تولید الیاف نانوکامپوزیت پلی پروپیلن
بر پایه نانورس با مورفولوژی اینترکالیت شده

مزدک ولیدی[1*]، سعید بازگیر[2]

مقدمه

در دهه اخیر تلاشهای فراوانی در جهت تقویت خواص فیزیکی و مکانیکی پلیمرها با استفاده از فناوری نانوکامپوزیت های پلیمری بر پایه نانوذرات مونت موریلونیت (نانورس) صرف شده است. از این بین نانوکامپوزیت های پلی پروپیلن- رس بدلیل استحکام و مدول کششی افزایش یافته، بهبود مدول ذخیره، کاهش یافتن tanδ، افزایش دادن قابل توجه سرعت کریستالیزاسیون و بهبود مقاومت شعله وری نسبت به پلی پروپیلن خالص تحقیقات بیشتری را به خود معطوف نموده اند[۱]. بیشتر این مطالعات بر روی نانوکامپوزیت پلی پروپیلن- رس تهیه شده به صورت فیلم و قطعات قالب گیری شده انجام شده است و گزارشات اندکی تاکنون در مورد الیاف نانوکامپوزیت پلی پروپیلن گزارش شده است [۲ و ۳]. در این تحقیق سعی شده است که از این فناوری در جهت تقویت الیاف پلی پروپیلن استفاده گردد و بواسطه پراکنش نانومتری لایه های سیلیکاتی رس در بستر لیف به خواصی متفاوت از الیاف معمول دست پیدا کرد.

بخش تجربی

در این تحقیق نانوکامپوزیت پلی پروپیلن از اختلاط پلی پروپیلن گرید الیاف محصول پتروشیمی اراک (V۳۰S) و پلی پروپیلن مالئیکه شده به عنوان سازگارکننده محصول شرکت Honam Petrochemical با درصدهای متفاوتی از نانورس (۰/۵، ۱، ۲ و ۳٪) DK۴ محصول شرکت FCC در اکسترودر دوپیچه همسوگرد تهیه شده است.

میزان سازگارکننده به عنوان یکی از متغیرهای فرایند به میزان دو و سه برابر درصد نانورس در نظر گرفته شد. آمیزه های حاصل توسط خط ریسندگی آزمایشگاهی الیاف ذوب ریسی شده و فیلامنتهایی با متوسط دانسیته خطی ۳۰ تکس بدست آمده است. مورفولوژی و نحوه پراکنش ذرات رس در الیاف توسط تکنیک پراش پرتوی ایکس (XRD) بررسی شده است.

درصد بلورینگی الیاف توسط تکنیک گرماسنجی پویشی تفاضلی (DSC) و خواص کششی توسط دستگاه استحکام سنج مورد بررسی قرار گرفته است.

نتایج و بحث

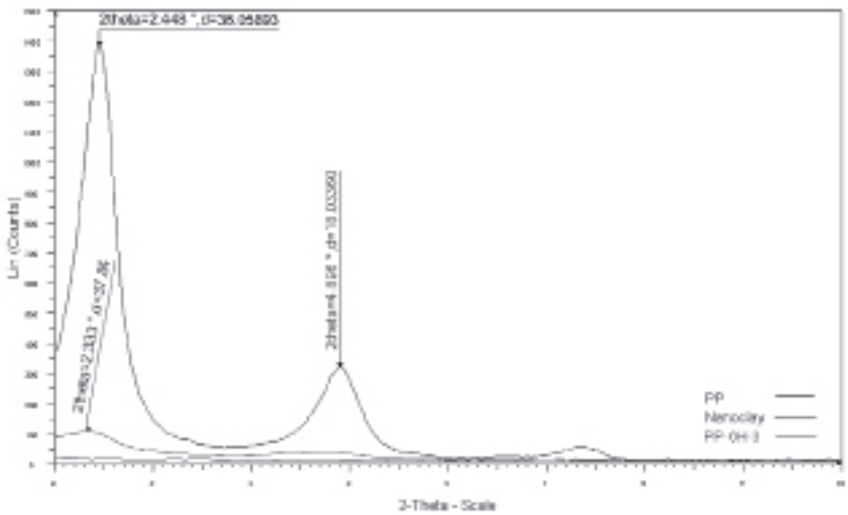
در شکل۱ طیفهای XRD نانورس، پلی پروپیلن و آمیزه نانوکامپوزیتی حاوی ۳٪ وزنی نانورس (نمونه ۳-۶H-PP) نشان داده شده است. دو پیک مشخصه برای نانورس در زوایای 2θ برابر با ۴/۸۹ و ۲/۴۴۸ درجه مربوط به صفحات (۰۰۲) و (۰۰۱) با فاصله بین صفحه ای ۱۸/۰۳۳ و Å ۳۶/۰۵۹ مشاهده می شود. بر اثر آمیزه سازی پلی پروپیلن با ۳٪ وزنی نانورس و استفاده از سازگارکننده پلی پروپیلن مالئیکه شده به میزان ۲ برابر مقدار نانورس، زوایای مربوط به پیک های مشخصه نانورس به زوایای 2θ برابر با

۴/۴۱۷ و ۲/۳۳۳ درجه تغییر یافته است. از مقایسه زوایای مربوط به دسته صفحه (۰۰۱) در نانورس و نانوکامپوزیت و بکار بردن رابطه براگ، مشخص می شود که فاصله بین صفحات (۰۰۱) در نانوکامپوزیت به ۳۷/۸۴Å افزایش یافته است. این مسأله نشان از توانایی ورود ماکرومولکولهای پلی پروپیلن به درون فضای بین لایه ای نانورس و تشکیل نانوکامپوزیتی با مورفولوژی اینترکالیت شده (میان افزا شده) داشته است.

به عبارت دیگر ساختمان لایه ای سیلیکاتها تا حدودی حفظ شده و فواصل بین آنها در کسر بالایی از صفحات و مناطق افزایش یافته است. مقدار افزایش فاصله بین لایه ها در الیاف نانوکامپوزیت حاوی ۲٪ نانورس برابر ۳۸/۰۸ Å بوده و در طیفهای مربوط به نمونه های حاوی ۰/۵ و ۱٪ نانورس پیک مشخصه نانورس قابل تشخیص نبوده که این مسأله بر پراکنش بهتر و اکسفولیت شدن (پرپر شدن) نسبی لایه ها دلالت دارد.

با افزایش درصد پلی پروپیلن مالئیکه شده در ترکیب نانوکامپوزیت (نسبت ۱:۳ از PP-g-MA به نانورس) در نمونه حاوی ۲٪ وزنی نانورس فاصله بین صفحات (۰۰۱) در نانوکامپوزیت به ۳۹/۸۱Å افزایش یافته است و ملاحظه می گردد که با افزایش نسبت سازگارکننده به نانورس بر میزان میان افزایش لایه های سیلیکاتی و پرپر شدن نسبی آنها افزوده می شود. همچنین نتایج بدست آمده از آزمون DSC نشان داد که دمای کریستالیزاسیون الیاف نانوکامپوزیت بیشتر از دمای کریستالیزاسیون پلی پروپیلن خالص بوده است که به خاصیت هسته گذاری لایه های سیلیکاتی میان افزا شده یا پرپر شده در پلی پروپیلن مربوط می گردد. همچنین ملاحظه شد که درصد بلورینگی نمونه حاوی ۰/۵٪ نانورس بیشترین افزایش را نسبت به الیاف پلی پروپیلن داشته است. نتایج بدست آمده از آزمون خواص مکانیکی با نتایج حاصل از بررسی پراکنش لایه های سیلیکاتی و رفتار کریستالیزاسیون نمونه ها مطابقت دارد.

بدین صورت که نمونه حاوی ۰/۵٪ نانورس (نسبت ۱:۲ از PP-g-MA به نانورس) با بیشترین افزایش مدول (۶۱٪) و پس از آن نمونه های ۲٪ نانورس (نسبت ۱:۳) و نمونه ۱٪ (نسبت ۱:۲) به ترتیب با ۱۵/۶۶٪ و ۳/۷۵٪ افزایش نسبت به الیاف عاری از نانورس قرار دارند. در نسبتهای بیشتر نانورس در الیاف نانوکامپوزیت، خاصیت تقویت کنندگی این ذرات کاهش یافته است. افزایش مدول کششی در این نمونه هایی برخوردار از بیشترین میزان اینترکالیشن و اکسفولیشن نسبی توسط محققین دیگر نیز گزارش شده است[۴].



شکل ۱- طیف های XRD پلی پروپیلن، نانورس و لیف نانوکامپوزیت PP-6H-۳ .

نتیجه گیری

نتایج آزمایشات حاکی از آن است که اثر تقویت کنندگی نانورس شدیداً تحت تأثیر مورفولوژی نانوکامپوزیت و نحوه پراکنش لایه ها نانومتری قرار دارد. توزیع یکنواخت تر لایه های سیلیکاتی در زمینه پلیمری در حالت پرپر شده، بدلیل افزایش نسبت منظر لایه ها و در نتیجه افزایش سطح تماس لایه ها با زمینه، در بهبود خواص مکانیکی مؤثرتر است.

پی‌نوشت:

۱. گروه مهندسی نساجی، دانشکده فنی و مهندسی، واحد قائمشهر، دانشگاه آزاد اسلامی (validi.m@srbiau.ac.ir)

۲. گروه مهندسی پلیمر، دانشکده فنی و مهندسی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی (bazgir@srbiau.ac.ir)

مراجع

1. Qian, G., Lan T., Polypropylene Nanocomposite, in Handbook of Polypropylene and Polypropylene Composites, H.G. Karian, 2nd Ed., Chapter. 20, Marcel Dekker Inc., New York (2003).

2. Zhang X., Yang M., Zhao Y. et al., Polypropylene/Montmorillonite composites and their application in hybrid fiber preparation by melt-spinning, J. Appl. Polym. Sci., 92, 552-558 (2004).

3. Smart G., Kandola B. K., Horrocks A. R et al., Polypropylene fibers containing dispersed clays having improved fire performance. Part II: characterization of fibers and fabrics from PP–nanoclay blends Polym. Adv. Technol., 19, 658–670, (2008).

4. Joshi M., Viswanathan V., High-performance filaments from compatibilized polypropylene/clay nanocomposites, J. Appl. Polym. Sci., 102, 2164-2174 (2006).