

## بررسی خواص حرارتی و تفرق اشعه ایکس (XRD) در نانوجندسازه چوب پلاستیک (تأثیر میزان سازگاردهنده و نانومونت موریلونیت)

حسن ضیائی طبری<sup>۱\*</sup>، حبیب الله خادمی اسلام<sup>۲</sup>، بهزاد بازیار<sup>۳</sup> و نورالدین نظر نژاد<sup>۴</sup>

\*- مسئول مکاتبات، دانشجوی دکتری، علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران،

پست الکترونیک: Hassanziaei64@gmail.com

۲- دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران

۳- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران

۴- استادیار، صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

تاریخ پذیرش: بهمن ۱۳۸۹

تاریخ دریافت: مهر ۱۳۸۸

### چکیده

در این تحقیق به بررسی اثر میزان ماده سازگاردهنده بر خواص حرارتی و پراکنش ذرات نانورس در چندسازه پلی- پروپیلن، آرد نی و نانورس پرداخته شد. بدین منظور آرد نی در سطح ثابت ۰/۴۰٪، ماده سازگاردهنده MAPP در دو سطح ۵٪ و ۱۰٪ و میزان نانورس کلویزیت 10A در سه سطح ۰، ۱ و ۳٪ در نظر گرفته شد. مواد در یک مخلوط‌کن داخلی با دمای ۱۷۵ °C و سرعت ۶۰ دور در دقیقه در زمان ۱۰ دقیقه مخلوط شدند و نمونه‌ها با استفاده از روش قالبگیری تزریقی ساخته شدند. برای بررسی ساختار و نحوه عملکرد ذرات نانورس آزمون تفرق اشعه X انجام شد و همچنین به منظور بررسی خواص حرارتی چندسازه‌ها از آزمون گرماسنجی دیفرانسیلی (DSC) استفاده شد. نتایج حاصل نشان داد که افزایش میزان سازگاردهنده و در بعضی از درصدهای نانورس منجر به افزایش در کریستالیتی (بلورینگی)، آنتالپی و دمای کریستالیتی چندسازه شده است. بنابراین طیف‌های اشعه X بدست آمده نشان از ایجاد ساختار لایه‌لایه‌ای (Exfoliation) در ساختار نانورس بوده که نشان‌دهنده پراکنش و توزیع مناسب ذرات نانورس در ماتریس پلیمری بوده است که دلیلی برای افزایش مقاومت‌ها و مدول‌ها و خواص حرارتی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: چندسازه، پلی پروپیلن، ماده سازگاردهنده، نانورس، تفرق اشعه ایکس، گرماسنجی دیفرانسیلی.

### مقدمه

مرکب چوبی، امکان استفاده از چوبهای با کیفیت پایین و تولید پانلهای با کیفیت خوب، باعث گسترش صنایع فرآورده‌های مرکب چوبی شده است. یکی از راههای جلوگیری از تخریب جنگل‌ها و رفع کمبود محصولات لیگنوسلولزی، استفاده گسترده از منابع سلولزی غیر چوبی

پیشرفت انسان در زمینه‌های مختلف و ضرورت تبادل اطلاعات و افکار موجب افزایش مصرف و بهره‌برداری از منابع مختلف موجود در طبیعت به خصوص منابع جنگلی شده است. افزایش جهانی تقاضا برای تولید فرآورده‌های

دی‌کلروتریازین، اپوکسی‌ها، اسیدهای آلی، مونومرها، پلیمرها و کوپلیمرها می‌باشند (Lu et al., 2000). سازگارکننده‌هایی که تا به حال در این راستا مورد استفاده قرار گرفته‌اند: پلی‌پروپیلن پیوند شده با مالئیک‌انیدرید، پلی‌اتیلن پیوند شده با مالئیک‌انیدرید، ترکیبات تیتانات و ترکیبات سیلان می‌باشد. میزان درصد جفت‌کننده‌های مورد استفاده در تهیه چندسازها آرد چوب-پلی‌پروپیلن معمولاً زیر ۵٪ می‌باشد. در میان این جفت‌کننده‌ها، پلی-پروپیلن پیوند شده با مالئیک‌انیدرید (PP - MA) بدلیل امتیازاتی که دارا می‌باشد از سایر جفت‌کننده‌ها بیشتر مورد توجه قرار گرفته‌است. نخست اینکه این جفت‌کننده بر پایه PP بوده که این خود باعث ایجاد سازگاری میان عامل و ماتریس PP می‌باشد. از طرف دیگر بدلیل وجود این سازگاری و بزرگ‌مولکول بودن این جفت‌کننده آماده-سازی مواد برای اختلاط به راحتی امکان‌پذیر می‌باشد.

همچنین در نانوچندسازهای پلیمری که از پلی‌الفین‌ها استفاده می‌کنند جفت‌کننده‌ها تأثیر بسزایی دارند. به‌طوری که اختلاط پلی‌الفین‌ها به دلیل ماهیت غیرقطبیشان با خاک رُس منجر به تولید یک محصول میکروچندسازهای خواهد شد، در نتیجه از سازگارکننده استفاده می‌کنند که خود از طرفی با پلیمر زمینه سازگار است و از طرف دیگر قطبیت مناسب برای نفوذ به فضای بین لایه‌ای صفحات خاک رُس را داراست (حسین احمدی و همکاران، ۱۳۸۶). توزیع یکنواخت تقویت‌کننده‌ها در ابعاد نانومتری برای تولید یک نانوچندساز یکنواخت بسیار مورد توجه صنایع است. هدف از انجام این تحقیق بررسی خواص حرارتی نانوچندسازها و دسترسی به پراکنش مناسب ذرات نانورس و بدست آوردن ساختار Exfoliate می‌باشد.

می‌باشد. امروزه الیاف طبیعی به‌عنوان گزینه مهمی در تولید کامپوزیت‌ها (مواد مرکب) مطرح هستند. ترکیب دو یا چند ماده با یکدیگر به طوری که به صورت شیمیایی مجزا و غیر محلول در یکدیگر باشند و بازده و خواص سازه‌ای این ترکیب نسبت به هریک از اجزاء تشکیل‌دهنده آن به تنهایی و در موقعیت برتری قرار بگیرد، چندسازه می‌نامند. بطور کلی سه نوع چندسازه وجود دارد: چندسازه‌های زمینه‌سرامیکی (CMC)، چندسازه‌های زمینه فلزی (MMC) و چندسازه‌های زمینه پلیمری (PMC) (فارسی، ۱۳۸۷). در سال‌های اخیر استفاده از چندسازه‌ها بخصوص چندسازه‌های زمینه پلیمری (PMC) رشد سریعی داشته و این روند همچنان ادامه دارد. عامل اصلی توسعه چندسازه‌ها خواص بهینه آنها نسبت به اجزای تشکیل‌دهنده می‌باشد. این توسعه عمدتاً با جایگزینی چندسازه بجای مواد معمول و بخصوص فلزات صورت می‌گیرد. بیشترین رشد بازار فراورده‌های چوب پلاستیک برای کاربردهای بیرونی و محصولات ساختمانی می‌باشد که ۷۰٪ کل تولید چوب پلاستیک‌ها را به خود اختصاص می‌دهند (Clemons, 2002 - Morton, 2003). در دو دهه‌ی اخیر برای تهیه چندسازه‌های زمینه پلیمری معمولاً از پلی‌اولفین‌ها بیشتر استفاده می‌شود (توکل زاده و همکاران، ۱۳۸۶). پلی‌اولفین‌ها بشدت هیدروفوب (آب-گریز) هستند، در حالی که الیاف سلولز و ذرات چوب هیدروفیل (آب‌دوست) می‌باشند. با توجه به این ویژگی‌ها برای تهیه چندسازه با خواص مکانیکی مطلوب همواره نیاز به استفاده از سازگارکننده‌های مناسب بوده است. سازگارکننده‌ها به سه گروه آلی، معدنی و آلی-معدنی طبقه‌بندی می‌شوند. سازگارکننده‌های آلی شامل ایزوسیانات‌ها، انیدریدها، آمیدها، اکریلات‌ها،

## مواد و روشها

### پلی پروپیلن

ماتریس پلیمری مورد استفاده در این تحقیق پلی پروپیلن (PP) بود که توسط شرکت پتروشیمی اراک با نام تجاری Moplen V30S و با شاخص جریان مذاب (g/10min) ۱۸ تولید شده است.

### آرد چوب

ماده سلولزی مورد استفاده در این تحقیق ساقه های نی بودند که از روستاهای استان مازندران جمع آوری شدند و مورد استفاده قرار گرفتند. میزان آرد چوب در این تحقیق ۴۰٪ ثابت در نظر گرفته شده است.

### ماده سازگارکننده

عامل سازگارکننده مورد استفاده در این تحقیق مالئیک انیدرید پیوند شده (Graft) با پلی پروپیلن (MA-g-PP) بود که توسط شرکت بلژیکی Solvay ساخته شده بود. این ماده سازگارکننده دارای میزان انیدرید پیوندخورده ۰/۱ (wt%) و شاخص جریان مذاب (g/10min) ۱۸ بوده است.

### نانو رس (Nano clay)

خاک رُس مورد استفاده در این تحقیق یکی از انواع مونت موریلونیت اصلاح شده، با نام تجاری Cloisite 10A بوده که توسط شرکت آمریکایی Southern-Clay تولید شد.

### آماده سازی مواد اولیه

ابتدا آرد چوب بدست آمده با استفاده از الک آزمایشگاهی مش بندی شد، سپس به دلیل طبیعت آبدوست الیاف چوبی آرد چوب مورد استفاده، در یک آون به مدت ۲۴ ساعت و در دمای ۹۰ °C قرار گرفت تا

خشک شود و بعد به منظور ممانعت از جذب رطوبت، نمونه ها در کیسه های پلاستیکی سربسته قرار گرفتند.

### اختلاط پلی پروپیلن و آرد چوب

فرایند اختلاط مواد با استفاده از دستگاه مخلوط کن - داخلی مدل HBI SYSTEM 90 ساخت شرکت آمریکایی HAAKE BUCHLER انجام شد. به طوری که دمای اختلاط ۱۷۰ °C، سرعت اختلاط ۶۰ rpm و زمان رسیدن به گشتاور ثابت برای اختلاط ۱۰ دقیقه بود. در ابتدا پلی پروپیلن که بصورت گرانول و بعد از آن مالئیک انیدرید اضافه می شود پس از ذوب شدن این مواد و رسیدن به گشتاور ثابت، اسید استئاریک و نانو رُس به آن اضافه شد، بعد از رسیدن به گشتاور ثابت آرد چوب به آن اضافه می گردد. ماده ای که از دستگاه خارج می شد داغ و شکل پذیر بوده و با استفاده از یک گیره دستی رومیزی با اعمال فشار به صورت صفحه ای نامنظم بدست می آمد که پس از خنک شدن، سخت شد، سپس در دستگاه خردکن به گرانول تبدیل شد. ترکیبات تیمارهای مختلف نانو چندسازه های ساخته شده بطور خلاصه در جدول ۱ آورده شده است.

### ساخت نمونه

برای تهیه نمونه ها ابتدا گرانول های بدست آمده به مدت ۲۴ ساعت در خشک کن با دمای ۸۰ °C خشک شدند، بعد گرانول ها به دستگاه قالبگیری تزریقی نیمه صنعتی انتقال داده شدند، به طوری که دمای سیلندر تزریق ۱۵۵ °C - ۱۶۵ °C - ۱۷۵ °C، فشار تزریق ۱۰۰ bar در نظر گرفته شد و نمونه ها پس از ۷۵ ثانیه از قالب بیرون آورده شدند.

جدول ۱- درصد اجزای تشکیل دهنده چندسازه در تیمارهای مختلف

شماره و تیمار نمونه‌ها	پلی پروپیلن (%)	سازگارکننده (%)	ذرات نانو رُس (%)
۱ WF <sup>2</sup> /5MAPP <sup>3</sup> /55PP <sup>1</sup>	۵۵	۵	۰
۲ WF/1N <sup>1</sup> /5MAPP/54PP	۵۴	۵	۱
۳ WF/3N/5MAPP/52PP	۵۲	۵	۳
۴ WF/10MAPP/50PP	۵۰	۱۰	۰
۵ WF/1N/10MAPP/49PP	۴۹	۱۰	۱
۶ WF/3N/10MAPP/47PP	۴۷	۱۰	۳

### آزمون DSC

آزمون DSC در سه مرحله انجام شد. در مرحله اول هر نمونه از دمای محیط (۲۵ °C) تا دمای ۲۰۰ °C گرم شد. سپس در مرحله دوم تا دمای محیط (۲۵ °C) سرد شدند و در انتها در مرحله سوم دوباره تا دمای ۲۰۰ °C گرم شدند. این گرم و سرد شدن نمونه‌ها با سرعت  $5 \text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$  و تحت جو نیتروژن طبق شرایط از پیش تعیین شده انجام شد.

### نتایج و بحث

#### خواص حرارتی

در بررسی خواص حرارتی ابتدا باید به این موضوع اشاره کرد که این آزمون به بررسی تغییراتی که بر روی پلیمر زمینه اتفاق می افتد می‌پردازد و تاثیر ماده سازگاردهنده بر خواص حرارتی به مراتب کمتر از تاثیر ذرات نانورس می‌باشد، با وجود این، در این تحلیل‌ها، به تغییراتی که با افزایش و یا کاهش سازگاردهنده رخ می‌دهد نیز اشاره می‌شود.

### آزمون تفرق اشعه X (XRD)

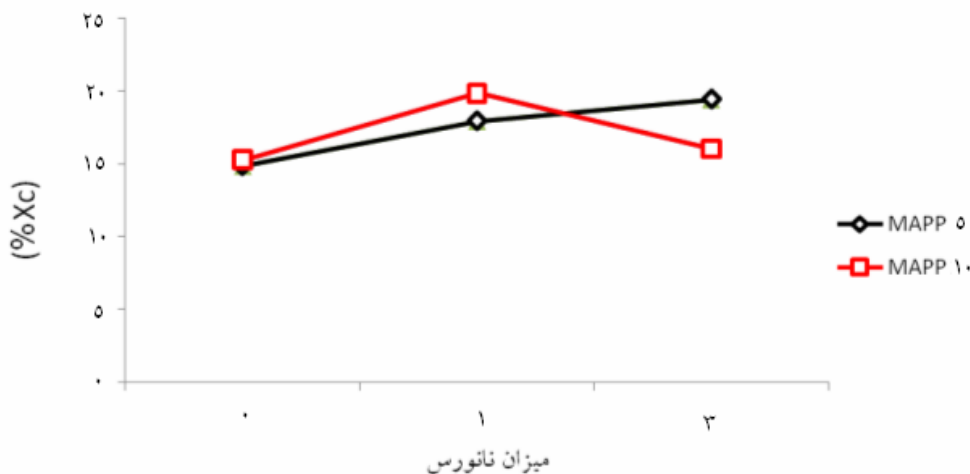
برای بررسی ساختار نانو چندسازه و چگونگی توزیع زنجیرهای پلیمر مابین لایه‌های سیلیکاتی از روش پراکنش اشعه X استفاده می‌شود. اصول این روش بر پایه اصل تفرق نور است و آزمون در زاویه تابش  $2\theta$  در دامنه ۱۰-۰ درجه انجام شد.

- 
- 1 - Polypropylene
  - 1 - Wood flour = %40 fixed
  - 1 - MA-g-PP
  - 1 - Nanoclay

### کریستالینی شدن<sup>۱</sup> (Xc)

ثابت ۰.۵٪، با افزایش میزان نانورس از ۰ تا ۳٪ کریستالینی بطور منظم افزایش پیدا می‌کند، که در این گروه بالاترین میزان کریستالینی مربوط به ۳٪ نانو می‌باشد. بنابر این در میزان سازگاردهنده ثابت ۱۰٪ کریستالینی دارای نوسان می‌باشد.

همانطور که از شکل (۱) پیداست در میزان پایین نانورس با افزایش سازگاردهنده کریستالینی افزایش پیدا کرد، اما در میزان نانو ۳٪ با افزایش میزان سازگاردهنده کریستالینی کاهش پیدا کرد. اما در میزان سازگاردهنده



شکل ۱- تاثیر ماده سازگاردهنده و نانورس بر کریستالینی شدن

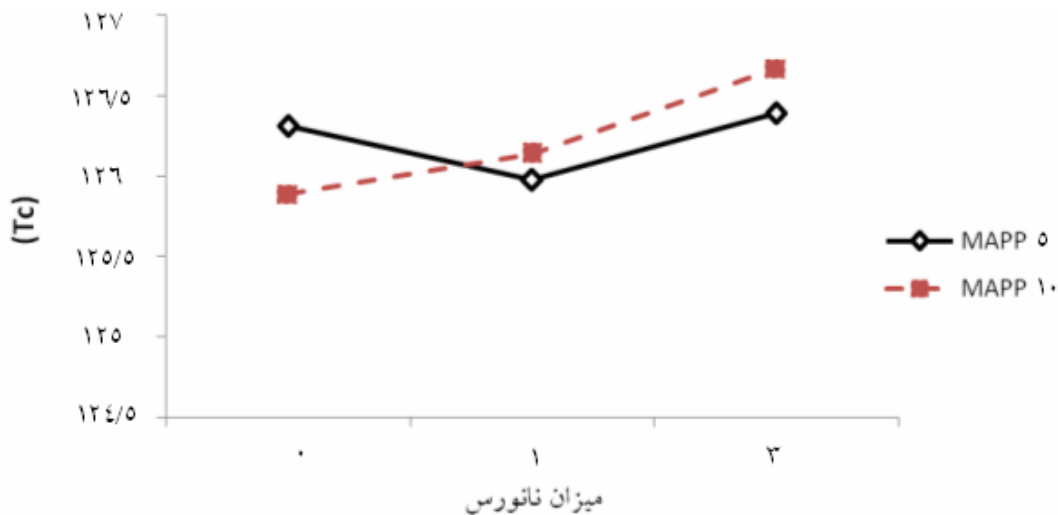
### دمای کریستالینه شدن<sup>۱</sup> (Tc)

همانطور که شکل (۲) نشان می‌دهد در نمونه‌هایی که نانورس ندارند، با افزایش سازگاردهنده دمای کریستالینه شدن کاهش می‌یابد، در نمونه‌های دیگر با افزایش میزان سازگاردهنده دمای کریستالینه شدن افزایش پیدا می‌کند. اما در میزان سازگاردهنده ثابت ۵٪، با افزایش میزان نانورس دمای کریستالینه شدن دارای نوسان می‌باشد و در میزان سازگاردهنده ثابت ۱۰٪، با افزایش میزان نانورس دمای کریستالینه شدن افزایش می‌یابد. خاصیت هسته‌گذاری نانورس باعث می‌شود که انرژی بلورینگی تشکیل بلورها کاهش پیدا کند، در نتیجه بلورها باید در دمای پایین‌تری بوجود آیند. بنابر این اختلافات مشاهده شده در دمای کریستالینه شدن از

این افزایش در درصد کریستالینی در درصد‌های مختلف نانورس به خاصیت و ویژگی هسته‌گذاری ذرات نانورس ارتباط دارد (Lee et al., 2008). ذرات نانورس بوسیله مکانیزم هسته‌زایی به ایجاد کریستال کمک می‌کنند. اما برای کاهش درصد کریستالینی در سازگاردهنده ۱۰٪ و نانورس ۳٪ می‌توان به تجمع و تراکم ذرات نانو اشاره کرد که نقش هسته‌زایی نانوذرات از بین می‌رود و در عوض ذرات نانورس با ممانعت از حرکت زنجیره‌های پلیمری روی ایجاد کریستال تاثیر منفی می‌گذارند، به عبارتی با درگیری زنجیره‌های پلیمر با نانورس کاهش کریستالینی دیده می‌شود (بیگدلی و همکاران، ۱۳۸۶).

1- Crystalline temperature

لحاظ عددی ناچیز بوده و ممکن است این افزایش و کاهش ها به دلیل خطای آزمایش و یا خطای نمونه گیری باشد.

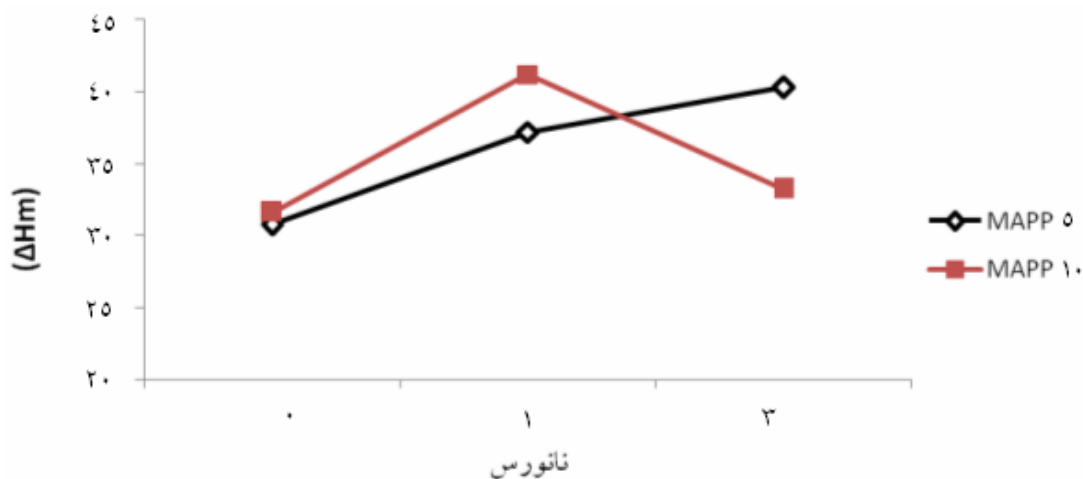


شکل ۲- تاثیر سازگاردهنده و نانورس بر دمای کریستالینه شدن

افزایش پیدا کرد، اما با میزان نانو ۳٪ با افزایش میزان سازگاردهنده آنتالپی کاهش پیدا کرد.

آنتالپی<sup>۱</sup> ( $\Delta H_m$ )

نتایج بدست آمده در شکل (۳) نشان می دهد که با میزان پایین نانو (۰ و ۱٪) با افزایش سازگاردهنده آنتالپی



شکل ۳- تاثیر سازگاردهنده و نانورس بر آنتالپی

1 -Enthalpy

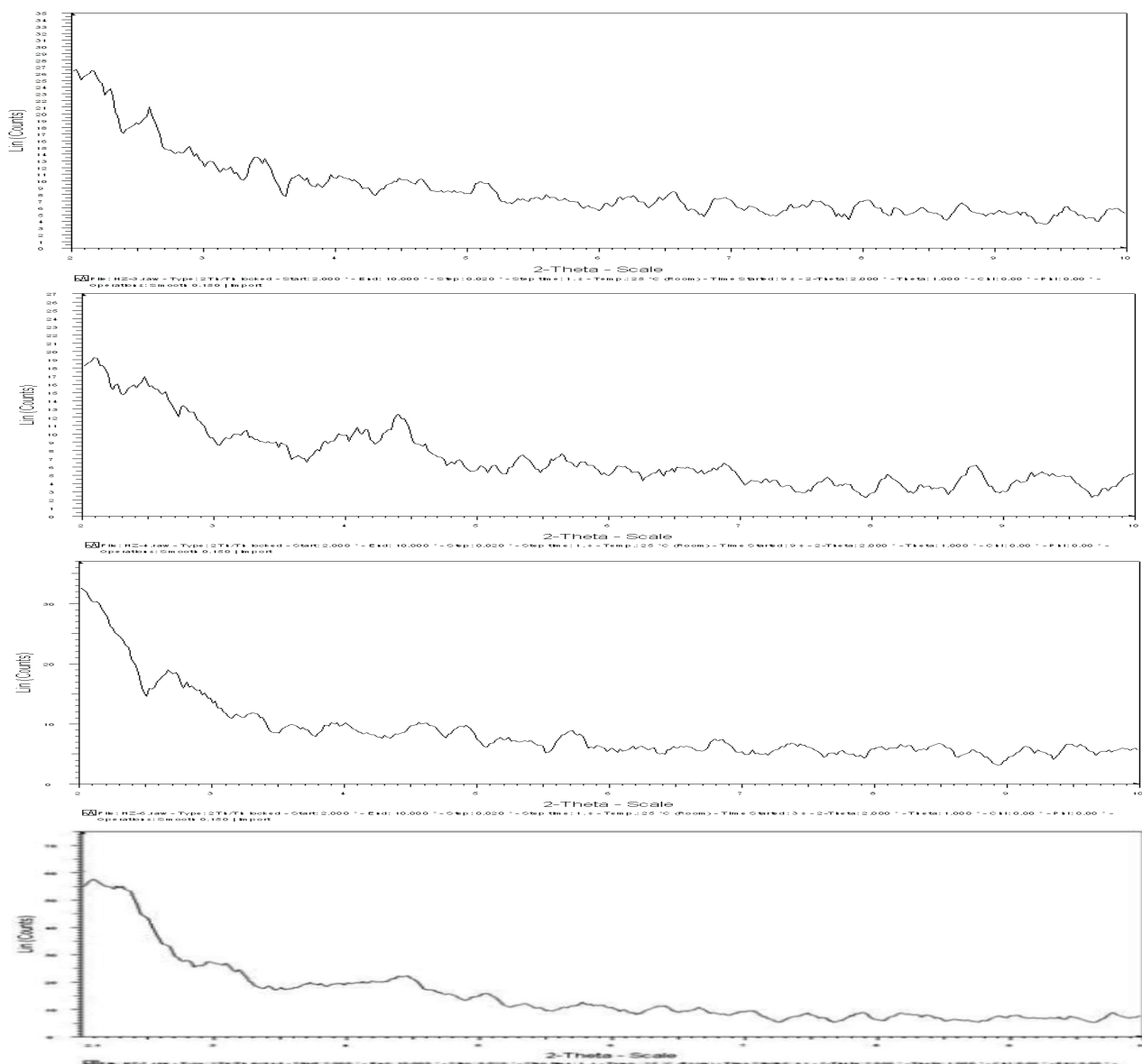
مناسبی پیدا کرده‌اند؛ این در حالیست که اگر ساختار ریخت‌شناسی نانوجندسازه از نوع ساختار بین‌لایه‌ای (Intercalation) می‌بود قله‌هایی در طیف‌های پراش نمایان می‌شد که مربوط به ناحیه بلوری نانورس بوده که کاملاً از بین نرفته و فقط به سمت عقب و ۲θ های پایین‌تر کاهش می‌یافت. به عبارت دیگر، در ساختار بین‌لایه‌ای فاصله بین لایه‌های سیلیکاتی نانورس به دلیل نفوذ زنجیرهای پلیمری افزایش می‌یابد اما از هم‌گسیختگی کامل لایه‌های رس رخ نمی‌دهد. بنابراین یکی از دلایلی را که می‌توان برای بدست آوردن ساختار لایه‌لایه‌ای نانوجندسازه‌های ساخته‌شده بیان کرد، میزان بالای ماده سازگاردهنده می‌باشد که در پراکنش یکنواخت و مناسب نانوذرات تاثیرگذار است (کرد، ۱۳۸۷).

(Wang et al., 2005) خصوصیات ریخت‌شناسی و مکانیکی-گرمایی چندسازه‌های تقویت‌شده با ذرات نانورس را مورد مطالعه قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که این پرکننده‌ها به علت ساختار exfoliation (لایه‌لایه-ای) موجب پراکنش بهتر ذرات در ماتریس پلیمری شده و در نهایت مدول کششی، مقاومت کششی و سختی چندسازه افزایش می‌یابد.

همانطور که در شکل (۳) مشاهده می‌شود، در میزان ثابت سازگاردهنده ۰.۵٪، با افزایش میزان نانورس از ۱٪ تا ۳٪ آنتالپی افزایش پیدا می‌کند. در میزان ثابت سازگاردهنده ۱.۰٪، میزان آنتالپی دارای نوسان می‌باشد. به طوری که با افزایش میزان درصد کریستالینی شدن میزان بلورهای بیشتری تشکیل می‌شود، در نتیجه برای ذوب شدن بلورهای تشکیل شده نیاز به گرمای بیشتری می‌باشد، بنابراین با افزایش میزان کریستالیتی آنتالپی افزایش می‌یابد (بیگدلی و همکاران، ۱۳۸۶).

#### آزمون تفرق اشعه X

طیف‌های پراش اشعه X مربوط به نانوجندسازه‌های چوب پلاستیک در درصدهای مختلف سازگاردهنده و نانورس در زوایای ۱۰-۲۰ درجه بدست آمده‌اند. همانطور که در طیف‌ها مشاهده می‌شود ساختار ریخت‌شناسی نانوجندسازه‌های تشکیل‌شده از نوع لایه‌لایه‌ای (Exfoliation) می‌باشد، طیف‌های بدست‌آمده دارای نوسان‌های ریز بوده که هیچ یک از این قله‌ها اوج محسوب نمی‌شوند، از این رو به دلیل متلاشی شدن ساختار بلوری نانورس هیچ قله‌ای در منحنی باقی نماند و این بدان معنی است که ذرات نانورس بطور یکنواخت و خوب در سطح ماتریس پلیمری پراکنده شده و توزیع



شکل ۴- طیف‌های اشعه X نانو چندسازه‌های چوب پلاستیک در درصد‌های مختلف سازگاردهنده و نانورس

پلیمری می‌باشد، از این رو میزان بالای ماده سازگاردهنده دلیلی برای بدست‌آوردن این پراکنش مناسب ذرات نانورس می‌باشد که این پراکنش مناسب، خود دلیلی برای افزایش مقاومت‌ها و مدول‌ها و خواص حرارتی نانوجندسازه‌های ساخته شده می‌باشد.

افزایش در میزان نانورس منجر به افزایش کریستالیتی (بلورینگی) و دمای کریستالینه نانوجندسازه گردیده و همچنین افزایش مقدار کریستالیتی منجر به افزایش در میزان آنتالپی گردیده است. بنابر این طیف‌های اشعه X بدست‌آمده نشان از ایجاد ساختار لایه‌لایه‌ای (Exfoliation) در ساختار نانورس بوده که نشان‌دهنده پراکنش و توزیع مناسب ذرات نانورس در ماتریس



## منابع مورد استفاده

- کرد، بهزاد، ۱۳۸۷، بررسی خصوصیات فیزیکی، مکانیکی و ریخت شناسی چندسازه هیبریدی آرد چوب- پلی پروپیلن و نانوفیلر. رساله دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.

- Clemons, C. M., 2002. Wood fiber plastic composites in the united states – history and current and future markes research engineer, USDA Forest Service, Forest Product Laboratory Madison, WIUSA.
- Lee, S.Y., I.A. Kang, G.H. Doh, W.J. Kim, J.S. Kim, H.G. Yoon, Q. Wu., 2008. Thermal, mechanical and morphological properties of polypropylene/clay/wood flour nanocomposites. eXPRESS Polymer Letters Vol 2, No.2. pp: 78–87.
- Lu, J.Z., Wu, Q., and McNabb, H.S., 2000. Chemical Coupling in Wood Fiber and Polymer Composites: A Review of Coupling Agents and Treatments. Society of Wood Science and Technology State-of-the-Art-Review. Vol. 32. No. 1. pp: 88-104.
- Morton J., 2003. Current and emerging application for natural and wood fiber composite, Presentation in the 7<sup>th</sup> international conference of wood fiber – plastic composite, Madison. May 19-20.
- Wang, L., K, Wang., L, Chen., Y, Zhang., C, He., 2005. Preparation, morphology and thermal/mechanical properties of epoxy/ nanoclay composite.

- بیگدلی، احمد، نازک دست، حسین، ملک نیا، لاله، ۱۳۸۶. تهیه و بررسی ساختار و خواص الیاف پلی اتیلن ترفتالات تقویت شده با نانو. دومین همایش دانشجویی فناوری نانو. ۱۴-۱۶ شهریور.

- توکل زاده، فهیمه، بنی اسدی، حسین، رضائی سعادت- آبادی، احمد، ۱۳۸۶. تهیه نانو چندسازه های پلی پروپیلن- خاک رس به روش اختلاط مذاب و بررسی پایداری آنها در مقابل تابش پرتوهای الکترونی (EB). دومین همایش دانشجویی فناوری نانو. ۱۴-۱۶ شهریور.

- حسین احمدی، محمد، نازک دست، حسین، ۱۳۸۶. بررسی اثر ترتیب خوراک دهی بر ریزساختار نانوچندسازه های بر پایه پلی اتیلن / خاک رس. دومین همایش دانشجویی فناوری نانو. ۱۴-۱۶ شهریور.

- فارسی، محمد، ۱۳۸۷. تحلیل دینامیکی - مکانیکی - حرارتی چندسازه های ساخته شده از پلی پروپیلن و ضایعات کشاورزی. پایان نامه دکتری. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.

## Thermal properties and X-ray diffraction of wood plastic nanocomposite (effect of coupling agent and nanoclay content)

Ziaei, T. H.<sup>1\*</sup>, Khademi-eslam, H.<sup>2</sup>, Bazayr, B.<sup>3</sup> and Nazarnezhad, N.<sup>4</sup>

1\*- Corresponding author, Phd. student, Department of Wood and Paper Science and Technology, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran, Hassanziaei64@gmail.com

2- Associate Professor, Science and Research Branch Islamic Azad University, Tehran

3-Assistant Professor, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran.

4- Assistant Professor, College of Resources, University of Mazanderan, Sari

Received: Sep., 2010

Accepted: Jan., 2010

### Abstract

The aim of this study was to determine effect of coupling agent contents on the thermal properties and nanoclay dispersion of reed flour /polypropylene /nanoclay composites. For this purpose we considered wood flour 40% fixed maleic anhydride in two levels (5% and 10%) and nanoclay (Cloisite 10A) in three levels (0, 1 and 3%). The materials were mixed in an internal mixer with 175 oC, 60 rpm for 10 minutes and then the specimens were fabricated by injection molding method. The clay structure and dispersion processes have been studied by X-ray diffraction. Thermal characterizations of the nanocomposites were carried out using Differential Scanning Calorimeter (DSC). The results revealed that Enthalpy, Crystallinity and Crystalline temperature of composites were increased by adding up of coupling agent and nanoclay (in some levels) contents. The XRD patterns show the exfoliation structure of nanoclay that indicated on a good dispersion of clay in polymer matrix, which in turn is a reason for increasing thermal properties.

**Key words:** composite, polypropylene, coupling agent, nanoclay, X-ray diffraction, DSC.