تأثیر نانو اکسید روی برخصوصیات فیزیکی و مکانیکی چندسازه چوب-پلاستیک

داود رسولی[۱*]
مهدی مشکور[۲]
زهرا حجتی[۳]

[۱] استادیار گروه تکنولوژی و مهندسی چوب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

[۲] استادیار گروه تکنولوژی و مهندسی چوب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

[۳] دانش‌آموخته کارشناسی رشته حفاظت و اصلاح چوب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

مسئول مکاتبات:
rasouli@gau.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۲/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۳/۱۶

چکیده

در این تحقیق اثر نانو اکسید روی برخصوصیات فیزیکی و مکانیکی چندسازه چوب-پلی‌اتیلن موردبررسی قرار گرفت. برای این منظور چندسازه های محتوی ۰، ۱، ۲ و ۴ درصد نانو اکسید روی (بر اساس وزن کل چندسازه) به کمک مخلوط‌کن داخلی و پرس آزمایشگاهی ساخته شدند و در ادامه به‌وسیله آزمون‌های مقاومت خمشی، کششی، سختی، جذب آب و واکشیدگی ضخامتی مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که استفاده از نانو اکسید روی به میزان ۲ و ۴ درصد به‌طور معنی‌داری موجب کاهش مقاومت‌های خمشی، کششی و مدول خمشی شده است. همچنین نتایج حاکی از آن بود که سختی و مدول کششی تنها در چندسازه‌های حاوی ۴ درصد نانو اکسید روی کاهش معنی‌داری داشته است. بررسی خصوصیات فیزیکی نیز بیانگر تأثیر منفی نانو اکسید روی بر میزان واکشیدگی ضخامتی و جذب آب بود به‌طوری‌که شاهد افزایش واکشیدگی ضخامتی در نمونه‌های حاوی ۲ و ۴ درصد نانو اکسید روی و میزان جذب آب در نمونه‌های حاوی ۴ درصد نانو اکسید روی نسبت به سایر نمونه‌ها بودیم.

واژگان کلیدی: چندسازه چوب‌پلی‌اتیلن، نانو اکسید روی، خصوصیات مکانیکی، خصوصیات فیزیکی.

مقدمه

چندسازه‌های چوب پلاستیک از محصولات نوظهوری هستند که به میزان قابل‌توجهی شاهد افزایش مصرف آن در طی دهه‌های اخیر هستیم. این چندسازه‌ها به‌وسیله پراکنده کردن ذرات ریز چوب در پلیمرهای ترموپلاستیک به همراه جفت‌کننده‌ها و یا سایر افزودنی‌ها، به کمک فن‌های مختلفی ازجمله اکستروژن، قالب‌گیری تزریقی[۱] و قالب‌گیری فشاری[۲] تولید می‌شوند. ایده تولید چندسازه‌های چوب پلاستیک در دهه ۱۹۷۰ میلادی در ایتالیا مطرح و در اوایل دهه ۱۹۹۰ میلادی در آمریکا گسترش و توسعه پیدا کرد. اولین بار در مقیاس صنعتی شرکت وود استاک در آمریکا در سال ۱۹۸۳ نسبت به تولید چندسازه چوب-پلی‌پروپیلن به‌وسیله اکسترودر برای قسمت‌های داخلی خودرو اقدام نمود [۱]. امروزه استفاده گسترده‌ای از این نوع چندسازه‌ها در مصارف ساختمانی ازجمله ساخت پنجره، دیوارکوب[۳]، کف‌پوش و ... می‌شود و در بسیاری از بخش‌ها این محصولات جایگزین چوب ماسیو شده‌اند، به همین سبب توجه به خصوصیات فیزیکی و مکانیکی آن‌ها از اهمیت فراوانی برخوردار است [۲, ۳]. استفاده از چوب به‌عنوان عامل پرکننده و تقویت‌کننده در پلاستیک‌ها باعث می‌شود محصول

[1] injection moulding
[2] Compression moulding
[3] Siding

به‌دست‌آمده از سفتی و زیبایی بهتر و قیمت تمام‌شده کمتری برخوردار باشد. علی‌رغم مزایای ذکرشده، این نوع چندسازه‌ها مستعد تخریب بیولوژیک و هوازدگی می‌باشند که این عوامل به‌شدت بر زیبایی و مقاومت‌های آن‌ها تأثیر می‌گذارد. برای نخستین بار آثار پوسیدگی در چندسازه-های چوب و پلاستیک توسط Morris و Cooper (۱۹۹۸) گزارش گردید [۴]. راهکار ارائه‌شده برای رفع این مشکل استفاده از قارچ‌کش‌هایی مانند بورات روی در ساختار این چندسازه‌ها است [۵]. چندسازه‌های چوب پلاستیک در محیط‌های بیرونی دچار تخریب هوازدگی نیز می‌شوند در اثر هوازدگی، تخریب سطحی در سطح چندسازه‌ها اتفاق می‌افتد که تأثیر بسیار منفی بر زیبایی محصولات تولیدشده می‌گذارد [۶] تحقیقات صورت گرفته نشان داده است که جاذب‌های نوری آلی و معدنی می‌توانند موجب افزایش مقاومت به هوازدگی در این چندسازه‌ها گردند [۷]. نانو اکسید روی ازجمله موادی است که می‌تواند موجب افزایش مقاومت به هوازدگی در چوب و چندسازه‌های چوب - پلی‌اتیلن گردد [۸]. این ماده همچنین دارای فعالیت قارچ کشی مناسبی بوده و می‌تواند موجب کاهش فعالیت قارچ‌های مولد پوسیدگی سفید و قهوه‌ای در چندسازه‌های چوب- پلاستیک گردد [۹, ۱۰]؛ بنابراین نانو اکسید روی به‌عنوان ماده‌ای معرفی‌شده است که می‌تواند به‌طور هم‌زمان موجب افزایش مقاومت به هوازدگی و پوسیدگی گردد. به‌طورکلی با کوچک‌سازی ابعاد مواد، سطح ویژه آن‌ها افزایش می‌یابد که این امر به معنی افزایش تعداد اتم‌های در دسترس ماده و درنتیجه برهمکنش بیشتر این مواد با سایر مواد است به همین خاطر این‌گونه مواد خصوصیات منحصربه‌فردی را از خود نشان می‌دهند. نانوذرات اکسید روی نیز خواص متفاوتی را نسبت به حالت بالکی از خود نشان می‌دهد به‌طوری‌که با افزایش سطح ویژه، خاصیت جذب نوری فعالیت قارچ‌کشی و ضد باکتریایی آن‌ها بیشتر می‌گردد [۱۱, ۱۲].

معرفی هر ماده حفاظتی جدید برای محصول خاص، نیازمند بررسی تأثیر آن بر جنبه‌های مختلف محصول به‌کاربرده است. از آنجایی خصوصیات فیزیکی و مکانیکی چندسازه‌های چوب-پلاستیک از اهمیت زیادی بر جنبه‌های کاربردی این محصولات دارد، تاکنون مطالعه‌ای در این زمینه صورت نگرفته است لذا تحقیق حاضر به‌منظور بررسی این موضوع انجام شده است.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق، از آرد چوب گونه‌ی راش با اندازه ذرات ۶۰ تا ۸۰ مش به‌عنوان پرکننده، پلی‌اتیلن دانسیته بالا (HD۵۶۲۰، پتروشیمی اراک) با دانسیته ۰/۹۵۶ g/cm^3 و شاخص جریان مذاب ۲۰ گرم در ده دقیقه (در دمای ۱۹۰ درجه سانتی‌گراد با وزنه ۲/۱۶ کیلوگرم) به‌عنوان ماده زمینه و جفت کننده MAPE (نوع G101 شرکت کیمیا جاوید سپاهان) استفاده شد. همچنین نانوذرات اکسید روی به‌عنوان ماده حفاظتی با ابعاد متوسط ۶۷ نانومتر از شرکت آلفا ایسر[1] آمریکا به دست آمد.

جهت ساخت نمونه‌ها، پلیمر پلی‌اتیلن به همراه جفت کننده به مدت ۲ دقیقه در داخل محفظه مخلوط‌کن داخلی (برابندر[2] مدل ۳۳۰) با دمای ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد و با سرعت چرخش ۷۰ دور بر دقیقه ذوب شد. سپس آرد چوب و نانوذرات اکسید روی به‌طور هم‌زمان به محفظه مخلوط‌کن اضافه و عمل اختلاط به مدت ۳ دقیقه دیگر تا رسیدن به گشتاور ثابت ادامه پیدا کرد. سپس چندسازه بی‌شکل ایجادشده پس از سرد شدن، به ابعاد کوچک‌تر تبدیل شد و درنهایت نمونه‌ها به کمک قاب فلزی و پرس آزمایشگاهی کور[3] تهیه گردیدند. در این تحقیق، دمای پرس ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد و فشار آن ۲۰ مگا پاسکال بود که پس از مدت ۴ دقیقه پرس، دمای آن به‌وسیله آب به زیر ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد می‌رسید. لازم به ذکر است که ضخامت نمونه‌های کششی ۱ میلی‌متر و ضخامت سایر نمونه‌ها برابر با ۳ میلی‌متر در نظر گرفته شد. در این تحقیق برای تمامی تیمارها، ۵۰ درصد آرد چوب، ۴۸ درصد پلی‌اتیلن دانسیته بالا و ۲ درصد جفت کننده استفاده شد؛ و از ماده حفاظتی نانو اکسید روی به مقدار ۰، ۱، ۲ و ۴ درصد بر اساس وزن کل چندسازه‌ها به‌عنوان عامل متغیر استفاده گردید. جهت سهولت در بررسی نتایج، نمونه های محتوی نانو اکسید روی با کد Zn به همراه درصد مورداستفاده آن‌ها و نمونه‌های فاقد نانو اکسید روی با کد WPE ارائه‌شده‌اند.

[1] Alfa Aesar
[2] Brabender
[3] Cavour

مقاومت خمشی بر روی نمونه‌هایی با ابعاد ۱۰۰*۱۲*۳ میلی‌متر طبق استاندارد ASTM D 790 با آزمون سه‌نقطه‌ای و طول دهانه ۷۰ میلی‌متر و سرعت بارگذاری ۳ میلی‌متر در دقیقه توسط دستگاه اینسترون ۴۴۸۶ و مقاومت کششی نمونه‌های ۱۰۰*۱۰*۱ میلی‌متر مطابق استاندارد ASTM882 به‌وسیله دستگاه اینسترون[1] مدل ۳۳۶۵ با سرعت بارگذاری ۲ میلی‌متر در دقیقه انجام شد. برای اندازه‌گیری سختی از نمونه‌هایی با ابعاد ۵۰*۵۰*۳ میلی‌متر استفاده شد و میزان سختی آن‌ها به‌وسیله سختی سنج شور D با وزنه ۵ کیلوگرمی طبق استاندارد ASTM D2240-5 اندازه‌گیری گردید. لازم به ذکر است که این نوع سختی فاقد واحد است و اعداد آن در محدوده ۰-۱۰۰ است که در آن اعداد بزرگ‌تر نشان‌دهنده سختی بیشتر است.

اندازه‌گیری جذب آب و واکشیدگی ضخامت نمونه‌های ۲۵*۲۵*۳ میلی‌متر مطابق استاندارد ASTM D 1037 و به کمک ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم و میکرومتر با دقت ۰/۰۰۱ میلی‌متر انجام گردید. برای این منظور، وزن و ضخامت نمونه‌ها پس از قرارگیری در دمای ۱۰۳ درجه سانتی‌گراد (به مدت ۲۴ ساعت) اندازه‌گیری و پس‌ازآن نمونه‌ها به داخل آب مقطر منتقل شدند. در ادامه برای هر بار اندازه‌گیری جذب آب و واکشیدگی ضخامت، نمونه‌ها از آب خارج و مورد ارزیابی قرار گرفتند.

جهت بررسی تأثیر نانو اکسید روی بر روی خصوصیات مکانیکی، از طرح کاملاً تصادفی و تکنیک تجزیه واریانس یک‌طرفه استفاده و در صورت اثبات تأثیر معنی‌داری آن، میانگین تیمارهای موردبررسی به کمک آزمون چند دامنه‌ای دانکن گروه‌بندی شدند.

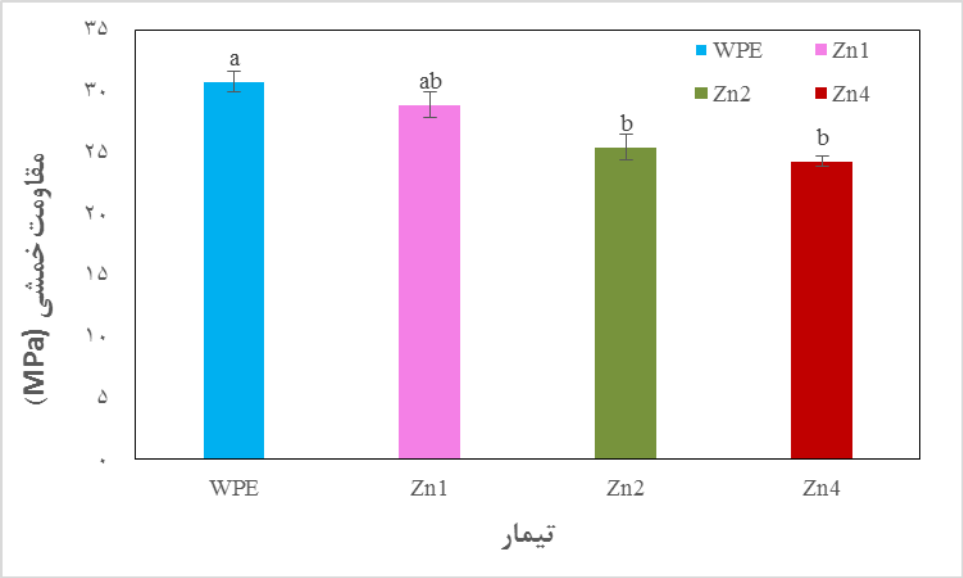
نتایج و بحث

بررسی نتایج مقاومت خمشی نشان داد که استفاده از نانو اکسید روی تأثیر معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۹ درصد بر مقاومت خمشی داشته است (جدول ۱). به‌طوری‌که در نمونه‌های حاوی ۲ و ۴ درصد نانو اکسید روی شاهد کاهش مقاومت خمشی به ترتیب به میزان ۱۷ و ۲۱ درصد نسبت به نمونه‌های شاهد مشاهده شد. در نمونه‌های حاوی ۱ درصد نانو اکسید روی کاهش ۶ درصدی مقاومت خمشی نسبت به نمونه‌های شاهد مشاهده شد اما این میزان کاهش ازنظر آماری معنی‌دار نبود (شکل ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر نانو اکسید روی بر خصوصیات مکانیکی چندسازه چوب-پلی‌اتیلن[1]

خصوصیت موردبررسی	منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	مقدار F	سطح معنی‌داری
مقاومت خمشی	تیمار	۳	۱۵۳/۲	۵۱/۲۶	۲۹/۳۶	۰/۰۰۰
	خطا	۱۵	۲۶/۲	۱/۷۴		
	کل	۱۸	۱۸۰			
مدول خمشی	تیمار	۳	۳۹۴۸۹۸	۱۳۱۶۳۲/۶	۷/۱۴	۰/۰۰۳
	خطا	۱۵	۲۷۶۵۹۸	۱۸۴۳۹/۸		
	کل	۱۸	۶۷۱۴۹۶			
مقاومت کششی	تیمار	۳	۹۸/۲	۳۲/۷	۱۱/۸۳	۰/۰۰۰
	خطا	۱۶	۴۴/۲۵	۲/۷۶		
	کل	۱۹	۱۴۲/۴۴			
مدول کششی	تیمار	۳	۱۰۰۱۲۹/۸	۳۳۳۷۶/۶	۳/۷۸	۰/۰۳۲
	خطا	۱۶	۱۴۰۹۷۰	۸۸۱۰/۶		
	کل	۱۹	۲۴۱۰۹۹/۸			
سختی	تیمار	۳	۱۴	۴/۶۶	۴/۹	۰/۰۱۳
	خطا	۱۶	۱۵/۲	۰/۹۵		
	کل	۱۹	۲۹/۲			

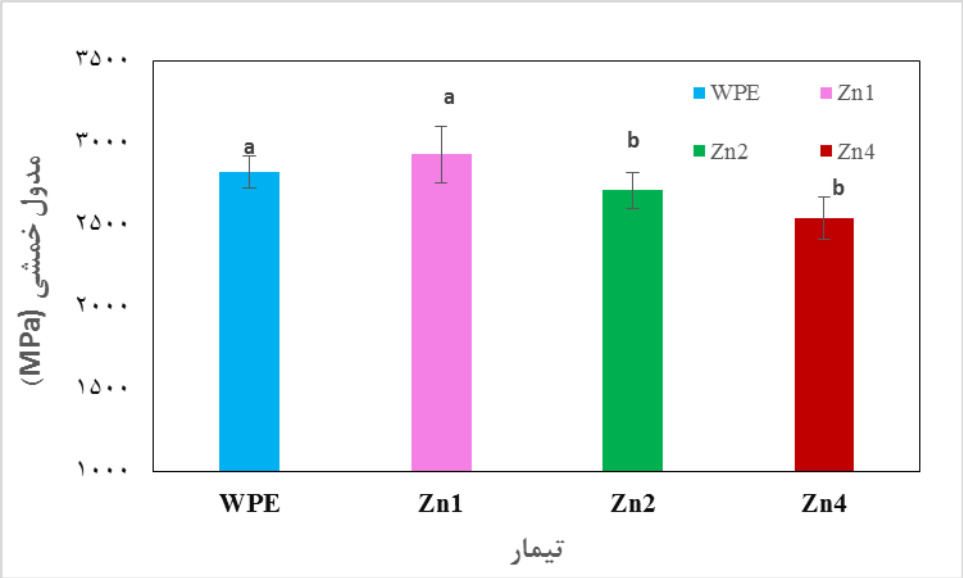
[1] Instron



* نوار خطا نشان‌دهنده انحراف معیار است

شکل ۱- تأثیر نانو اکسید روی بر مقاومت خمشی چندسازه چوب-پلی‌اتیلن

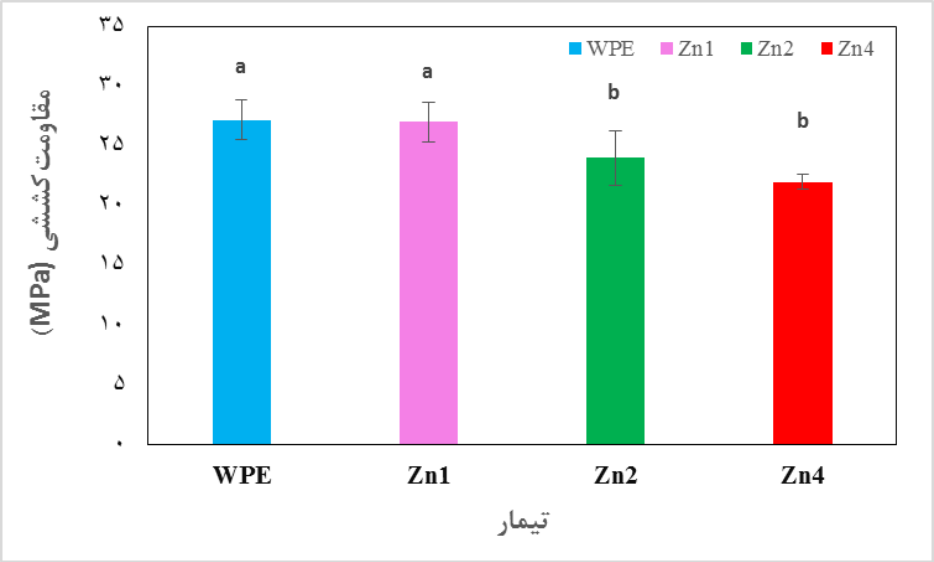
نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که نانو اکسید روی در سطح اطمینان ۹۹ درصد بر مدول خمشی چندسازه چوب-پلی‌اتیلن تأثیر معنی‌داری داشته است (جدول ۱). در نمونه‌های حاوی ۱ درصد نانو اکسید روی شاهد افزایش جزئی در مدول خمشی بودیم هرچند که این افزایش ازنظر آماری معنی‌دار نبود. با افزایش میزان نانو اکسید روی به ۲ و ۴ درصد، به ترتیب شاهد کاهش معنی‌دار ۴ و ۱۰ درصدی در مدول خمشی بودیم هرچند که اختلاف معنی‌داری بین نمونه‌های ۲ و ۴ درصد مشاهده نشد (شکل ۲).



* نوار خطا نشان‌دهنده انحراف معیار است

شکل ۲- تأثیر نانو اکسید روی بر مدول خمشی چندسازه چوب-پلی‌اتیلن

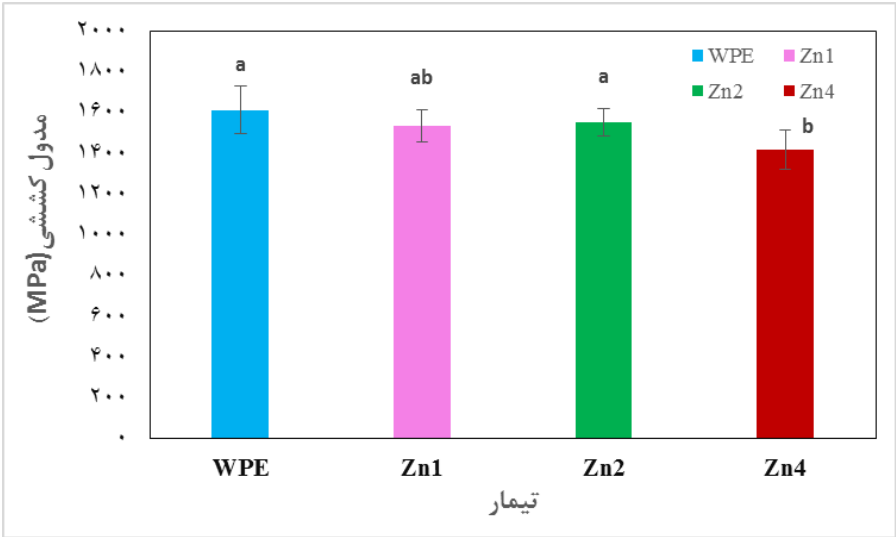
بررسی نتایج تجزیه واریانس نشان داد که نانو اکسید روی بر میزان مقاومت کششی در فاصله اطمینان ۹۹ درصد تأثیر معنی‌داری داشته است (جدول ۱). همان‌گونه که مشخص است بین نمونه‌های شاهد و نمونه‌های محتوی ۱ درصد نانو اکسید روی، اختلاف مقاومت کششی ازنظر آماری معنی‌دار نیست. این در حالی است که با افزایش نانو اکسید روی به ۲ و ۴ درصد، به‌طور معنی‌داری کاهش ۱۱ و ۱۹ درصدی مقاومت کششی رخداده است.



* نوار خطا نشان‌دهنده انحراف معیار است

شکل ۳- تأثیر نانو اکسید روی بر مقاومت کششی چندسازه چوب-پلی‌اتیلن

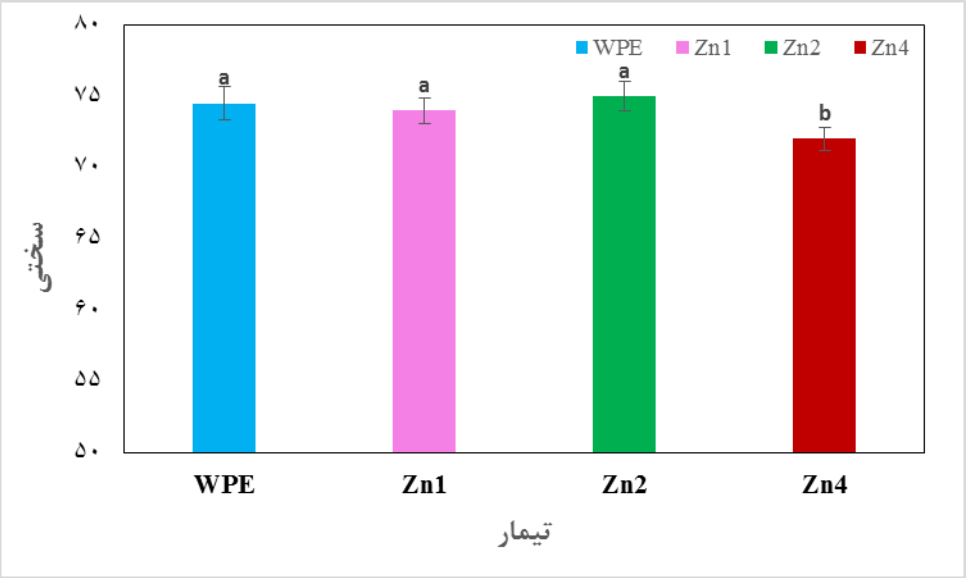
بررسی نتایج حاصل از مدول کششی نیز نشان داد که این خصوصیت در فاصله اطمینان ۹۵ درصد تحت تأثیر میزان نانو اکسید روی است (جدول ۱). به‌طوری‌که نمونه‌های حاوی ۴ درصد نانو اکسید روی مدول کششی ۱۲ درصد نسبت به نمونه‌های شاهد کاهش معنی‌دار از خود نشان داد. درحالی‌که در نمونه‌های حاوی ۱ و ۲ درصد نانو اکسید روی، کاهش معنی‌داری در مدول کششی مشاهده نشد (شکل ۴).



* نوار خطا نشان‌دهنده انحراف معیار است

شکل ۴- تأثیر نانو اکسید روی بر مدول کششی چندسازه چوب-پلی‌اتیلن

بررسی سختی نمونه‌ها نشان داد که این خاصیت نیز به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر میزان نانو اکسید روی است (جدول ۱). در این بررسی، استفاده از ۱ و ۲ درصد نانو اکسید روی تأثیر معنی‌داری بر میزان سختی نمونه‌ها نداشت. درحالی‌که استفاده از ۴ درصد نانو اکسید روی باعث کاهش معنی‌دار ۴ درصدی در میزان سختی نمونه‌ها گردید.



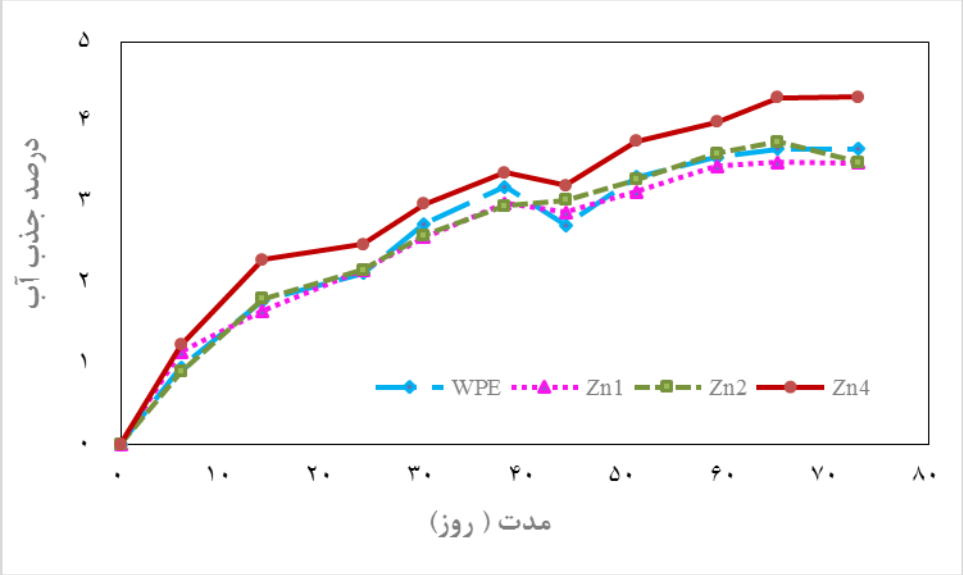
* نوار خطا نشان‌دهنده انحراف معیار است

شکل ۵- تأثیر نانو اکسید روی بر سختی چندسازه چوب- پلی‌اتیلن

در چندسازه‌های چوب-پلاستیک، کیفیت چسبندگی در مرز مشترک بین چوب و ماتریکس (منطقه بین فازی) نقش اساسی را در تعیین خصوصیات چندسازه‌های چوب پلاستیک ازجمله خصوصیت مکانیکی بازی می‌کند. ازآنجایی‌که چوب به دلیل ماهیت قطبی، نسبت به پلاستیک‌ها از خود ناسازگاری نشان می‌دهد لذا برای حل این مشکل از جفت کننده‌های مناسب در ساختار چندسازه‌ها استفاده می‌شود [۱۳, ۱۴]. درصورتی‌که در ساختار این چندسازه‌ها، از نانو مواد به‌عنوان افزودنی استفاده شود، خصوصیات مکانیکی محصول به‌دست‌آمده به‌شدت تحت تأثیر میزان و شدت پراکندگی ذرات نانو خواهد بود. ذرات نانو به دلیل ابعاد کوچک خود دارای سطح ویژه بسیار بالایی بوده و چنانچه به نحو مناسبی در ماتریکس پراکنده شوند، می‌توانند با ایجاد سطح مشترک بیشتر، موجب انتقال بهتر تنش در چندسازه‌ها گردند [۱۴]. از سوی دیگر، ذرات نانو به دلیل داشتن انرژی سطحی بالا، تمایل زیادی به تجمع و کلوخه شدن[1] دارند به همین خاطر پراکنش مناسب آن‌ها در پلیمرهای آب‌گریزی مانند پلی الفین‌ها به‌سختی صورت می‌پذیرد [۱۵]. همچنین مطالعات صورت گرفته نشان داده که نانوذرات در غلظت‌های پایین پراکنش بهتری در پلیمرها در مقایسه با غلظت‌های بالا از خود نشان می‌دهند و در غلظت‌های بالا، با توجه به تجمع و کلوخه شدن بیشترشان موجب افت خصوصیات مکانیکی چندسازه‌های مربوطه می‌شوند [۱۶]. همان‌گونه که نتایج مقاومت‌های مکانیکی این تحقیق نشان داد استفاده از ۱ درصد نانو اکسید روی تأثیر معنی‌داری بر مقاومت‌های مکانیکی نداشته، اما با افزایش غلظت نانو اکسید روی، کاهش معنی‌داری در مقاومت‌های مکانیکی مشاهده شد؛ که این امر را می‌توان به کلوخه شدن و تجمع ذرات نانو اکسید روی نسبت داد که با کاهش سطح مشترک در ماتریکس و تمرکز تنش در مناطق کلوخه شده، موجب افت خصوصیات مکانیکی می‌شود.

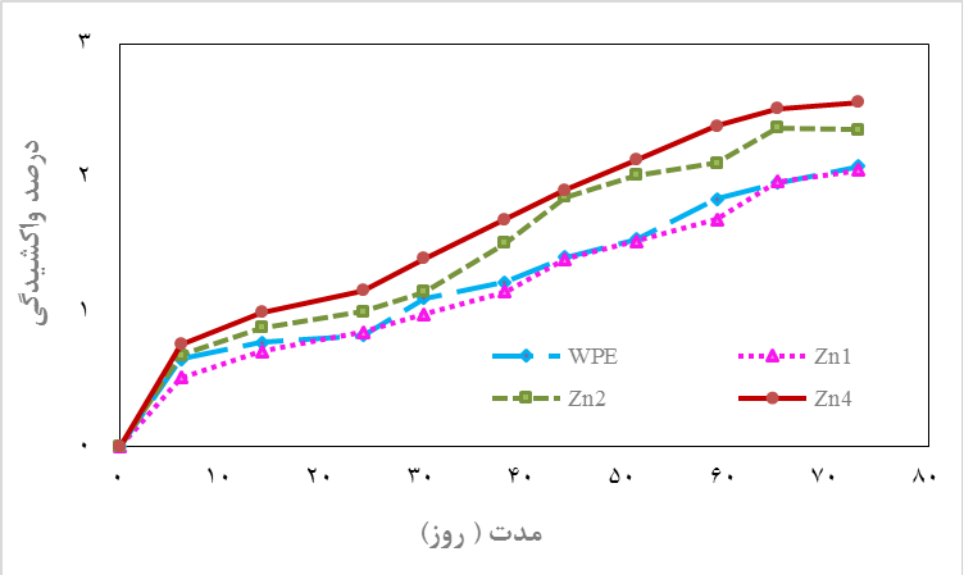
[1] agglomeration

تأثیر استفاده از نانو اکسید روی در ساختار چندسازه‌ها بر میزان جذب آب و واکشیدگی ضخامت طولانی‌مدت (مدت ۷۳ روز) در شکل‌های ۶ و ۷ ارائه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، در نمونه‌های حاوی ۴ درصد نانو اکسید روی، شاهد افزایش جذب آب نسبت به سایر نمونه‌ها هستیم این در حالی است که در نمونه‌های حاوی ۱ و ۲ درصد نانو اکسید روی اختلاف قابل‌توجهی نسبت به نمونه‌های شاهد مشاهده نمی‌شود.



شکل ۶- تأثیر نانو اکسید روی بر میزان جذب آب چندسازه چوب-پلی‌اتیلن

بررسی نتایج واکشیدگی ضخامت طی زمان‌های متوالی نشان می‌دهد که حضور ۱ درصد نانو اکسید روی تأثیری در کاهش یا افزایش میزان واکشیدگی ضخامتی نمونه‌ها نداشته است درحالی‌که با افزایش میزان نانو اکسید روی به ۲ و ۴ درصد، شدت واکشیدگی ضخامتی افزایش می‌یابد که این امر برای نمونه‌های حاوی ۴ درصد نانو اکسید روی بسیار مشهودتر است.



شکل ۷- تأثیر نانو اکسید روی بر میزان واکشیدگی ضخامتی چندسازه چوب-پلی اتیلن

میزان جذب آب صورت گرفته در چندسازه‌های چوب پلاستیک، تأثیر زیادی بر مقاومت‌های مکانیکی، ثبات ابعادی و مقاومت‌های بیولوژیکی این محصولات دارد. به‌طوری‌که با افزایش رطوبت در این چندسازه‌ها، ثبات ابعادی و مقاومت‌های مکانیکی کاهش و شرایط جهت فعالیت عوامل بیولوژیکی مانند عوامل پوسیدگی مساعدتر می‌شود [۱۰, ۱۷]. به‌طورکلی دلیل جذب آب در چندسازه‌های چوب پلاستیک، ناشی از خاصیت آب‌دوستی مواد لیگنوسلولزی و وجود منافذ ریز در ساختار آن‌ها، وجود منافذ در منطقه بین فازی و میکرو ترک‌های ایجادشده در هنگام ساخت چندسازه‌ها است [۱۸, ۱۹]. ماهیت و نوع افزودنی به‌کاربرده شده نیز می‌تواند تأثیر مستقیمی بر میزان جذب آب داشته باشد. به‌عنوان‌مثال استفاده از جفت کننده مالئیک انیدرید با بهبود چسبندگی در سطح مشترک و منطقه بین فازی، جذب آب را در چندسازه‌های چوب-پلاستیک کاهش می‌دهد. مطالعات صورت گرفته نیز نشان داده که استفاده از نانورس می‌تواند جذب آب را در این چندسازه‌ها کاهش دهد. دلیل ذکرشده برای این امر خاصیت آب‌گریزی نانوذرات رس و پراکندگی مناسب آن‌ها در ماتریکس پلیمری است که می‌تواند با مسدود کردن منافذ، مانع از نفوذ آب گردد [۲۰, ۲۱]. در این بررسی نتایج حاکی از افت مقاومت‌های مکانیکی در غلظت‌های بالای نانو اکسید روی بود که این امر تجمع نانوذرات در ساختار چندسازه را نشان داد. دلیل جذب آب بیشتر در نمونه‌های حاوی درصد بالای نانو اکسید روی را می‌توان نیز به تجمع و کلوخه شدن ذرات نانو نسبت داد باعث ایجاد منافذ بیشتر جهت نفوذ آب شده است. همچنین ازآنجایی‌که رابطه مستقیم بین جذب آب و واکشیدگی وجود دارد درنتیجه این نمونه‌ها واکشیدگی ضخامتی بیشتری نیز داشته‌اند.

نتیجه‌گیری

استفاده گسترده از چندسازه‌های چوب و پلاستیک در محیط‌های بیرونی باعث می‌شود این چندسازه‌ها در معرض هوازدگی و پوسیدگی قرار بگیرند. تحقیقات صورت گرفته نشان داده که استفاده از نانو اکسید روی در ساختار این چندسازه‌ها می‌تواند اثر محافظتی مناسبی در برابر هوازدگی و پوسیدگی از خود نشان دهد. در این بررسی، تأثیر نانو اکسید روی بر خصوصیات فیزیکی و مکانیکی چندسازه چوب- پلی‌اتیلن مطالعه قرار گرفت. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که در صورت استفاده از مقادیر کم نانو اکسید روی در ساختار چندسازه چوب- پلی‌اتیلن، افت معنی‌داری در خواص فیزیکی و مکانیکی چندسازه‌های حاصل رخ نمی‌دهد.

منابع

[1] Schut, J., 1999. For compounding, sheet & profile: Wood is good. Plastic Technology, 45(3): 46-60.

[2] Stark, N.M., 2003. Photodegradation and photostabilization of weathered wood flour filled polyethylene composites. Michigan Technological University .

[3] San, H., L. Nee. and H. Meng., 2008. Physical and bending properties of injection moulded wood plastic composites boards. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, 3:13-19.

[4] Morris, P. and Cooper,p., 1998. Recycled plastic/wood composite lumber attacked by fungi. Forest products journal, 48(1): 86-88.

[5] Schirp, A.,2008. Biological degradation of wood-plastic composites (WPC) and strategies for improving the resistance of WPC against biological decay., American Chemical Society, Washington, DC. p. 480-507.

[6] Fabiyi, J.S., 2007. Chemistry of Wood-Plastic Composites Weathering, in College of Graduate Studies University of Idaho.

[7] Muasher, M. and M. Sain., 2006. The efficacy of photostabilizers on the color change of wood filled plastic composites. Polymer degradation and stability, 91(5): 1156-1165.

[8] Rasouli, D., 2013. The effect of nano zinc oxide and zinc borateon weathering of wood-HDPE composite and improving its stability by photostabilizers., Ph.D Thesis, in College of Graduate Studies. Natural Resources Faculty, University of Tehran.(In Persian).

[9] Farahani, M.R.M. and F, Banikarim., 2013. Effect of Nano-Zinc Oxide on Decay Resistance of Wood-Plastic Composites. BioResources, 8(4): 5715-5720.

[10] Rasouli, D., M. Faezipour. and M.R. Masteri Farahani., 2015. Effects of nano zinc oxide and micro zinc borate on the durability of wood flour/HDPE composite, Journal of Wood & Forest Science and Technology, 21(4): 131-146.

[11] Weichelt, F., 2010. ZnO-Based UV Nanocomposites for Wood Coatings in Outdoor Applications. Macromolecular Materials and Engineering, 295(2): 130-136.

[12] Li, S.C. and Y.N. Li., 2010. Mechanical and antibacterial properties of modified nano-ZnO/high-density polyethylene composite films with a low doped content of nano-ZnO. Journal of Applied Polymer Science, 116(5): 2965-2969.

[13] Bledzki, A.K. and O. Faruk., 2003. Wood fibre reinforced polypropylene composites: effect of fibre geometry and coupling agent on physico-mechanical properties. Applied Composite Materials, 10(6): 365-379.

[14] Lu, J.Z., Q. Wu. and I.I, Negulescu., 2005. Wood-fiber/high-density-polyethylene composites: Coupling agent performance. Journal of Applied Polymer Science, 96(1): 93-102.

[15] Rong, M., M. Zhang. and W. Ruan., 2006. Surface modification of nanoscale fillers for improving properties of polymer nanocomposites: a review. Materials science and technology, 22(7): 787-796.

[16] Kord, B., A.H. Hemmasi. and I. Ghasemi., 2011. Properties of PP/wood flour/organomodified montmorillonite nanocomposites. Wood science and technology, 45(1): 111-119.

[17] Adhikary, K.B., S. Pang. and M.P, Staiger., 2008. Long-term moisture absorption and thickness swelling behaviour of recycled thermoplastics reinforced with Pinus radiata sawdust. Chemical Engineering Journal, 142(2): 190-198.

[18] Ghasemi, I. and B, Kord., 2009. Long-term water absorption behaviour of polypropylene/wood flour/organoclay hybrid nanocomposite. Iranian Polymer Journal, 18(9): 683-691.(In Persian).

[19] Stokke, D.D. and D.J. Gardner., 2003. Fundamental aspects of wood as a component of thermoplastic composites. Journal of Vinyl and Additive Technology, 9(2): 96-104.

[20] Kord, B., 2012. Effect of nanoparticles loading on properties of polymeric composite based on Hemp Fiber/Polypropylene. Journal of Thermoplastic Composite Materials, 25(7): 793-806.

[21] Pratheep Kumar, A. and R. Pal Singh., 2007. Novel hybrid of clay, cellulose, and thermoplastics. I. Preparation and characterization of composites of ethylene–propylene copolymer .Journal of Applied Polymer Science, 104(4): 2672-2682.

Effect of nano zinc oxide on physical and mechanical properties of wood plastic composites

Abstract

In this study, the effects of nano zinc oxide on the physical and mechanical properties of wood-polyethylene composites were investigated. The composites containing 0, 1, 2 and 4 wt% zinc oxide nanoparticles were manufactured using an internal mixer and a laboratory press and then the flexural and tensile properties, hardness, water absorption and thickness swelling of the samples were evaluated. The results showed that using 2 and 4 percent nano zinc oxide significantly reduced the flexural strength, flexural modulus and tensile strength. The results also revealed that the hardness and tensile modulus of composites were negatively affected only in composites containing four percent nano zinc oxide. The evaluation of physical properties showed that incorporating nano zinc oxide (2 and 4 %) increased thickness swelling. In the case of water absorption, just 4 percent nano zinc oxide increased the values.

Key words: wood-polyethylene composite, nano zinc oxide, mechanical properties, physical properties.

D. Rasouli[*1]
M. Mashkour[2]
Z. Hojati[3]

[1] Associate Prof ., Department of wood engineering and technology, Gorgan university of agricultural sciences and natural resources, Gorgan, Iran

[2] Associate Prof., Department of wood engineering and technology, Gorgan university of agricultural sciences and natural Resources, Gorgan, Iran

[3] B.Sc., Graduated in wood preservation and modification, Gorgan university of agricultural sciences and natural resources, Gorgan, Iran

Corresponding author:
rasouli@gau.ac.ir

Received: 2015/02/25
Accepted: 2016/06/05