربوط به آنالیز واریانس استحکام کششی ۶۵
جدول ۴-۵ ضرایب معادله‌ی رگرسیون برای استحکام کششی ۶۶
جدول ۴-۶ نتایج مربوط به آنالیز واریانس مدول کششی ۷۱
جدول ۴-۷ ضرایب معادله‌ی رگرسیون برای مدول کششی ۷۲
جدول ۴-۸ نتایج مربوط به آنالیز واریانس ازدیاد طول تا پارگی ۷۶
جدول ۴-۹ ضرایب معادله‌ی رگرسیون برای ازدیاد طول تا پارگی ۷۷

فصل اول

مقدمه و هدف

۱-۱- مقدمه

ماده مرکب به ترکیبی از دو یا چند ماده‌ی جدا اطلاق می‌شود که دارای مرز مشخصی درمیان یکدیگرباشند. این ترکیب می‌تواند از موادی همسان مانند دو فلز و یا گونه‌های متفاوت مانند یک شیشه ویک پلاستیک تشکیل شده باشد.کامپوزیت‌ها از نگرش‌های مختلف می‌توانند به دسته‌های گوناگونی تقسیم بندی شوند. ساده‌ترین تقسیم بندی این است که براساس شکل پراکنده‌ها(ذره‌ای، فیبری، صحفه-ای) انجام شود.تقسیم بندی دیگر می‌تواند به لحاظ نوع ماتریسی[۱] که به عنوان پیوند دهنده استفاده می-شود (کامپوزیت‌های پایه فلزی، کامپوزیت‌های پایه پلیمری وکامپوزیت‌های پایه سرامیکی)صورت می-گیرد. اگر حداقل یکی از ابعاد پرکننده‌های موجود در کامپوزیت درحد نانومتر باشد به این نوع از کامپوزیت‌ها، نانوکامپوزیت اطلاق می‌شود.[۱]

درطول نیم قرن اخیر تعداد قابل توجهی از پلیمرها با ساختار متفاوت برای کاربردهای مختلف تولید و مورد مصرف قرارگرفته‌اند، دراین رابطه روش‌های زیادی مورد استفاده قرارگرفته که مهمترین آنها آلیاژسازی می‌باشد. آلیاژسازی پلیمری به دلیل ویژگهایی چون انعطاف پذیربودن درانتخاب مواد، قابلیت طراحی خواص محصول نهایی و نیز اقتصادی بودن از جایگاه ویژه‌ای برخوردار گردیده است.[۲]

اختلاط پلیمرها یا مخلوط کردن دو یا چند پلیمر به منظور پوشاندن ضعف‌های پلمیری خالص ازجمله: استحکام کششی و مدول پایین، استحکام ضربه‌ای کم، استحکام کم در برابر حلال‌ها، فرایندپذیری کم، عدم یکنواختی محصول، ضایعات زیاد و عدم استفاده مجدد از این ضایعات، عدم توانایی درتنظیم ترکیب وخواص آلیاژ براساس نیازمشتری ونقاط ضعف دیگری از این قبیل، ایده اولیه تولید آلیاژها بوده است.[۳]

با روی کار آمدن فناوری نانو و ایجاد ساختارهای نانومتری، امکان ایجاد محصولاتی با کارایی بالا فراهم شد. از آنجایی که ساختارهای نانو مقیاس نظیر نانو ذره ها و نانو لایه‌ها نسبت‌های سطح به حجم

۱- Matrix

بسیار بالایی دارند. افزودن آنها به جای کامپوزیت‌های عادی خواص حرارتی و مکانیکی را بهبود می-دهند.[۴]

در چند دهه‌ی اخیر نانو کامپوزیت‌های پلیمری در عرصه‌ی علم و صنعت توجه بسیاری را به خود جلب کرده‌اند. با افزودن مقادیر بسیار کم، در مقیاس نانومتر، افزودنی‌ها و پرکننده‌هایی مانند خاک رس به پلیمرها می‌توان پلیمری با خواص مکانیکی کاهش عبورپذیری، کاهش قابلیت آتش‌گیری، تخریب حرارتی و محیطی بدست آورد. همچنین با افزودن درصد ناچیزی ازاین مواد، کامپوزیتی با مدول، استحکام و استحکام حرارتی بسیار بالا حاصل می‌شود.[۴]

پلی‌پروپیلن (PP)[۱] یکی از پر مصرف ترین پلاستیک‌های موجود است. این ترموپلاست نیمه کریستالی به دلیل برخورداری از ویژگی‌هایی چون ارزانی ، خواص مکانیکی نسبتا مناسب، استحکام شیمیایی بالا، قابلیت بازیافت خوب و شکل‌پذیری آسان به طور گسترده در صنایع خودرو، بسته بندی، نساجی، لوازم خانگی و غیره مورد استفاده قرار گرفته است. اما ضعف خواص مکانیکی مانند مدول، چقرمگی و ضربه پایین از چالش‌های این پلاستیک برای تبدیل شدن به یک پلاستیک صنعتی می‌باشد. برای بهبود خواص مکانیکی پلی‌پروپیلن از مستحکم کننده‌ها استفاده می‌شود. یکی از موادی که به عنوان مستحکم‌کننده کاربرد دارد ترموپلاستیک پلی‌اتیلن خطی چگالی پایین(LLDPE)[۲] است. با اضافه کردن LLDPE به PP می توان کامپوزیتی با چقرمگی ضربه بالاتری دست یافت اما در کنار این افزایش چقرمگی کاهش اندک مدول مشاهده خواهد شد.

۱-۲- اهداف تحقیق

سیستم های سه‌تایی نانوکامپوزیتی دسته‌ی جدیدی از مواد هستند که امروزه در دنیای نانو کامپوزیت-ها مطرح هستند. افزودن یک جزء سوم به کامپوزیت باعث می‌شود که بتوان به خواص جدیدی رسید و به یک تعادل بین خواص چقرمگی و استحکام دست یافت. نانو ذرات به دلیل برخورداری از نسبت سطح به حجم بالا می‌توانند در صورت برهم کنش مناسب با بستر پلیمری و نیز توزیع یکنواخت در آن، خواص مکانیکی پلیمر، مانند مدول و استحکام کششی را به میزان چشمگیری بهبود ببخشند. با افزودن نانوذرات تیتانیوم دی‌اکسید(TiO_2)[۳] به PP/LLDPE می‌توان به کامپوزیتی با خواص جدید و یک تعادل بین خواص چقرمگی و استحکام دست یافت.

۱- Polypropylene

۲- Linear Low Density Polyethylene

۳- Titanium dioxide

۱-۳- معرفی فصول

روند نگارش این پایان‌نامه به این شیوه است که در فصل دوم مروری بر پلیمرها بخصوص پلیمرهای پلی‌پروپیلن و پلی‌اتیلن انجام می‌شود، بعد از آن مروری بر نانو کامپوزیت‌ها به ویژه نانو کامپوزیت‌های پلیمری خواهیم داشت و در قسمت پایانی فصل دوم مطالعات و تحقیقات سایر محققان در این زمینه مرور می‌شوند.در فصل سوم مشخصات مواد و تجهیزات مورد استفاده، مراحل طراحی آزمایشات، روش‌ها و چگونگی تهیه نمونه‌های نانو کامپوزیتی و آزمون‌های انجام شده شرح داده خواهد شد. فصل چهارم بحث پیرامون نتایج بدست آمده است. در این فصل ابتدا به بررسی ریخت شناختی نمونه‌های نانوکامپوزیتی پرداخته می‌شود و در ادامه تحلیل نرم‌افزاری نتایج بدست آمده از آزمون‌های مکانیکی صورت می‌گیرد و تاثیر فاکتورهای مورد نظر بر خواص مکانیکی ترکیبات بررسی و تحلیل می‌شوند. و در پایان در فصل پنجم پایان نامه نتایج بدست آمده از تحقیق عنوان شده و جهت ادامه‌ی کار این تحقیق پیشنهاداتی ارائه می‌شود.

فصل دوم

مروری بر منابع