Archive of SID

DOI: http://dx.doi.org/10.22092/ijwpr.2016.107021

فصلنامه علمی – پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران

جلد ۳۱، شماره ۴، صفحه ۶۹۴-۶۸۴، (۱۳۹۵)

تأثیر نانو ولاستونیت بر خواص فیزیکی و مکانیکی چوب پلاستیک ساخته شده با ساقه آفتابگردان و چوب توسکا

حسین رنگ‌آور[۱*]، امیر نوربخش[۲] و سعید حاجی حتملو[۳]

۱*- نویسنده مسئول، دانشیار، گروه صنایع چوب، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی، تهران،

پست الکترونیک: rangavar@srttu.edu; hrangavar@yahoo.com

۲- دانشیار، بخش تحقیقات علوم چوب و فراورده‌های آن، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه صنایع چوب، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی، تهران

تاریخ دریافت: مرداد ۱۳۹۵ تاریخ پذیرش: مهر ۱۳۹۵

چکیده

در این پژوهش تأثیر نانو ولاستونیت بر خواص فیزیکی و مکانیکی چندسازه چوب پلاستیک ساخته شده با پودر پسماند ساقه آفتابگردان و چوب توسکا بررسی شد. پودر ساقه آفتابگردان مورد استفاده نسبت به جرم خشک پودر چوب در پنج سطح صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد و نانو ولاستونیت به‌صورت پودر در سه سطح صفر، ۳ و ۵ درصد به‌عنوان عوامل متغیر این تحقیق در نظر گرفته شدند. خواص فیزیکی و مکانیکی چندسازه شامل مقاومت به پیچ عمود بر سطح، مقاومت خمشی، مدول‌الاستیسیته، جذب آب و واکشیدگی ضخامت پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب مطابق با استاندارد DIN- EN اندازه‌گیری گردید. به‌منظور بررسی فصل مشترک چوب و پلیمر و همچنین نحوه پراکنش و توزیع نانو ذرات ولاستونیت در ماتریس پلیمری عکس‌های میکروسکوپی تهیه شد. نتایج نشان داد که با افزایش نسبت اختلاط پودر ساقه آفتابگردان به پودر چوب تا سطح ۲۵ درصد سبب افزایش مقاومت به پیچ عمود بر سطح و تا سطح ۵۰ درصد باعث افزایش مقاومت خمشی و مدول‌الاستیسیته چندسازه چوب پلاستیک گردید. استفاده از پودر ساقه آفتابگردان در مخلوط با پودر چوب توسکا سبب افزایش میزان جذب آب و واکشیدگی ضخامت ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب شد. استفاده از نانو ولاستونیت تا سطح ۵ درصد نسبت به جرم کل تخته سبب بهبود کلیه خواص فیزیکی و مکانیکی چندسازه چوب پلاستیک گردید.

واژه‌های کلیدی: ساقه آفتابگردان، چندسازه چوب پلاستیک، نانو ولاستونیت، خواص فیزیکی و مکانیکی

مقدمه

چندسازه چوب پلاستیک (WPC) از مخلوط پلیمر، الیاف لیگنوسلولزی و افزودنی‌هایی مانند روان‌کننده، سازگارکننده، رنگ‌دانه، ضدخوردگی، ضد اشعه فرابنفش، ضد میکروبی و ... است که در فرایندهایی مانند اکستروژن، قالب تحت فشار و تزریق تولید می‌شود. امروزه الیاف سلولزی جایگاه ویژه‌ای را در صنایع مختلف کامپوزیتی مانند چندسازه‌های چوب پلاستیک پیداکرده و هر روز بر کاربرد آنها افزوده می‌شود. البته استفاده از الیاف گیاهی در ساخت کامپوزیت‌ها نویدبخش افقی روشن برای این صنایع

www.SID.ir

Archive of SID

است. به‌طوری‌که به دنبال افزایش نسبی قیمت پلاستیک‌ها در چند سال گذشته، افزودن الیاف و پرکننده‌های طبیعی به‌منظور کاهش هزینه‌ها در صنعت پلاستیک و در برخی موارد افزایش تولید، مورد توجه قرار گرفته است. به‌نحوی‌که استفاده از الیاف گیاهی حاصل از مازاد محصولات کشاورزی مانند کاه غلات، باگاس، بامبو و ساقه آفتابگردان در ساخت چندسازه‌های چوب پلاستیک می‌تواند جایگزین مناسبی برای پودر چوب در ساخت چندسازه‌های چوب پلاستیک باشد (Gorjani & Omidvar, 2005). همچنین فناوری نانو در جهت بهبود خواص فیزیکی و مکانیکی چندسازه‌های مختلف چوبی در سال‌های اخیر مورد توجه محققان مختلف قرار گرفته است. در این مورد یکی از نانو ذراتی که پایه معدنی دارد و می‌تواند در صنایع چندسازه چوب پلاستیک مورد استفاده قرار گیرد، نانو ولاستونیت می‌باشد. به‌طوری‌که با توجه به بالا بودن ضریب انتقال حرارتی آن می‌تواند باعث انتقال سریع‌تر و بهتر حرارت از سطح به لایه‌های درونی چوب پلاستیک شده و باعث بهبود خواص این چندسازه گردد. البته تحقیقات گسترده‌ای در ارتباط با استفاده از مازاد محصولات کشاورزی و نانو ذرات در ساخت چندسازه‌های چوبی انجام شده است.

Khosravian(۲۰۰۹) اثر ولاستونیت در ابعاد میکرو و نانو را بر خصوصیات مکانیکی، فیزیکی، حرارتی و ریخت‌شناسی چندسازه چوب پلاستیک مورد بررسی قرار داد. نتایج او نشان داد که با افزایش درصد میکروولاستونیت و همین‌طور نانوولاستونیت در چندسازه، واکشیدگی ضخامت و جذب آب کاهش یافت ولی پایداری حرارتی، درصد کریستالی شدن و مقاومت در برابر آتش چندسازه با افزایش درصد ولاستونیت در هر دو اندازه آن افزایش یافت. Razavi و همکاران (۲۰۰۶) خواص مکانیکی و جذب آب چندسازه‌های ذرات شلتوک برنج و پلی‌پروپیلن را مورد بررسی قرار دادند. مقادیر مختلفی از شلتوک برنج بین صفر تا ۴۰ درصد وزنی با ماتریس پلی‌پروپیلنی مخلوط شده و از مالئیک انیدرید پلی‌پروپیلن به‌عنوان ماده جفت‌کننده استفاده شد. نتایج نشان داد که مدول خمشی و کششی در سطوح ۴۰ درصد شلتوک برنج، بالاترین مقدار را دارا بودند و مقاومت خمشی بهبود یافته و تغییر طول و انرژی در نقطه شکست کاهش پیدا کردند. همچنین میزان درصد جذب آب با افزودن مقدار شلتوک برنج افزایش یافت. در تحقیقی که توسط Karimi و همکاران (۲۰۰۴) بر روی ساخت چندسازه‌ی پلی‌پروپیلن انجام شد از دو نوع تقویت‌کننده کنف و باگاس با نسبت‌های ۱۰، ۲۰، ۲۵ و ۳۰ درصد وزنی، همچنین پلی‌پروپیلن به‌عنوان ماده زمینه و جفت‌کننده به میزان ۲ درصد به‌عنوان سازگارکننده استفاده شد. نتایج حکایت از آن داشت که با افزودن الیاف کنف و باگاس به ماتریس زمینه، مقاومت کششی، تغییر طول در مرحله شکست، مقاومت به ضربه و سختی بهبود یافت. البته الیاف کنف در مقایسه با الیاف باگاس دارای مدول‌الاستیسیته بهتری بود. Azad و همکاران (۲۰۰۹) به بررسی اثر عامل سازگارکننده پلی‌پروپیلن جفت شده با مالئیک انیدریک بر ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی ماده مرکب آرد نی- پلی‌پروپیلن پرداختند. آرد نی با درصدهای وزنی ۶۰ و ۷۰ به‌عنوان پرکننده و از پلی‌پروپیلن به‌عنوان ماده زمینه استفاده شد. نتایج حاصل از آزمون‌های فیزیکی نشان داد که با افزایش اندازه ذرات و همچنین افزایش درصد اختلاط پرکننده، میزان جذب آب و واکشیدگی ضخامت در نمونه‌ها افزایش می‌یابد. به‌طورکلی افزودن عامل سازگارکننده به‌طور معنی‌داری سبب بهبود خصوصیات فیزیکی و مکانیکی ماده مرکب نی- پلی‌پروپیلن گردید. Panthapulakkal و همکاران (۲۰۰۶) چندسازه تزریقی پلی‌پروپیلن با ساقه ذرت، کاه گندم، آرد چوب و روزنامه‌های کهنه تولید کردند. آنان در این بررسی دو نوع پلی‌پروپیلن را مورد استفاده قرار دادند و دریافتند که ویژگی‌های مقاومتی چندسازه ساخته شده با آرد چوب از چندسازه حاوی آرد مواد لیگنوسلولزی بیشتر است. همچنین با اضافه کردن سازگارکننده، مقاومت کششی در هر دو نوع پلی‌پروپیلن افزایش یافت. با توجه به مطالب عنوان شده هدف از این پژوهش، بررسی خواص فیزیکی و مکانیکی چندسازه چوب پلاستیک با استفاده از پودر ساقه آفتابگردان و نانو ولاستونیت می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش‌ها

در این پژوهش از پودر پلی‌پروپیلن با شاخص جریان مذاب ۱۸ $g/_{10}$ min و چگالی ۰/۹ گرم بر سانتی‌متر مکعب و با نام تجاری Moplen V30 S محصول پتروشیمی اراک به‌عنوان ماتریس زمینه و از مالئیک انیدرید پیوند شده با پلی‌پروپیلن ساخت شرکت کیمیا جاوید با شاخص جریان مذاب ۱۰ $g/_{10}$ min (وزنه ۲/۱۶، T=۲۳۰°C) به میزان ۲ درصد وزن کل چندسازه در تمامی نمونه‌ها به‌عنوان سازگارکننده بین دو فاز ذرات چوب (بخش قطبی) و پلیمر زمینه (بخش غیرقطبی) استفاده شد. پودر چوب مورد استفاده در این بررسی از گونه توسکا بود که از کارگاه صنایع مبلمان شهرستان خوی تهیه گردید. ساقه‌های آفتابگردان از مزارع اطراف شهرستان خوی واقع در استان آذربایجان‌غربی، پس از برداشت دانه‌های آفتابگردان و جدا کردن طبق و برگ‌ها و ریشه جمع‌آوری گردیدند که پس از خرد شدن با دستگاه خرمن‌کوب مغز آنان جدا شد. آنگاه توسط دستگاه آسیاب تبدیل به پودر شدند. پودرساقه آفتابگردان و همچنین پودر چوب خریداری شده به طور جداگانه در محدوده مش ۴۰ تا ۸۰ تهیه شد و توسط خشک‌کن آزمایشگاهی با دمای ۳ ± ۱۰۳ درجه سانتی‌گراد تا رطوبت تقریبی ۳ درصد خشک گردید. پودر حاصل به‌منظور جلوگیری از جذب رطوبت محیط، در داخل کیسه‌های ضخیم پلاستیکی نگهداری شدند. پودر نانوولاستونیت با ترکیب شیمیایی SO_3, Na_2O, MgO, CaO, TiO_2, Fe_2O_3, Al_2O_3, SiO_2, K_2O از شرکت ورد تهیه گردید. عوامل متغیر در نظر گرفته شده در این تحقیق شامل مقدار نانو ولاستونیت در سه سطح صفر، ۳ و ۵ درصد نسبت به کل وزن تخته و درصد اختلاط ساقه آفتابگردان با پودر چوب توسکا به نسبت‌های ۱۰۰-۰، ۷۵-۲۵، ۵۰-۵۰، ۲۵-۷۵ و ۰-۱۰۰ درصد بودند. از ترکیب عوامل متغیر و سطوح آنها جمعاً ۱۵ تیمار به‌دست آمد که از هر تیمار ۳ تکرار و در مجموع ۴۵ تخته ساخته شد. مواد وزن شده بر اساس میزان درصدشان در هر اختلاط، به‌وسیله دستگاه اکستروژن واقع در پژوهشگاه پلیمر با یکدیگر مخلوط شدند. سپس مخلوط حاصل در دستگاه آسیاب تبدیل به پودر شد و در داخل قالب فلزی به ضخامت اسمی ۸ میلی‌متر و ابعاد ۳۰ ×۳۰ سانتی‌متر ریخته شد. آنگاه کیک تشکیل شده به مدت ۳۰ ثانیه پیش‌پرس شده و در پایان در پرس گرم هیدرولیکی با شرایط دمایی ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد، فشار ۳۰ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع و به مدت ۲۰ دقیقه تحت فشار قرار گرفت. پس از اتمام زمان پرس گرم، تخته‌ها به مدت ۵ دقیقه در داخل پرس سرد قرار داده شدند. بعد از پایان مرحله پرس، به‌منظور یکنواخت سازی رطوبت تخته‌ها و همچنین متعادل‌سازی تنش‌های داخلی، چندسازه ساخته شده به مدت دو هفته در شرایط آزمایشگاه کلیماتیزه شد. نمونه‌های آزمونی مورد نیاز برای اندازه‌گیری آزمون خمش سه نقطه‌ای (محاسبه مقاومت خمشی و مدول‌الاستیسیته) مطابق با استاندارد DIN-EN 310-2006، آزمون نگهداری پیچ عمود بر سطح مطابق با استاندارد DIN-EN 320-2006 و آزمون جذب آب و واکشیدگی ضخامت ۲ و ۲۴ ساعت مطابق با استاندارد DIN-EN 317-2006 تهیه شدند. برای بررسی فصل مشترک چوب و پلیمر و همچنین نحوه پراکنش و توزیع نانو ذرات ولاستونیت در ماتریس پلیمری، توسط میکروسکوپ الکترونی پویشی عکس‌های میکروسکوپی تهیه گردید. در این روش از سطح برش نمونه‌ها تصاویر تهیه شدند. مدل این دستگاه EM3200 مونتاژ شده توسط شرکت KYKY کشور چین بود که دارای ولتاژ ۲۵ کیلووات و محدوده بزرگ‌نمایی ۰ تا ۷۵۰۰۰ برابر می‌باشد. برای بررسی و مقایسه خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها از آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه در قالب طرح کاملاً تصادفی از نرم‌افزار Spss در سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده شد و بعد با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه چندگانه میانگین‌ها انجام شد.

نتایج

تجزیه واریانس اثر مستقل عوامل متغیر بر خواص فیزیکی و مکانیکی چندسازه چوب پلاستیک نشان داد که

www.SID.ir

Archive of SID

اثر نسبت اختلاط پودر ساقه آفتابگردان به پودر چوب و مقدار نانو ولاستونیت بر کلیه خواص فیزیکی و مکانیکی در سطح اعتماد ۹۵ درصد معنی‌دار می‌باشد. جدول ۱ و ۲ به‌ترتیب تأثیر مستقل درصد اختلاط پودر ساقه آفتابگردان به پودر چوب و مقدار نانو ولاستونیت را بر خواص فیزیکی و مکانیکی چندسازه چوب پلاستیک نشان می‌دهد.

جدول ۱- تأثیر مستقل درصد اختلاط پودر ساقه آفتابگردان و پودر چوب بر خواص فیزیکی و مکانیکی

	درصد اختلاط پودر ساقه آفتابگردان به پودر چوب				
خواص فیزیکی و مکانیکی	۷۵:۲۵	۵۰:۵۰	۲۵:۷۵	۱۰۰ درصد آفتابگردان	۱۰۰ درصد چوب
مقاومت خمشی (MPa)	(B)۲۴/۴۷	(A) ۲۵/۹۲	(D) ۲۲/۶۳	(E)۲۰/۹۸	(C)۲۳/۵۴
مدول‌الاستیسیته (MPa)	(B) ۲۴۵۳/۲۲	(A)۲۴۸۷/۴۴	(D)۲۴۰۴/۶۹	(E)۲۳۸۱/۰۹	(C)۲۴۳۲/۶۱
قدرت نگهداری پیچ عمود بر سطح (N/mm)	(A)۱۲/۴	(C)۱۰/۲۶	(D)۸/۹۵	(E)۸/۱۲	(B)۱۱/۶
جذب آب ۲ ساعت (٪)	(B)۰/۹۳	(C)۱/۴۱	(D)۲/۰۲	(E)۲/۴۸	(A)۰/۶۷
جذب آب ۲۴ ساعت (٪)	(B)۳/۷۹	(C)۴/۹۸	(D)۵/۹۳	(E)۷/۰۰۱	(A)۲/۶۷
واکشیدگی ضخامت ۲ ساعت (٪)	(B)۰/۵۳	(C)۰/۷۵	(D)۰/۸۸	(E)۱/۱۳	(A)۰/۴۱
واکشیدگی ضخامت ۲۴ ساعت (٪)	(B)۱/۶۸	(C)۲/۲۵	(D)۲/۸۹	(E)۳/۳۵	(A)۱/۲۹

جدول ۲- تأثیر نانو ولاستونیت بر خواص فیزیکی و مکانیکی

خواص فیزیکی و مکانیکی	نمونه شاهد (۰٪)	۳٪ نانو	۵٪ نانو
مقاومت خمشی (MPa)	(C)۲۱/۳۱	(B)۲۲/۸۴	(A)۲۶/۳۷
مدول‌الاستیسیته (MPa)	(C)۲۳۷۹/۷۸	(B)۲۴۳۴/۳۰	(A)۲۴۸۱/۳۵
قدرت نگهداری پیچ عمود بر سطح (N/mm)	(C)۹/۲۹	(B)۱۰/۳۸	(A)۱۱/۱۲
جذب آب ۲ ساعت (٪)	(C)۱/۷۶	(B)۱/۴۷	(A)۱/۲۸
جذب آب ۲۴ ساعت (٪)	(C)۵/۶۶	(B)۴/۷۹	(A)۴/۱۷
واکشیدگی ضخامت ۲ ساعت (٪)	(C)۰/۸۷	(B)۰/۷۲	(A)۰/۶
واکشیدگی ضخامت ۲۴ ساعت (٪)	(C)۲/۶۵	(B)۲/۳۰	(A)۱/۹۳

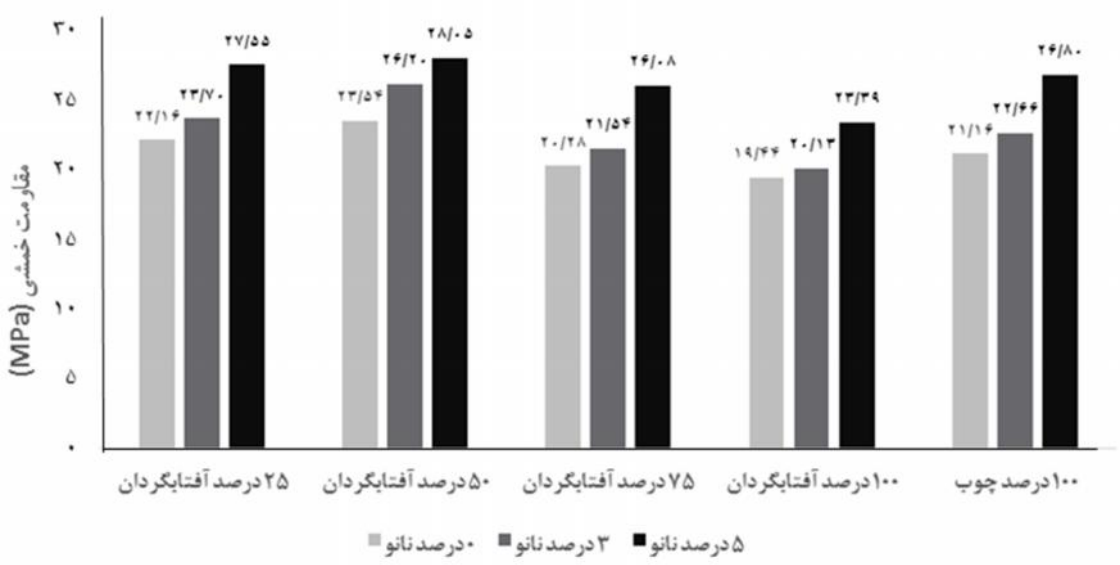
مقاومت خمشی و مدول‌الاستیسیته

با توجه به جدول ۱ مشاهده می‌شود که افزایش میزان پودر ساقه آفتابگردان تا ۵۰ درصد نسبت به جرم پودر چوب باعث افزایش مقاومت خمشی و مدول‌الاستیسیته نمونه‌ها شده و بیش از آن باعث کاهش این دو ویژگی شده است. تخته‌های ساخته شده با ترکیب ۵۰ درصد پودر آفتابگردان و ۵۰ درصد پودر چوب بالاترین مقاومت خمشی و مدول‌الاستیسیته را داشته که در گروه‌بندی دانکن، در گروه برتر A قرار گرفتند. همچنین جدول ۲ نشان می‌دهد که وجود نانو ولاستونیت باعث افزایش مقاومت خمشی و مدول‌الاستیسیته چندسازه چوب پلاستیک می‌گردد. در این مورد نمونه‌های ساخته شده با ۵ درصد نانو ولاستونیت در مقایسه با نمونه‌های شاهد (بدون نانو) بالاترین مقاومت خمشی و مدول‌الاستیسیته را داشتند. آنالیز

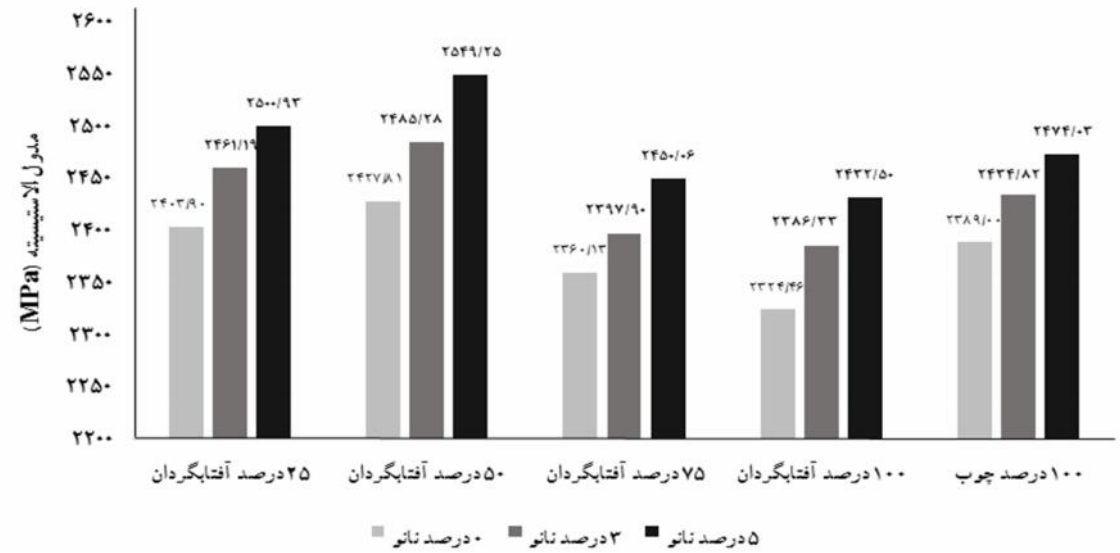
www.SID.ir

Archive of SID

واریانس اثر متقابل عوامل متغیر بر مقاومت خمشی و مدول‌الاستیسیته نشان داد که اثر متقابل مقدار اختلاط پودر ساقه آفتابگردان و نانو ولاستونیت بر خواص ذکرشده در سطح اعتماد ۹۵ درصد معنی‌دار می‌باشد. شکل ۱ و ۲ تأثیر متقابل عوامل متغیر را بر مقاومت خمشی و مدول‌الاستیسیته نشان می‌دهد.



شکل ۱- تأثیر متقابل نسبت اختلاط پودر ساقه آفتابگردان به پودر چوب و نانو ولاستونیت بر مقاومت خمشی



شکل ۲- تأثیر متقابل نسبت اختلاط پودر ساقه آفتابگردان به پودر چوب و نانو ولاستونیت بر مدول‌الاستیسیته

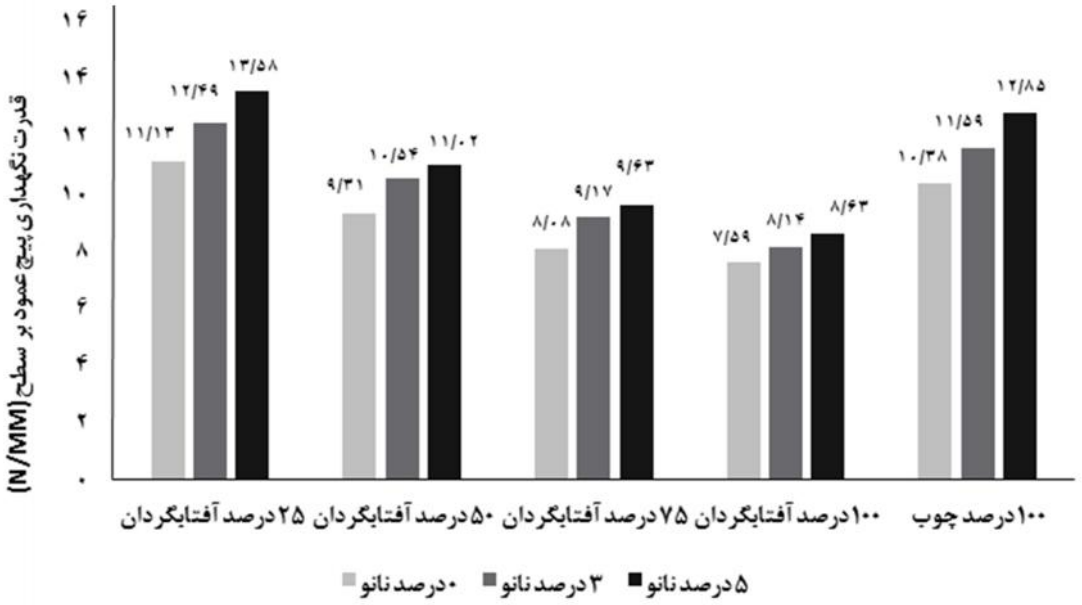
همان‌طور که مشاهده می‌شود بیشترین مقدار مقاومت خمشی و مدول‌الاستیسیته مربوط به چندسازه‌های ساخته شده با نسبت اختلاط مساوی ۵۰ درصد پودر آفتابگردان و ۵۰ درصد پودر چوب و نانو ولاستونیت ۵ درصد بوده که مقدار آن به‌ترتیب ۲۸/۰۵ و ۲۵۴۹/۲۵ مگاپاسکال می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

قدرت نگهداری پیچ عمود بر سطح

جدول ۱ نشان می‌دهد که بالاترین میزان قدرت نگهداری پیچ عمود بر سطح را چندسازه ساخته شده با ترکیب نسبت اختلاط ۲۵ درصد آفتابگردان و ۷۵ درصد پودر چوب داشت و افزایش بیشتر از ۲۵ درصد پودر ساقه آفتابگردان سبب کاهش مقاومت ذکرشده گردید. همچنین جدول ۲ بیانگر بهبود قدرت نگهداری پیچ عمود بر سطح چندسازه چوب پلاستیک در اثر استفاده از نانو ولاستونیت تا سطح ۵ درصد نسبت به جرم کل تخته می‌باشد. اثر متقابل مقدار اختلاط پودر ساقه آفتابگردان و مقدار نانو ولاستونیت بر قدرت نگهداری پیچ عمود بر سطح چندسازه چوب پلاستیک در شکل ۳ آورده شده است.



شکل ۳- تأثیر متقابل نسبت اختلاط پودر ساقه آفتابگردان به پودر چوب و نانو ولاستونیت بر قدرت نگهداری پیچ عمود بر سطح

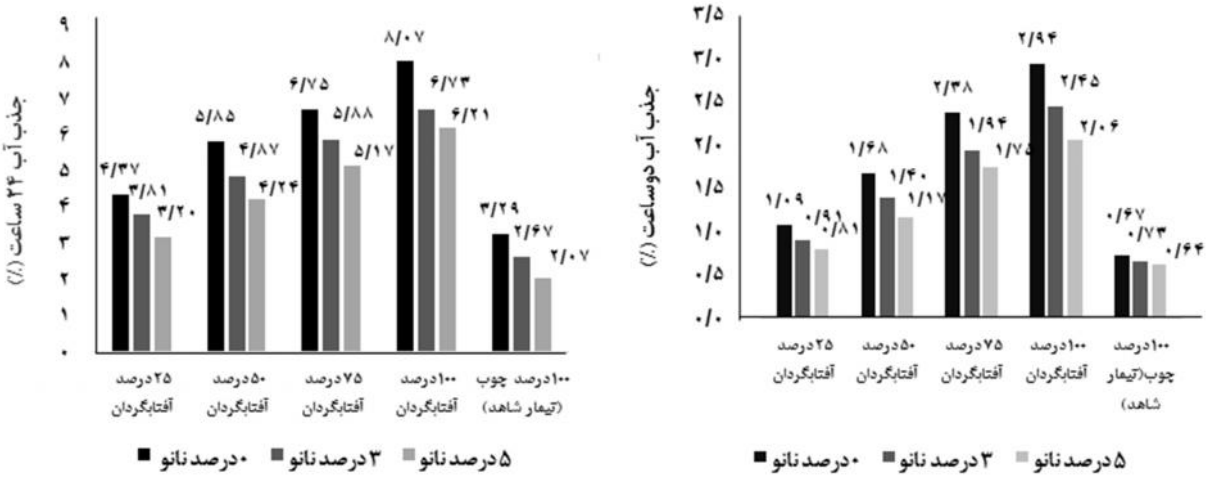
قدرت نگهداری به پیچ عمود بر سطح چندسازه چوب پلاستیک ساخته شده با ۲۵ درصد ساقه آفتابگردان و ۷۵ درصد پودر چوب و ۵ درصد نانو ولاستونیت در بالاترین مقدار قرار دارد که در مقایسه با کمترین مقدار این ویژگی که در نمونه‌های ساخته شده با ۱۰۰ درصد ساقه آفتابگردان و بدون نانو می‌باشد ۳۰/۸۲ درصد افزایش را نشان می‌دهد.

جذب آب و واکشیدگی ضخامت

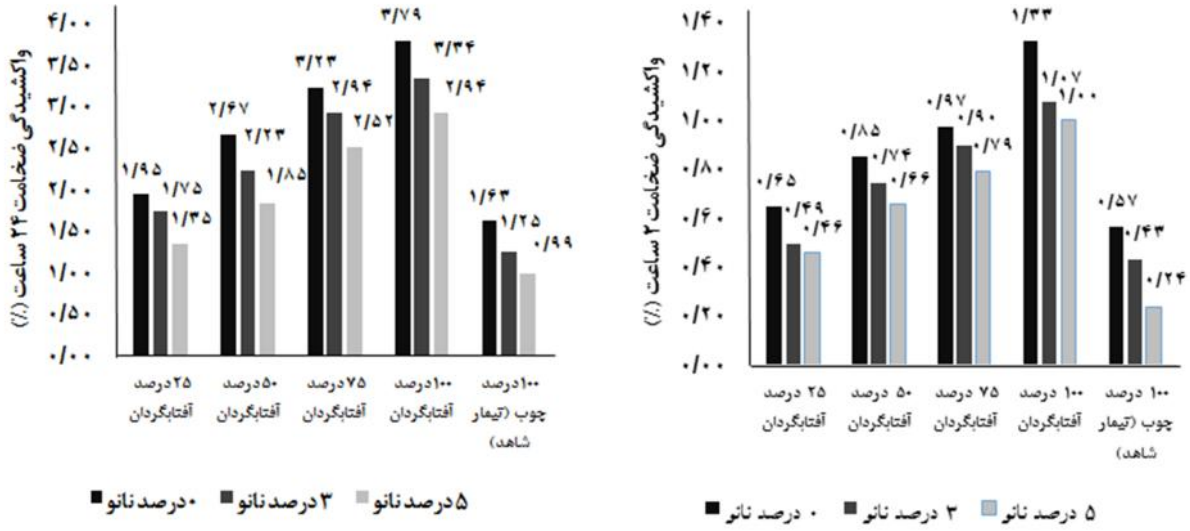
اثر مستقل مقدار پودر ساقه آفتابگردان در مخلوط با پودر چوب بر واکشیدگی ضخامت و جذب آب چندسازه چوب پلاستیک نشان داد که استفاده از پودر ساقه آفتابگردان سبب افزایش واکشیدگی ضخامت و جذب آب این چندسازه می‌شود (جدول ۱). همچنین استفاده از نانو ولاستونیت در ساخت چندسازه چوب پلاستیک سبب بهبود واکشیدگی ضخامت و جذب آب این چندسازه شد (جدول ۲). شکل ۴ و ۵ اثر متقابل عوامل متغیر بر واکشیدگی ضخامت و جذب آب را پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری چندسازه چوب پلاستیک نشان می‌دهد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴- تأثیر متقابل نسبت اختلاط پودر ساقه آفتابگردان به پودر چوب و مقدار نانو ولاستونیت بر جذب آب پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری



شکل ۵- تأثیر متقابل نسبت اختلاط پودر ساقه آفتابگردان به پودر چوب و مقدار نانو ولاستونیت بر واکشیدگی ضخامت پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری

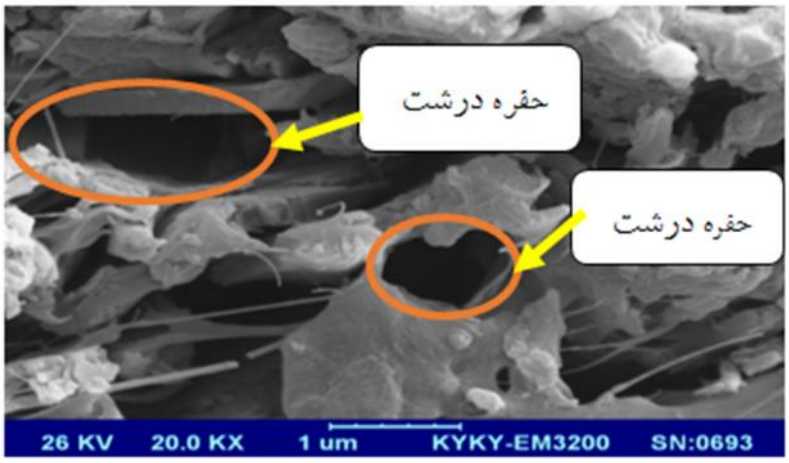
همان‌طور که مشاهده می‌شود کمترین مقدار واکشیدگی ضخامت و جذب آب مربوط به چندسازه چوب پلاستیک ساخته شده با صددرصد پودر چوب و ۵ درصد نانو ولاستونیت نسبت به جرم کل تخته می‌باشد و بیشترین جذب آب و واکشیدگی ضخامت را چندسازه با ترکیب ۱۰۰ درصد پودر ساقه آفتابگردان و بدون نانو ولاستونیت داشتند.

www.SID.ir

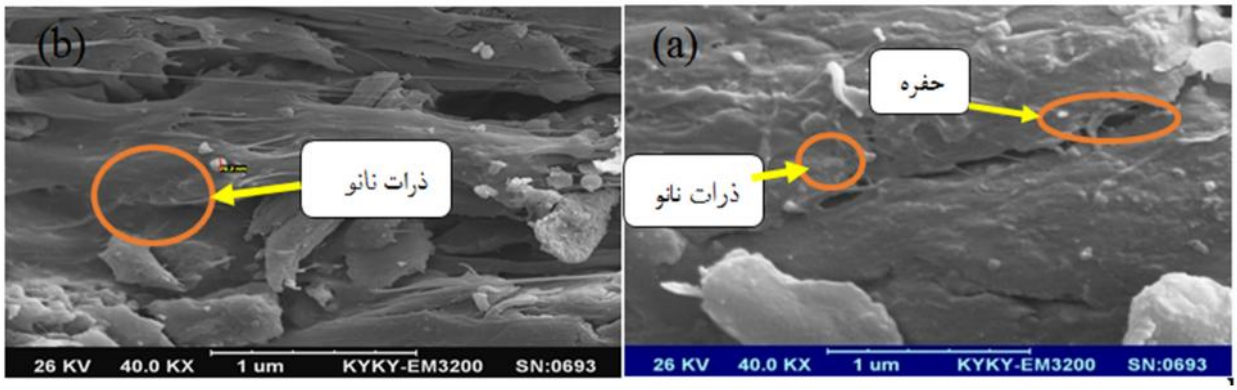
Archive of SID

مشاهدات مورفولوژی

شکل ۶ تصویر میکروسکوپ الکترونی از چندسازه ساخته شده با ترکیب ۲۵ درصد پودر ساقه آفتابگردان و ۷۵ درصد پودر چوب و بدون نانو ولاستونیت و شکل ۷ (a و b) به‌ترتیب با ۳ و ۵ درصد نانو ولاستونیت را نشان می‌دهد.



شکل ۶- تصویر میکروسکوپ الکترونی چندسازه چوب – پلاستیک با ترکیب ۲۵ درصد ساقه آفتابگردان و ۷۵ درصد پودر چوب توسکا و بدون نانو ولاستونیت با بزرگنمایی ۲۰۰۰۰ برابر



شکل ۷- تصویر میکروسکوپ الکترونی چندسازه ساخته شده با ترکیب ۲۵ درصد ساقه آفتابگردان و ۷۵ درصد پودر چوب با ۳ درصد نانو ولاستونیت (a) و با ۵ درصد نانو ولاستونیت (b) با بزرگنمایی ۴۰۰۰۰ برابر

همان‌طور که در شکل ۶ مشاهده می‌شود پیوستگی خوبی بین ذرات مواد لیگنوسلولزی و ماتریس پلیمر وجود ندارد و باعث ایجاد ترک‌های ریز و حفره‌های درشت شده است. **درحالی‌که در شکل ۷a** استفاده از نانو ولاستونیت در سطح ۳ درصد باعث بهبود چسبندگی بین پلیمر و ذرات مواد لیگنوسلولزی شده، در نتیجه از تعداد و اندازه حفره‌ها و ترک‌های موجود کاسته شده است. به‌طوری‌که افزایش نانو ولاستونیت تا ۵ درصد جرم کل چندسازه چوب پلاستیک باعث پیوستگی بهتر بین ذرات مواد لیگنوسلولزی و پلیمر مربوطه شده و از مقدار حفره‌ها و ترک‌های احتمالی به مقدار قابل توجهی کاهش یافته است (شکل b ۷).

بحث

نتایج حاصل از تأثیر ذرات نانو ولاستونیت بر خواص فیزیکی و مکانیکی چندسازه چوب پلاستیک نشان داد که استفاده از ذرات نانو ولاستونیت سبب بهبود خواص فیزیکی

www.SID.ir

Archive of SID

و مکانیکی چندسازه چوب پلاستیک شد. با توجه به تصاویر میکروسکوپ الکترونی (شکل ۶ و ۷) مشخص گردید که وجود ذرات نانو ولاستونیت باعث کاهش حفره‌های ریز در ساختار چندسازه چوب پلاستیک شده و بهبود خواص فیزیکی و مکانیکی چندسازه چوب پلاستیک را به دنبال خواهد داشت. نتایج حکایت از آن دارد که وجود نانو ولاستونیت سبب انتقال حرارت مناسب‌تر به لایه‌های درونی و افزایش درجه روانی پلیمر مربوطه شده، در نتیجه کپسوله شدن مواد لیگنوسلولزی به خوبی انجام شده است. از طرف دیگر نانو ولاستونیت با توجه به سطح ویژه بالا و اندازه بسیار کوچک آن سبب پر کردن حفره‌های احتمالی درون تخته شده و بدین‌ترتیب کلیه خواص فیزیکی و مکانیکی چندسازه چوب پلاستیک افزایش می‌یابد. نتایج حاصل از تحقیق Raeisi nafche و همکاران (۲۰۱۵) در مورد تأثیر نانورس بر خواص فیزیکی و مکانیکی کامپوزیت الیاف چوب پلی‌پروپیلن و همچنین Lu و همکاران (۲۰۰۵)، Zhao و همکاران (۲۰۰۶)، Han و همکاران (۲۰۰۸) و Deshmane و همکاران (۲۰۰۷) در ارتباط با تأثیر مثبت استفاده از نانورس در بهبود خواص فیزیکی و مکانیکی چندسازه چوب پلاستیک مؤید نتایج به‌دست آمده در این بررسی می‌باشد. نتایج به‌دست آمده از تأثیر استفاده از پودر ساقه آفتابگردان در ساخت چندسازه چوب پلاستیک نشان داد که پودر ساقه آفتابگردان به مقدار ۵۰ درصد نسبت به جرم پودر چوب مقاومت خمشی و مدول‌الاستیسیته چوب پلاستیک را افزایش می‌دهد. ساقه آفتابگردان به دلیل داشتن دانسیته کمتر نسبت به پودر چوب، سبب افزایش ضریب فشردگی چندسازه چوب پلاستیک می‌شود. بدین‌ترتیب مقاومت‌های خمشی و مدول‌الاستیسیته چندسازه را افزایش می‌دهد. همچنین استفاده بیشتر از ۵۰ درصد پودر ساقه آفتابگردان اگرچه باعث افزایش ضریب فشردگی چندسازه گردید اما سطح ویژه مواد لیگنوسلولزی بیش از حد زیاد شده و پراکنش آنها در ماتریس زمینه به‌طور نرمال انجام نشده، در نتیجه پلیمر زمینه نتوانسته به خوبی آنها را کپسوله کند. بدین‌ترتیب همگنی ترکیب چندسازه کاهش و پیوند بین ماتریس زمینه و پرکننده به خوبی انجام نشده و باعث کاهش مقاومت خمشی و مدول‌الاستیسیته گردید. نتایج حاصل از تحقیقات Rangavar و همکاران (۲۰۱۱)، Nourbakhsh و Ashori (۲۰۱۰)، Razavi و همکاران (۲۰۰۶) و Yang و همکاران (۲۰۰۹) مؤید نتایج به‌دست آمده در این تحقیق می‌باشد. از سوی دیگر مقاومت به پیچ عمود بر سطح چندسازه چوب پلاستیک تا سطح ۲۵ درصد استفاده از پودر ساقه آفتابگردان بهبود می‌یابد. نتایج حکایت از آن دارد که وجود مغز باقی‌مانده در ساختار ساقه آفتابگردان و همچنین پایین بودن مقاومت‌های پودر آن در مقایسه با پودر چوب سبب شده تا قدرت نگهداری پیچ عمود بر سطح تخته نیز کاهش یابد. در این مورد استفاده از پودر ساقه آفتابگردان تا ۲۵ درصد ممانعتی در کاهش مقاومت ذکرشده نداشته، به‌طوری‌که ضریب فشردگی به‌دست آمده در این حد از مصرف ساقه آفتابگردان سبب بهبود مقاومت نگهداری پیچ عمود به سطح تخته شده است. نتایج به‌دست آمده در این تحقیق با نتایج Rangavar و همکاران (۲۰۱۱) مطابقت دارد. استفاده از پودر ساقه آفتابگردان سبب افزایش میزان جذب آب و واکشیدگی چندسازه چوب پلاستیک می‌شود. ازآنجایی‌که ساقه آفتابگردان حاوی مغز (بافت چوب‌پنبه‌ای) می‌باشد و این بافت از سلول‌های پارانشیمی تشکیل شده است قابلیت جذب آب آنها در مقایسه با پودر چوب به‌مراتب بالاتر است. از سوی دیگر اتصال ذرات ناشی از بافت چوب‌پنبه‌ای با پلیمر زمینه در مقایسه با پودر چوب کمتر می‌باشد؛ بنابراین دسترسی مولکول‌های آب به بافت چوب‌پنبه‌ای بیشتر شده و باعث افزایش خواص جذب آب و واکشیدگی ضخامت چندسازه می‌گردد. نتایج حاصل با تحقیقات Han-seung و همکاران (۲۰۰۶) مطابقت دارد. به‌طورکلی می‌توان بیان کرد که استفاده از ۵ درصد نانو ولاستونیت نسبت به جرم کل تخته و همچنین استفاده از ۲۵ درصد پودر ساقه آفتابگردان به همراه ۷۵ درصد پودر چوب توسکا می‌تواند چندسازه چوب پلاستیک با خواص فیزیکی و مکانیکی مطلوب تولید کند.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع مورد استفاده

-Azad, F., Faezi Pour, M. and Tajvidi, M., 2011. Polypropylene coupling factor coupled with maleic anhydride effect on the physical and mechanical characteristics of composite flour Polypropylene protocol. Research Journal of Wood and Paper Science Research, 24 (2), 232-243.

-Deshmane, D., Yuan, Q. and Misra, R.D. K., 2007. High strength-toughness combination of melt intercalated Nano-clay-reinforced thermoplastic olefins. Journal of Material Science Engineering, 460-461(1-2): 277-287.

-Gorjani, F. and Omidvar, A., 2005. Check the manufacturing process and mechanical properties of recycled high density polyethylene composite

-Khosravian, B., 2009. Evaluation of physical properties, mechanical, thermal and morphological hybrid composites and nano-hybrid composites, polypropylene, wood flour, wollastonite, M.Sc. thesis, Department of Natural Resources, Tehran University: 103 p.

-Lu, J.Z., Wu, Q., and Negulescu, I., 2005. Wood-fiber/high-density-polyethylene composites; Coupling Agent Performance. Journal of Applied Polymer Science, 96(1): 93–102.

-Nourbakhsh, A. and Ashori, A., 2010. Wood plastic composite analysis of mechanical properties. Journal of Bioresource Technology, 101: 2525-2528.

-Panthapulakkal, S. and Sain, M., 2006. Injection molded wheat straw and corn stem filled polypropylene composites. Journal of Polymers and the Environ, 14(3): 265- 272.

-Raeisi nafche, H., Abduos, M., Kazemi, S. and Mohbi, R., 2015.The impact of nano-clay and polypropylene oxide in the solution phase compatibilizer on physical and mechanical properties of wood fiber-polypropylene composites. Forestry and wood products. Iranian Journal of Natural Resources, 68(4), 843-858.

wheat-straw. Research and development in natural resources, 72, 84-88.

-Han, G., Lei, Y., Wu, Q., Kojima, Y. and Suzuki, S., 2008. Bamboo-fiber filled high density polyethylene composites; effect of coupling treatment and Nano-clay. Journal of Polymer Environment, 16(2): 123-130.

-Han-seung, Y., Hyun-joong, K., Hee-junpark, B. and Teak-Sung, H., 2006. Water absorption behavior and mechanical properties of lignocellulosic filler polyolefin. bio composites. Composite Structures, 72(4), 429-437.

-Karimi, A.N., Rohani, M., Parsapzhuh, D. and Ebrahimi, Q., 2004. The use of lignocellulosic fibers (bagasse and kenaf) in manufacturing polypropylene fiber composite. Iranian Journal of Natural Resources, 57 (3), 491-506.

-Rangavar, H., Gholipor, T. and Kargarfard, A., 2011. The possibility of using waste wood plastic composite canola. Wood and Forest Sciences and Technology, 28 (4), 641-628.

-Rangavar, H., Oromiehie, A., Safarpour, A., and Gholipour, T., 2013. Study of utilizing recycled polyvinyl choloride (PVC) in wood plastic composite. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research. 28: 35-47.

-Razavi-Nouri, M., Jafarzadeh, F., Oromiehie, A. and Langroudi, A.E., 2006. Mechanical properties and water absorption behaviour of chopped rice husk filled polypropylene composites. Iranian Polymer Journal, No 9: 757-766.

-Yang, S., Wolcott, M., Kim, H. and Kim, S., 2007. Effect of different compatibilizing agents on the mechanical properties of lignocellulosic material filled polyethylene bio-composites. Composite Structures, 79(4): 369–375.

-Zhao, Y., Wang, K., Zhu, F., Xue, P. and Jia, M., 2006. Properties of poly vinyl chloride/wood flour/ montmorillonite composites: Effects of coupling agents and layered silicate. Journal of Polymer Degradation and Stability, 91(12): 2874-2883.

www.SID.ir

Archive of SID

The effect of nano-wollastonite on physical and mechanical properties of wood plastic composites made with sunflower stem waste and alder wood

H. Rangavar [1]*, A. Nourbakhsh[2] and S. Haji Hatamlo[3]

1*- Corresponding author, Associate Prof., Wood Science and Technology Department, The Faculty of Civil Engineering, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran, E-mail: hrangavar@yahoo.com
2 Associate Prof., Wood and forest products division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran
3- M.Sc., Wood Science and Technology Department, The Faculty of Civil Engineering, Shahid Rajaee Teacher Training University Tehran, Iran

Received: July, 2015 Accepted: Sep., 2016

Abstract

The effects of nano-wollastonite on physical and mechanical properties of wood plastic composites made with dried sunflower stalks and alder wood flour were studied. Five levels of sunflower stalk flour (0, 25, 50, 75 and 100 percent based on oven dry weight of the wood powder) and nano-wollastonite powder in three levels 0, 3, and 5% were considered in the study. Physical and mechanical properties, including screw withdrawal perpendicular to surface strength, bending strength, modulus of elasticity, water absorption and thickness swelling after 2 and 24 soaking hours in water were measured in accordance with the standard DIN- EN. In order to examine the dispersion of wood and polymer as well as distribution patterns of nanoparticles in the polymer matrix SEM micrographs were taken. The results showed that by increasing of sunflower stalk flour in the mixture with wood flour up to 25% increased resistance to screw withdrawal and up to 50 percent increase in flexural strength and modulus of elasticity of wood-plastic composites, respectively. Sunflower stalk flour mixed with alder wood flour increased water absorption and thickness swelling after 2 and 24 hours immersion in water. The use of nano-wollastonite up 5% of the total mass of the boards improved the physical and mechanical properties of wood-polymer composite.

Key words: Sunflower stalk, wood-plastic composites, nano-wollastonite, physical and mechanical properties.

www.SID.ir