

بررسی تأثیر ذرات نانورس بر خواص مکانیکی کامپوزیت چوب پلاستیک حاصل از پلی اتیلن سنگین - آرد چوب

بهزاد کُرد

- استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس. پست الکترونیک: Behzad_k8498@yahoo.com

تاریخ پذیرش: بهمن ۱۳۸۸

تاریخ دریافت: خرداد ۱۳۸۸

چکیده

در این پژوهش، اثر مقدار ذرات نانورس بر ویژگیهای مکانیکی کامپوزیت چوب پلاستیک حاصل از پلی اتیلن سنگین و آرد چوب مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور، آرد چوب با نسبت وزنی ۵۰ درصد با پلی اتیلن سنگین مخلوط شد و نانورس نیز با نسبت وزنی ۰، ۱، ۲، ۳ و ۵ درصد استفاده گردید، همچنین ماده سازگارکننده به میزان ۲ درصد در تمام ترکیبها بکار رفت. سپس نانوکامپوزیت چوب پلاستیک با استفاده از روش قالبگیری تزریقی ساخته شد، و آزمونهای مکانیکی شامل کشش، خمش و ضربه فاقدار بر روی نمونه ها انجام گرفت. نتایج نشان داد که مدول کششی، مقاومت کششی، مدول خمشی و مقاومت خمشی کامپوزیت چوب پلاستیک با افزایش مقدار ذرات نانورس افزایش یافته، در حالیکه مقاومت به ضربه کاهش یافت. همچنین مطالعات ساختاری نانوکامپوزیت چوب پلاستیک به روش پراش اشعه ایکس نشان داد که توزیع ذرات نانورس در زمینه پلیمری از نوع بین لایه‌ای است، و با افزایش مقدار ذرات نانورس فاصله بین لایه ها افزایش می‌یابد.

واژه های کلیدی: کامپوزیت چوب پلاستیک، نانورس، خواص مکانیکی، ساختار بین لایه‌ای، پراش اشعه ایکس.

مقدمه

امروزه با ورود فناوری نانو^۱ در عرصه علم مواد، پلیمرهای تقویت شده با فاز نانو مورد توجه جوامع علمی و صنعتی قرار گرفته است. از نظر علمی موضع جدیدی در پژوهش ها در مقیاس حدواسط مطالعات در مقیاسهای مولکولی و میکرو، گشوده شده و شناخت رفتار و برهمکنش مواد در محدوده نانو در زمره اولویت های پژوهشی قرار گرفته است. از دیدگاه صنعتی آنچه باعث جلب توجه بسیاری از صنایع به این موضوع شده، بهبود

چشمگیر خواص پلیمرها است (تکیه معروف و باقری، ۱۳۸۶). از اینرو نانوکامپوزیت ها در واقع طبقه جدیدی از کامپوزیت های پلیمری را تشکیل می‌دهند که در ساختار آنها ذرات با ابعاد نانو مورد استفاده قرار می‌گیرد، که از جمله این نانو ذرات می‌توان به نانو کربن ها^۲ و ذرات نانورس^۳ اشاره کرد که به علت ابعاد خاص و ضریب ظاهری بالا در مقایسه با سایر پرکننده ها، در مقادیر بسیار اندک موجب بهبود خواص کامپوزیت‌های پلیمری

تقویت شده با پرکننده ذرات نانورس به هنگام استفاده ۲٪ از پرکننده حاصل گردید و نتایج تحلیل دینامیکی- مکانیکی نشان دهنده بهبود خواص مکانیکی- گرمایی کامپوزیت ها تحت تأثیر پرکننده نانورس می باشد همچنین بیان کردند که به هنگام اضافه نمودن ذرات نانورس به مقدار ۲٪، دمای انتقال شیشه ای کامپوزیت به میزان ۹ °C افزایش می یابد.

وو و همکاران (۲۰۰۷) دریافتند که با اضافه نمودن تنها ۲٪ پرکننده ذرات نانورس به نانوکامپوزیت حاصل از آرد چوب کاج و پلی اتیلن سنگین (HDPE)، مقاومت خمشی از ۱۹/۶٪ به ۲۴٪ و مقاومت کششی از ۱۱/۸٪ به ۱۳٪ افزایش می یابد، در صورتی که مقدار جذب آب و واکنش پذیری ضخامت به میزان ۷-۵٪ کاهش می یابد.

هان و همکاران (۲۰۰۸) تأثیر استفاده از نانورس و ماده سازگارکننده را بر ویژگی های مکانیکی و حرارتی کامپوزیت های حاصل از الیاف بامبو- پلی اتیلن سنگین را مورد بررسی قرار دادند. نتایج مطالعات آنها نشان داد که به هنگام افزودن ۱٪ نانورس مدول الاستیسیته خمشی، مدول الاستیسیته دینامیک و درجه کریستالیت افزایش یافت، در حالی که مقاومت به ضربه نمونه ها کاهش یافت.

بنابراین با توجه به اهمیت موضوع و رویکرد جهانی به سوی نانوکامپوزیت ها و ناشناخته بودن سازوکار این مواد، در سالهای اخیر مطالعات بسیاری در راستای شناسایی خواص نانوکامپوزیت های پلیمری- خاک رس و توسعه کاربردی این گروه مواد شکل گرفته است (شکرپه و سنبلستان، ۱۳۸۶) از اینرو، این تحقیق با هدف بررسی تأثیر ذرات نانورس بر خصوصیات مکانیکی

می گردند (Tjong, 2006). به همین خاطر در طی سالهای اخیر استفاده از خاک رس اصلاح شده به عنوان پرکننده نانو در ساخت نانوکامپوزیت های پلیمری در حجم قابل توجهی مورد استفاده قرار می گیرند، به طوری که مصرف مقادیر اندکی از آن سبب افزایش مدول، استحکام، مقاومت گرمایی، کاهش نفوذپذیری^۴ گاز، مقاومت در برابر اشتعال و بهبود خواص فیزیکی می گردند، همچنین این افزایش خواص در اکثر مواقع باعث کاهش خواص در موارد دیگر نمی شود (کفاشی و همکاران، ۱۳۸۶).

وانگ^۵ و همکاران (۲۰۰۱) اظهار داشتند که تأثیر پرکننده ذرات نانورس بر خصوصیات کامپوزیت ها به شکل، اندازه، ضریب ظاهری، نوع، مقدار و کیفیت پراکنده شدن ذرات و چسبندگی آنها در سطح اتصال بستگی دارد. همچنین بیان کردند که افزودن مقادیر اندک ذرات نانورس موجبات بهبود خواص مکانیکی، حرارتی و ثبات ابعاد در کامپوزیت ها را فراهم می سازند.

وان^۶ و همکاران (۲۰۰۵) خصوصیات ریخت شناسی و مکانیکی- گرمایی کامپوزیت های تقویت شده با ذرات نانورس را مورد مطالعه قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که این پرکننده ها به علت تشکیل ساختار لایه لایه ای^۷ و ساختار بین لایه ای^۸ موجب پراکنش بهتر ذرات در ماتریس پلیمری شده و در نهایت مدول کششی، مقاومت کششی و سختی کامپوزیت افزایش می یابد.

چادوری^۹ و همکاران (۲۰۰۶) نتیجه گرفتند که بالاترین مقدار مقاومت خمشی کامپوزیت های پلیمری

4-Barrier Properties

5-Wang

6-Wan

7-Exfoliation

8-Intercalation

9-Chowdhury

کامپوزیت چوب پلاستیک حاصل از پلی اتیلن سنگین - آرد چوب صورت گرفت.

مواد و روشها

در این پژوهش، از پلی اتیلن سنگین (HDPE)، محصول شرکت پتروشیمی اراک با شاخص جریان مذاب $11 \text{ g}/10\text{min}$ و چگالی $0.954 \text{ g}/\text{cm}^3$ به عنوان ماده زمینه پلیمری، و آرد چوب صنوبر تهیه شده از جنگل شصت کلاته گرگان با اندازه ابعاد $60 \mu\text{m}$ مش به عنوان تقویت کننده استفاده شد. همچنین از مالئیک انیدرید (MA) با خلوص ۹۸ درصد محصول شرکت Merk به عنوان عامل سازگارکننده و پودر نانورس (Nanoclay) تولیدشده توسط شرکت Southern-Clay کشور آمریکا با نام تجاری Cloisite 30B استفاده گردید.

فرآیند اختلاط

همچنین به منظور بررسی اثر میزان ذرات نانورس بر خواص کامپوزیت چوب پلاستیک حاصل از پلی اتیلن سنگین - آرد چوب، نانورس کلویزیت 30B در پنج سطح ۰٪، ۱٪، ۲٪، ۳٪ و ۵٪ مورد استفاده قرار گرفت (جدول ۱). فرآیند اختلاط مواد با دستگاه مخلوط کن داخلی HAAKE در پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران با دمای اختلاط 180°C ، سرعت اختلاط ۶۰ RPM (دور در دقیقه) انجام شد، که پس از اختلاط مواد، چند سازه بی شکل تولید شده پس از سرد شدن دوباره آسیاب شده و به دستگاه قالب گیری تزریقی Injection Molding منتقل شده و این دستگاه پس از ذوب مجدد، ماده مذاب را به درون قالب هایی تزریق نموده و نمونه های مورد نظر برای آزمون های مکانیکی تهیه می شود.

جدول ۱- درصد وزنی اجزای ماده مرکب چوب پلاستیک در تیمارهای مختلف

شماره تیمار	کد تیمار	آرد چوب (%)	پلی اتیلن سنگین (%)	سازگارکننده (%)	نانورس (%)
۱	50%WF50%HDPE2%MAPE	۵۰	۵۰	۲	۰
۲	50%WF50% HDPE 2%MAPE1%NANO	۵۰	۵۰	۲	۱
۳	50%WF50% HDPE 2%MAPE2%NANO	۵۰	۵۰	۲	۲
۴	50%WF50% HDPE 2%MAPE3%NANO	۵۰	۵۰	۲	۳
۵	50%WF50% HDPE 2%MAPE5%NANO	۵۰	۵۰	۲	۵

اندازه گیری خواص مکانیکی

آزمون خمش سه نقطه ای مطابق استاندارد ASTM D 747 توسط دستگاه Instron 1186 با سرعت بارگذاری $5 \text{ mm}/\text{min}$ انجام شد. آزمون کشش مطابق استاندارد ASTM D 638 توسط دستگاه Instron 1186 با سرعت بارگذاری $2 \text{ mm}/\text{min}$ انجام گرفت. مقاومت به ضربه فاقدار نمونه ها براساس استاندارد ASTM D 256 در

حالت شکاف دار و ایزود توسط دستگاه ضربه مدل ۵۱۰۲ ساخت شرکت Zwick در دمای محیط اندازه گیری شد (ASTM Standard, 2004).

آزمون تفرق اشعه ایکس

آزمون اشعه ایکس توسط دستگاه XRD با تشعشع لامپ CuKa، طول موج $\lambda = 1.54 \text{ nm}$ ، گام 0.02° درجه،

نتایج

- مدول کششی

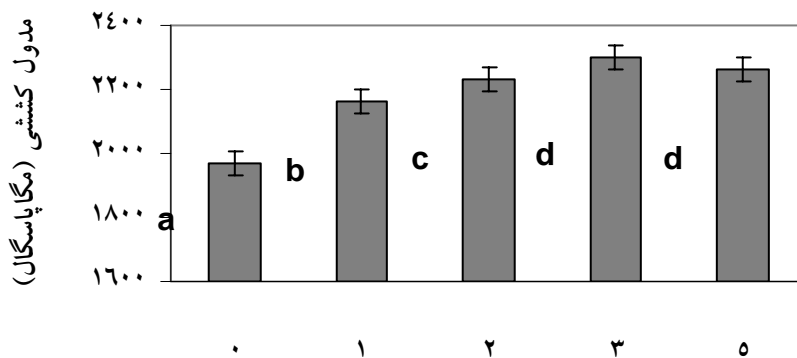
جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد که اثر مقدار پرکننده نانورس را بر مدول کششی کامپوزیت چوب پلاستیک حاصل از پلی اتیلن سنگین و آرد چوب در سطح ۰.۵٪ معنی‌داری است (جدول ۱). همانطور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود با افزایش مقدار نانورس از ۰ به ۳٪ مدول کششی نانوکامپوزیت چوب پلاستیک افزایش یافته، درحالی‌که با افزودن مقدار ۵٪ نانورس مدول کششی کاهش یافت.

سرعت ۰/۳ درجه بر دقیقه و زاویه تابش ۲۰ در دامنه ۰-۱۰ درجه انجام شد. نمونه‌ها به صورت ورقه‌ای با ابعاد ۱۰×۱۰×۱ mm جهت انجام این آزمون تهیه شدند.

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS Version 11 در قالب طرح آنالیز واریانس یکطرفه انجام شد و در نهایت مقایسه و گروه بندی میانگین‌ها به کمک آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵٪ انجام گرفت.

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر مقدار پرکننده نانورس بر مدول کششی کامپوزیت چوب پلاستیک

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	مقدار F	سطح معنی داری
تیمار	۴	۶۱/۳۰۹	۷/۶۶۴	۲۱/۴۲۰	۰/۰۰۰۳
خطا	۱۰	۶/۴۴۰	۰/۳۵۸		
کل	۱۴	۶۷/۷۴۹			



شکل ۱- تأثیر مقدار ذرات نانورس بر مدول کششی کامپوزیت چوب پلاستیک (phc) مقدار نانورس

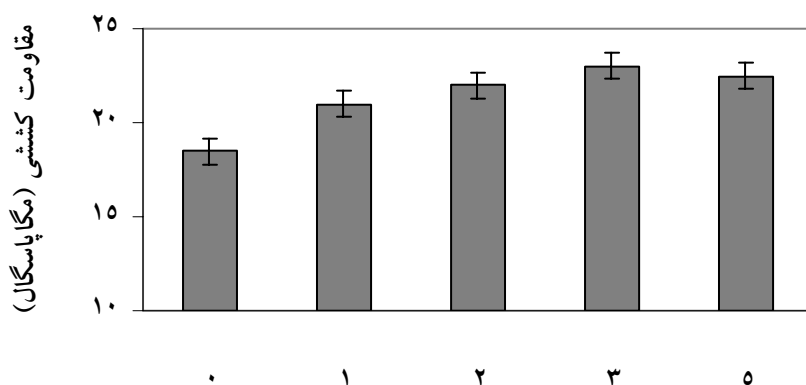
۲- مقاومت کششی

معنی‌داری است (جدول ۲). همانطور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود با افزایش مقدار نانورس از ۰ به ۳٪ مقاومت کششی نانوکامپوزیت چوب پلاستیک افزایش یافته، درحالی‌که با افزودن مقدار ۵٪ نانورس مقاومت کششی کاهش یافت.

جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد که اثر مقدار پرکننده نانورس را بر مقاومت کششی کامپوزیت چوب پلاستیک حاصل از پلی اتیلن سنگین و آرد چوب در سطح ۰.۵٪

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر مقدار پرکننده نانورس بر مقاومت کششی کامپوزیت چوب پلاستیک

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	مقدار F	سطح معنی داری
تیمار	۴	۱۷۴/۳۳۶	۲۱/۷۹۲	۴/۷۷۹	۰/۰۰۲۸
خطا	۱۰	۸۲/۰۸۶	۴/۵۶۰		
کل	۱۴	۲۵۶/۴۲۲			



شکل ۲- تأثیر مقدار ذرات نانورس بر مقاومت کششی کامپوزیت چوب پلاستیک (phc) مقدار نانورس

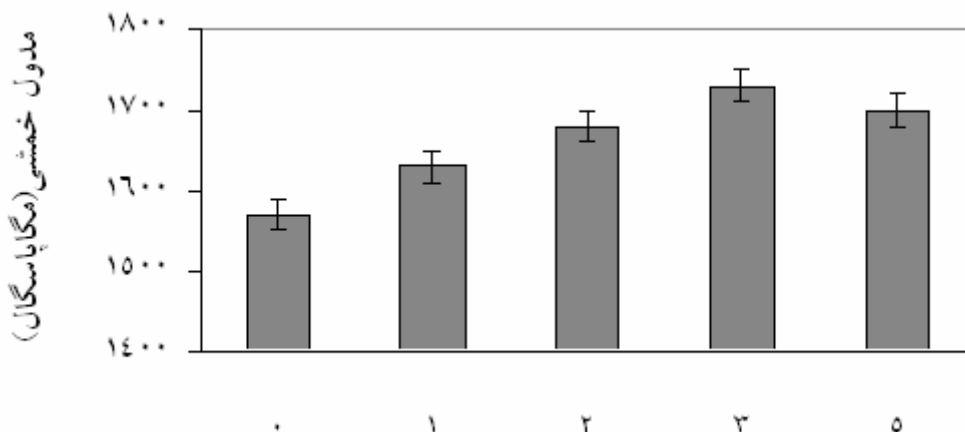
۳- مدول خمشی

شکل ۳ مشاهده می شود با افزایش مقدار نانورس از ۰ به ۳٪ مدول خمشی نانوکامپوزیت چوب پلاستیک افزایش یافته، درحالیکه با افزودن مقدار ۵٪ نانورس مدول خمشی کاهش یافت.

جدول تجزیه واریانس نشان می دهد که اثر مقدار پرکننده نانورس را بر مدول خمشی کامپوزیت چوب پلاستیک حاصل از پلی اتیلن سنگین و آرد چوب در سطح ۵٪ معنی داری است (جدول ۳). همانطور که در

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر مقدار پرکننده نانورس بر مدول خمشی کامپوزیت چوب پلاستیک

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	مقدار F	سطح معنی داری
تیمار	۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۱	۴۷/۰۸۹	۰/۰۰۰۰
خطا	۱۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰		
کل	۱۴	۰/۰۰۴			



شکل ۳- تأثیر مقدار ذرات نانورس بر مدول خمشی کامپوزیت چوب پلاستیک مقدار نورس (phc)

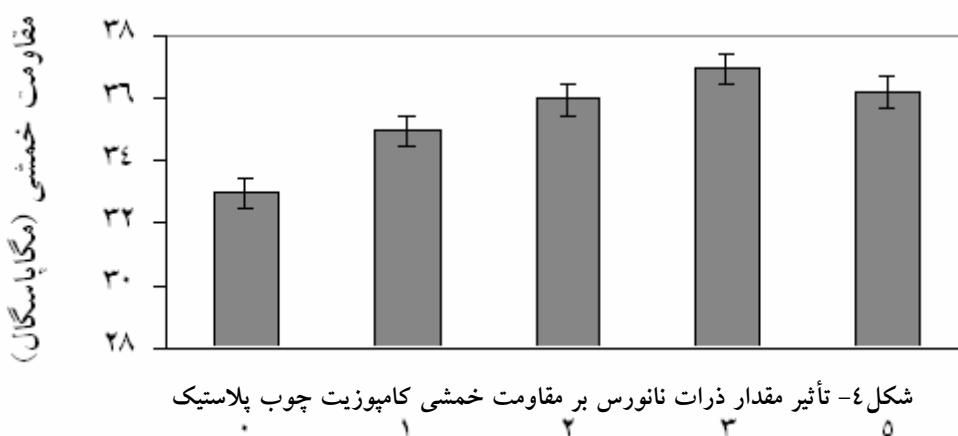
۴- مقاومت خمشی

شکل ۴ مشاهده می شود با افزایش مقدار نانورس از ۰ به ۳٪ مقاومت خمشی نانوکامپوزیت چوب پلاستیک افزایش یافته، درحالیکه با افزودن مقدار ۵٪ نانورس مقاومت خمشی کاهش یافت.

جدول تجزیه واریانس نشان می دهد که اثر مقدار پرکننده نانورس را بر مقاومت خمشی کامپوزیت چوب پلاستیک حاصل از پلی اتیلن سنگین و آرد چوب در سطح ۵٪ معنی داری است (جدول ۴). همانطور که در

جدول ۴- تجزیه واریانس اثر مقدار پرکننده نانوری بر مقاومت خمشی کامپوزیت چوب پلاستیک

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	مقدار F	سطح معنی داری
تیمار	۴	۲۸۷/۷۵۱	۳۵/۹۶۹	۹/۹۰۲	۰/۰۰۰۰
خطا	۱۰	۶۵/۳۸۶	۳/۶۳۳		
کل	۱۴	۳۵۳/۱۳۷			



شکل ۴- تأثیر مقدار ذرات نانورس بر مقاومت خمشی کامپوزیت چوب پلاستیک

شکل ۴- تأثیر مقدار ذرات نانورس بر مقاومت خمشی کامپوزیت چوب پلاستیک مقدار نانورس (phc)

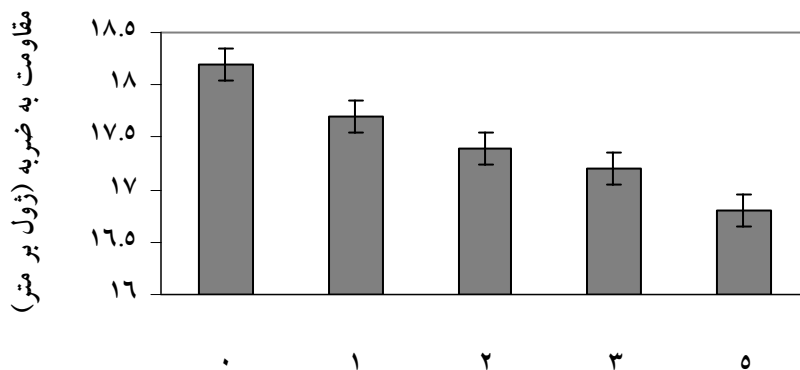
۵- مقاومت به ضربه فاقدار

سطح ۵٪ معنی داری است (جدول ۵). همانطور که در شکل ۵ مشاهده می شود با افزایش مقدار نانورس از ۰ به ۵٪ مقاومت به ضربه نانوکامپوزیت چوب پلاستیک کاهش می یابد.

جدول تجزیه واریانس نشان می دهد که اثر مقدار پرکننده نانورس را بر مقاومت به ضربه کامپوزیت چوب پلاستیک حاصل از پلی اتیلن سنگین و آرد چوب در

جدول ۵- تجزیه واریانس اثر مقدار پرکننده نانورس بر مقاومت به ضربه فاقدار کامپوزیت چوب پلاستیک

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	مقدار F	سطح معنی داری
تیمار	۴	۱۷۶۵/۰۵۳	۲۲۰/۶۳۲	۷/۸۶۶	۰/۰۰۰۲
خطا	۱۰	۵۰۴/۸۸۱	۲۸/۰۴۹		
کل	۱۴	۲۲۶۹/۹۳۴			



شکل ۵- تأثیر مقدار ذرات نانورس بر مقاومت به ضربه فاقدار کامپوزیت چوب پلاستیک
مقدار نانورس (phc)

۶- مطالعه ساختاری

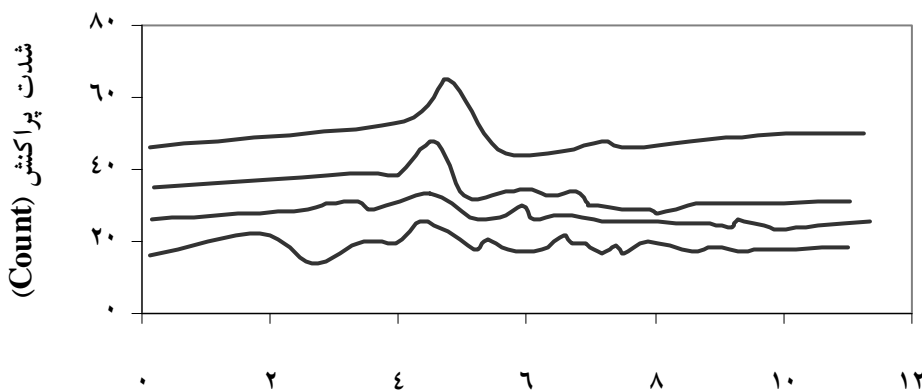
در رابطه فوق، n عدد صحیح، θ زاویه پراکنش پرتو اشعه و λ طول موج اشعه می باشد. شکل ۶ نتایج پراش پرتو اشعه ایکس ذرات نانورس را در کامپوزیت چوب پلاستیک حاصل از پلی اتیلن سنگین و آرد چوب را نشان می دهد. مطالعات پراش پرتو اشعه X نشان دهنده افزایش فاصله بین صفحات خاک رس و توزیع خاک رس در ماتریس پلیمری با ساختار بین لایه ای (Intercalation) است. همان طور که مشاهده می شود با افزایش مقدار ذرات نانورس تا ۳٪، زاویه پیک 2θ کاهش

پراش پرتو اشعه ایکس امکان شناخت نوع ساختار کریستالوگرافی (ساختار لایه لایه ای و بین لایه ای) ذرات نانورس در نانوکامپوزیت های پلیمری و چگونگی توزیع خاک رس را در زمینه ماتریس پلیمری فراهم می کند. از کاربردهای بسیار مهم این روش، محاسبه فاصله بین لایه ها می باشد، که با استفاده از معادله پراگ به صورت زیر محاسبه می شود (Tjong, 2006).

$$d_{00n} = n\lambda / 2\sin\theta$$

رس و بهبود سطح مشترک آن با آرد چوب شده است، که همین امر موجبات افزایش خواص مکانیکی نانوکامپوزیت چوب پلاستیک حاصله را فراهم ساخته است.

یافته و در نتیجه فاصله بین صفحات خاک رس (بر طبق معادله براگ) افزایش یافته که این امر موجب جهت گیری منظم تر و موثرتر پلی اتیلن در بین لایه‌های سیلیکاتی



شکل ۶- پراش پرتو اشعه ایکس ذرات نانورس در ماده مرکب چوب پلاستیک
زاویه پراکش (2Theta)

همچنین درصد خاک رس در نانوکامپوزیت ها نقش بسزایی ایفاء می‌کند (Zhao et al., 2006). معمولاً با افزایش درصد رس ساختمانهای جدید درهمرفته و سپس توده‌های رس در نانوکامپوزیت تشکیل می‌شوند، زیرا ذرات نانورس به علت تشکیل اتصال قوی با ماتریس پلیمر موجب افزایش مدول در کامپوزیت می‌گردند، البته پس از حد مشخصی روند افزایشی خواص با افزایش درصد رس کند و حتی گاهی معکوس خواهد شد (Samal et al., 2008). به همین دلیل، نتایج نشان می‌دهد با افزایش مقدار نانورس مدول کششی و خمشی کامپوزیت چوب پلاستیک حاصل از پلی اتیلن سنگین - آرد چوب افزایش یافته است، که با نتایج بدست آمده توسط وان و همکاران (۲۰۰۵)، هان و همکاران (۲۰۰۸) مطابقت دارد.

بحث و نتیجه گیری

در این تحقیق تأثیر ذرات نانورس بر خصوصیات مکانیکی کامپوزیت چوب پلاستیک حاصل از پلی اتیلن سنگین - آرد چوب مورد بررسی قرار گرفت، نتایج این بررسی نشان می‌دهد:

۱- افزایش میزان مدول در نانوکامپوزیت های رسی مستقیماً به طول متوسط ذرات رس و در نتیجه نسبت ابعادی آنها وابسته است، همچنین عوامل ساختاری مختلفی نظیر نسبت حجمی، ضریب ظاهری نانورس، فاصله افقی بین ذرات و مقدار درهمرفتگی ذرات نانورس نیز بر خواص مکانیکی نانوکامپوزیت‌های پلیمر-خاک رس تأثیر قابل ملاحظه‌ای دارند (شکریره و سنبلستان، ۱۳۸۶). به علاوه اختلاف بین میزان متورق شدن لایه‌ها و تشکیل ساختار Exfoliation و ساختار Intercalation تأثیر شدیدی بر مدول نانوکامپوزیت حاصل دارد،

پلاستیک حاصل از پلی اتیلن سنگین - آرد چوب کاهش یافته است، که با نتیجه بدست آمده توسط هان و همکاران (۲۰۰۸) مطابقت دارد.

۴- مطالعات ساختاری نانوکامپوزیت چوب پلاستیک به روش پراش اشعه ایکس نشان داد که توزیع نانورس در زمینه پلیمری از نوع ساختار بین‌لایه‌ای (Intercalation) است، و با افزایش مقدار ذرات نانورس فاصله بین لایه‌ها افزایش می‌یابد.

منابع مورد استفاده

- تکیه معروف، باهره و باقری، رضا. ۱۳۸۶. مطالعه رفتار مکانیکی نانوکامپوزیت اپوکسی- خاک رس. مجله علوم و تکنولوژی پلیمر، سال بیستم، شماره ۱، صفحه ۶۴-۵۹.

- کرابی، محمد. قاسمی، اسماعیل و محمدی، محسن. ۱۳۸۶. بهینه سازی و استفاده از پرکننده های نانو در آمیزه های لاستیکی. گزارش نهائی طرح پژوهشی کمیته نانو فناوری وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران، ۱۹۱ صفحه.

- کفاشی، بابک. پورسنگ، فاطمه و سنبلستان، سید احسان. ۱۳۸۶. تهیه نانوکامپوزیت های پلی یورتان- خاک رس: بررسی پراکنش خاک رس اصلاح شده در پلی تترا متیلن اتر گلیکول. مجله علوم و تکنولوژی پلیمر، سال بیستم، شماره ۳، صفحه ۲۵۵-۲۴۷.

- مهرداد شکریه، محمود و سنبلستان، سید احسان. ۱۳۸۶. اثر عوامل ساختاری بر خواص مکانیکی نانوکامپوزیت های پلیمر- خاک رس. مجله علوم و تکنولوژی پلیمر، سال بیستم، شماره ۲، صفحه ۱۹۵-۱۸۷.

-Asif, A., Roa, L.V. and Ninan, K.N. 2007. Hydroxyl terminated poly(ether ether ketone) with pendant methyl group-toughened epoxy ternary nanocomposites: preparation, morphology and thermomechanical properties. Journal Applied Polymer Science (103),3793-3799pp.

-ASTM. 2004. Evaluating Mechanical and Physical properties of wood-plastic composites products. American Society For Testing And Materials.

۲- افزایش مقدار نانورس و وجود مرفولوژی Intercalation و Exfoliation در نانوکامپوزیت به دلیل تأثیر بین سطحی زنجیره‌های آلی و ذرات نانورس و نیز جهت‌یافتگی ذرات سیلیکات لایه ای موجب افزایش مقاومت در نانوکامپوزیت می‌گردد (کرابی و همکاران، ۱۳۸۶). همچنین غیرهمگونی و نسبت بالای سطح به حجم نانورس با مواد آلی در قابلیت تقویت کنندگی بالای ذرات نانورس سهیم است، و به این صورت عمل می‌شود که ذرات نانورس به عنوان تقویت کننده‌ای موجب می‌شوند سطح مشترک بین دو فاز افزایش پیدا کند (Wu et al., 2007). از طرفی با افزودن خاک رس در نتیجه تورم لایه های رس و ایجاد چسبندگی سطحی قوی بین پلیمر و خاک رس، مقاومت کامپوزیت افزایش یابد (Asif et al., 2007). به همین دلیل، نتایج نشان می دهد با افزایش مقدار نانورس مقاومت کششی و خمشی کامپوزیت چوب پلاستیک حاصل از پلی اتیلن سنگین - آرد چوب افزایش یافته است، که با نتایج بدست آمده توسط چادوری و همکاران (۲۰۰۶)، وو و همکاران (۲۰۰۷)، هان و همکاران (۲۰۰۸) همخوانی دارد.

۳- با توجه به اینکه ذرات نانورس نواحی تمرکز تنش و نقاط شروع شکست را ایجاد می کنند، در نتیجه که با افزایش مقدار نانورس، میزان مقاومت به ضربه کامپوزیت کاهش می یابد. همچنین حضور نانورس انرژی جذب شده توسط کامپوزیت را افزایش می دهد، از این رو افزایش مقدار نانورس مناطقی را در ماتریس پلیمری به وجود می‌آورد که موجب تمرکز بیشتر تنش شده و رشد ترک را از آن ناحیه آغاز می کند (Han et al., 2008). به همین دلیل، نتایج نشان می دهد با افزایش مقدار نانورس مقاومت به ضربه فاقدار کامپوزیت چوب

- Materials Science and Engineering, Vol 53, 73–197pp.
- Wang, H., C, Zheng., M, Elkovitch., L.J, Lee and K.W, Koelling. 2001. Processing and properties of polymeric nanocomposites, Polymer Engineering Science 41(11), 236-246pp.
- Wan, L., K, Wang., L, Chen., Y, Zhang., C, He. 2005. Preparation, morphology and thermal/mechanical properties of epoxy/nanoclay composite.
- Wu, Q., Lei, Y., Clemons, C.M., Yao, F., Xu, Y., and Lian, K. 2007. Properties of HDPE/Clay/Wood Nanocomposites, Journal of Plastic Technology 27(2), 108-115pp.
- Zhao, Y., Wang, K., Zhu, F., Xue, P. and Jia, M. 2006. Properties of poly(vinylchloride)/woodflour/montmorillonite composites: Effects of coupling agents and layered silicate. Journal of Polymer Degradation and Stability, Vol 91, 2874-2883pp.
- Chowdhury, F.H, M.V, Hosur., S. Jeelani. 2006. Studies on the flexural and thermomechanical properties of woven carbon/nanoclay-epoxy laminateds. Material Science and Engineering A (421), 298-306.
- Han, G., Lei, Y., Wu, Q., Kojima, Y. and Suzuki, S. 2008. Bamboo-fiber filled high density polyethylene composites; effect of coupling treatment and nanoclay. Journal of Polymer Environment, Vol 21, 1567-1582pp.
- Samal, S.K., Nayak, S. and Mohanty, S. 2008. Polypropylene Nanocomposites: Effect of organo-modified layered silicates on mechanical, thermal and morphological performance. Journal of Thermoplastic Composite Materials, Vol 8, No 2, 243-263pp.
- Tjong, S.C. 2006. Structural and mechanical properties of polymer nanocomposites; A review. Journal of

Investigation on The Effects of Nanoclay Particles on Mechanical Properties of Wood Polymer Composites Made of High Density Polyethylene-Wood Flour

Kord, B.

- Ph.D., Wood and paper science & Technology, Scientific Member of Islamic Azad University, Chalous Branch.
Email: Behzad_k8498@yahoo.com

Received: Jun. 2009

Accepted: Dec. 2009

Abstract

In this study, the effect of nanoclay particles content on mechanical properties of wood polymer composite made of high density polyethylene and wood flour were investigated. For this aim, wood flour were compound with high density polyethylene at 50% by weight, and nanoclay with 0, 1, 3 and 5% were used, also 2% of MAHDPE was also used as the coupling agent in all formulatins. Then wood polymer nanocomposite were manufactured in injection molding. Mechanical tests such as tensile, bending and notched impact were performed on samples. Results indicated flextural modulus, flextural strength, tensile modulus tensile strength and were increased by increasing of nanoclay particles content, however, notched impact strength was reduced. Also, studies on structural behavior of wood polymer nanocomposite with x-ray showed that nanoclay distributed as intercalation structure in polymer matrix, and the d-spacing of layers were increased with increasing of nanoclay particles content

Key words: Wood Polymer Composites, Nanoclay, Mechanical Properties, Intercalation structure, X-Ray Diffraction.