Archive of SID

فصلنامهٔ علمی – پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران
جلد ۳۰، شماره ۳، صفحه ۵۱۲-۵۰۳، (۱۳۹۴)

بررسی تأثیر نانو ولاستونیت، پلیمرهای پلی‌اتیلن سنگین و پلی وینیل کلراید و ساختار تخته بر مقاومت به آتش تخته خرده چوب ساخته شده از ساقه فلفل و خرده چوب صنعتی

حسین رنگ‌آور[1*] و سید اصغر علوی سرشت[2]

۱*- نویسنده مسئول، دانشیار، گروه صنایع چوب، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی، تهران
پست‌الکترونیک: hrangavar@yahoo.com

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

تاریخ دریافت: دی ۱۳۹۳ تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۹۴

چکیده

این پژوهش به‌منظور بررسی اثر نانو ولاستونیت و استفاده از پلیمرهای پلی وینیل کلراید و پلی‌اتیلن سنگین بر مقاومت به آتش تخته خرده چوب سه لایه و همسان ساخته شده از خرده چوب صنعتی و ساقه فلفل انجام شد. چسب مورد استفاده از نوع اوره فرمالدئید به میزان ۱۲ درصد و مقدار نانو ولاستونیت به میزان ثابت ۱۰ درصد نسبت به جرم خشک مواد چوبی به‌صورت مخلوط با چسب مورد استفاده قرار گرفت. نوع تخته در سه سطح شامل همسان (مخلوط خرده چوب صنعتی با خرده‌های ساقه فلفل)، سه لایه به دو شکل، شامل لایه مغزی خرده چوب ساقه فلفل و لایه سطحی خرده چوب صنعتی و لایه مغزی خرده چوب صنعتی و لایه سطحی خرده چوب ساقه فلفل و نوع پلیمر در دو سطح پلی‌اتیلن سنگین و پلی وینیل کلراید و استفاده از نانو در دو سطح (با نانو و بدون نانو) به‌عنوان عوامل متغیر در نظر گرفته شدند. نمونه‌های آزمونی برای بررسی ویژگی‌های مقاومت به آتش تخته‌های ساخته شده شامل زمان اشتعال، زمان گداختگی، درصد کاهش وزن و سطح کربونیزه شده هر یک در دو زمان ۲ و ۳۰ دقیقه طبق استاندارد ISO 11925 تهیه و مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که استفاده از نانو ولاستونیت و پلیمرهای پلی وینیل کلراید و پلی‌اتیلن سنگین سبب بهبود مقاومت به آتش تخته‌ها شد. در این خصوص پلیمر پلی‌اتیلن سنگین تأثیر مناسب‌تری در مقاومت به آتش تخته‌ها داشت. به‌طوری‌که تخته‌های سه لایه با ساختار خرده چوب صنعتی در لایه‌های سطحی دارای زمان اشتعال و گداختگی بیشتری بودند اما درصد کاهش وزن و سطح کربونیزه شده در تخته‌های سه لایه با ساختار خرده ساقه‌های فلفل در لایه‌های سطحی کمتر بود.

واژه‌های کلیدی: ساقه فلفل، نانو ولاستونیت، پلی‌اتیلن، پلی وینیل کلراید، مقاومت به آتش.

مقدمه

یکی از عوامل مهم تخریب فیزیکی چوب آتش است؛ چوب و فراورده‌های مرکب آن در برابر آتش مقاومت خوبی از خود نشان نداده و سبب کاهش کاربرد آنها در مصارف مختلف می‌شود. ازاین‌رو بالا بردن پایداری آنها در برابر آتش و یا به عبارتی به تأخیر انداختن اشتعال آنها از ضروریات کاربردشان در ساخت سازه‌های چوبی منزل محسوب می‌شود. برای کندسوز کردن این مواد باید عناصر تشکیل‌دهنده آنها را از تماس با اکسیژن مصون نمود و یا اینکه با استفاده از مواد مختلف انتقال حرارت را به لایه‌های

www.SID.ir

Archive of SID

درونی چوب و یا فراورده‌های مرکب کند کرد. مواد مختلف کندسوز کننده که کاربرد زیادی در حفاظت چوب دارند شامل برم، کلر و فسفر و یا ترکیبی از این عناصر می‌باشند. همچنین هیدروکسیدهای فلزی که عمدتاً ترکیبات دارای آلومینیوم و یا منیزیم می‌باشند نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند (Taghiyari *et al.*, 2012). شایان ذکر است که استفاده از ترکیبات مختلف کندسوز کننده می‌تواند بر روی سایر ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی چوب و فراورده‌های مرکب آن تأثیر منفی داشته باشد؛ بنابراین یافتن مواد و روش‌هایی که بتواند ضمن افزایش مقاومت به آتش چوب یا فراورده‌های مرکب آن، سایر خواص آنها را حفظ و یا بهبود ببخشد امری مهم به نظر می‌رسد. در حال حاضر استفاده از فناوری نانو که در اکثریت علوم نیز جایگاه ویژه‌ای پیدا کرده می‌تواند در صنایع چوب و تولید فراورده‌های مرکب با ویژگی‌های مناسب مفید واقع شود. یکی از این مواد نانو ولاستونیت است که از لحاظ شیمیایی یک کلسیم متاسیلیکات است و کاربردهای فراوانی در پلاستیک‌ها، رنگ‌ها، سرامیک و غیره نیز دارد. از خصوصیات مهم ولاستونیت رنگ سفید، جذب رطوبت اندک، پایداری حرارتی مناسب، ضریب انبساط حرارتی پایین و هدایت حرارتی بالا و غیرقابل‌احتراق است (Taghiyari *et al.*, 2013). در این خصوص تحقیقاتی نیز در عرصه چوب و کاغذ و چندسازه‌های مختلف چوبی به‌منظور بهبود خواص فیزیکی و مکانیکی آنها انجام شده است. Taghiyari و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی اثر کندسوز کنندگی نانو ولاستونیت در چوب‌های نراد و صنوبر نتیجه گرفتند که افزایش غلظت نانو ولاستونیت سبب افزایش مقاومت به آتش نمونه‌ها می‌شود. همچنین ثبات ابعادی نمونه‌های تیمار شده با نانو ولاستونیت بهبود می‌یابد. آنان اعلام کردند که استفاده از نانو ولاستونیت با غلظت ۱۰٪ در بهبود خواص فیزیکی چوب نراد و صنوبر مؤثر است. Jinshu و همکاران (۲۰۰۷) در بررسی تأثیر نانو سیلیس در مخلوط با چسب اوره فرمالدئید بر خواص فیزیکی و مکانیکی چوب صنوبر اعلام کردند که نانو سیلیس سبب کاهش جذب آب و افزایش مقاومت به آتش و سختی چوب صنوبر می‌شود. اثر نانو ولاستونیت بر خواص مکانیکی و حرارتی چندسازه پلی‌پروپیلن توسط Luyt و همکاران (۲۰۰۹) بررسی گردید. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که نانو ولاستونیت سبب بهبود پایداری حرارتی چندسازه شده و دمای کریستالی شدن را در ماتریکس کاهش می‌دهد. Taghiyari و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی تأثیر نانو و بوراکس و مخلوط هر دو بر خواص آتش‌گیری چوب صنوبر و نراد اعلام کردند که با توجه به خاصیت هدایت حرارتی بالای ذرات نانو نقره، اشباع چوب با این محلول بر افزایش خاصیت کندسوز کنندگی چوب‌های اشباع شده با بوراکس مؤثر است. Doosthoseini و همکاران (۲۰۱۱) در بررسی تأثیر استیلاسیون و نوع رزین بر مقاومت به آتش تخته خرده چوب یک لایه و سه لایه صنوبر نتیجه گرفتند که با افزایش شدت استیلاسیون، طول دامنه گسترش آتش‌گیری و سطح ذغال شده افزایش می‌یابد و استیلاسیون سبب مقاوم‌سازی تخته‌ها در برابر آتش نمی‌شود اما سوختن آنها را کند می‌کند. همچنین اعلام کردند در اثر آتش‌سوزی کاهش جرم نمونه‌های تخته‌های سه لایه نسبت به تخته‌های یک لایه کمتر بوده است.

Taghiyari و همکاران (۲۰۱۳) در بررسی تأثیر نانو ولاستونیت بر خواص آتش‌گیری تخته فیبر با دانسیته متوسط بیان کردند که استفاده از نانو ولاستونیت تا ۱۵ درصد نسبت به جرم الیاف سبب بهبود خواص آتش‌گیری تخته فیبر می‌شود. آنان استفاده از ۱۰ درصد نانو ولاستونیت در بهبود خواص آتش‌گیری تخته فیبر را مناسب اعلام کردند. با توجه به مطالب ذکرشده هدف از این تحقیق، کندسوز کردن تخته خرده چوب ساخته شده از مخلوط خرده چوب صنعتی و پسماند ساقه فلفل با استفاده از نانو ولاستونیت و تأثیر پلیمرهای پلی‌اتیلن سنگین و پلی وینیل کلراید بر خواص آتش‌گیری آن است. از ویژگی‌های مهم پلی وینیل کلراید این است که ذاتاً مقاوم به شعله است و شعله‌وری را به تأخیر می‌اندازد؛ زمانی که پلی‌اتیلن کلراید می‌سوزد گاز HCl تولید می‌شود و این گاز سنگین‌تر از هوا

www.SID.ir

Archive of SID

است، از این‌رو با محروم‌سازی شعله از اکسیژن باعث خاموش شدن آن می‌شود. بنابراین پلی وینیل کلراید به‌سختی آتش می‌گیرد. همچنین در بین دو نوع پلیمر ذکرشده خود آتش‌گیری پلی وینیل کلراید کمی پائین‌تر از پلی‌اتیلن سنگین است (Ebrahimi & Rostampour, 2010)

مواد و روش‌ها

خرده چوب صنعتی مورد نیاز در ساخت تخته‌ها از کارخانه نکا چوب و ساقه‌های فلفل قرمز از مزارع روستای بیزه شهرستان سبزوار تهیه گردید. ساقه‌های فلفل توسط خردکن کشاورزی به خرده‌های قابل استفاده در ساخت تخته خرده‌چوب تبدیل شدند. رطوبت آنها به همراه خرده چوب صنعتی توسط خشک‌کن به سطح ۳ درصد کاهش یافت و برای جلوگیری از جذب رطوبت تا زمان ساخت تخته‌های آزمونی در کیسه‌های پلاستیکی مقاوم و عایق رطوبتی نگهداری شدند. چسب مورداستفاده از نوع اوره فرمالدئید به میزان ۱۲ درصد انتخاب شد که از شرکت چسب تهران با درصد جامد ۵۶ درصد و ویسکوزیته ۷۲ سانتی‌پواز تهیه گردید. همچنین ماده سخت‌کننده این چسب از نوع کلرور آمونیوم به میزان ۲ درصد جرم خشک چسب در نظر گرفته شد. نانو ولاستونیت مورد استفاده در این تحقیق به‌صورت سوسپانسیون با مقدار ماده خشک ۵۰ درصد بود که از شرکت فراورده‌های صنعتی ورد تهیه گردید. ترکیب شیمیایی نانو ولاستونیت مورد استفاده در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- ترکیب مواد تشکیل‌دهنده نانو ولاستونیت

مواد	K_2O	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	CaO	MgO	Na_2O	SO_3
درصد	۰/۰۴	۴۶/۹۶	۳/۹۵	۲/۷۹	۰/۲۲	۳۹/۷۷	۱/۳۹	۰/۱۶	۰/۰۵

مقدار نانو ولاستونیت در ساخت تخته‌ها به میزان ثابت ۱۰ درصد جرم خشک مواد چوبی به‌صورت مخلوط با چسب مورد استفاده قرار گرفت. ضخامت تخته‌ها ۱۶ میلی‌متر و دانسیته آنها ۰/۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب بود. عوامل متغیر در نظر گرفته‌شده در این تحقیق شامل: نوع تخته در سه سطح (لایه مغزی خرده ساقه فلفل و لایه‌های رویی خرده چوب صنعتی، لایه مغزی خرده چوب صنعتی و لایه‌های رویی خرده‌های ساقه فلفل و تخته همسان) و نوع پلیمر در دو سطح شامل: پلی‌اتیلن و پلی وینیل کلراید و استفاده از نانو ولاستونیت در دو سطح (با نانو و بدون نانو) بودند. مقدار خرده چوب صنعتی و خرده ساقه فلفل در ساخت تخته‌ها به میزان مساوی ۵۰ درصد از هریک بود و برای ساخت تخته‌ها با توجه به عوامل متغیر و سطوح آنها، مقدار وزنی هریک مشخص و چسب لازم به‌وسیله پیستوله در داخل دستگاه همزن بر روی آنها پاشیده شد. به‌منظور بهبود خواص فیزیکی تخته‌ها از پودر پلیمرهای پلی‌اتیلن سنگین و پلی وینیل کلراید استفاده گردید که مقدار آن به ضخامت ۱ میلی‌متر و محل آن در یک چهارم ضخامت کیک در نظر گرفته شد. برای فرم دادن کیک تخته خرده چوب از یک قالب چوبی به ابعاد ۱۵×۴۰×۴۰ سانتی‌متر استفاده گردید. کیک به‌دست‌آمده به‌وسیله دستگاه پرس هیدرولیک و تحت‌فشار ۳۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع و درجه حرارت ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶ دقیقه تا حصول ضخامت ۱۶ میلی‌متر فشرده گردید. از ترکیب عوامل متغیر و سطوح آنها درمجموع ۱۲ تیمار به‌دست آمد که از هر تیمار ۳ تکرار و درمجموع ۳۶ تخته ساخته شد. پس از متعادل‌سازی و رسیدن به رطوبت تعادل، نمونه‌های لازم برای اندازه‌گیری خواص آتش‌گیری مطابق استاندارد ISO 11925 تهیه گردیدند. خواص آتش‌گیری موردمطالعه شامل: درصد کاهش وزن در دو زمان ۲ و ۳۰ دقیقه، زمان رسیدن به نقطه

www.SID.ir

Archive of SID

اشتعال، نقطه گدازش و درصد سطح کربونیزه در دو زمان ۲ و ۳۰ دقیقه بود. پس از انجام آزمایش‌های خواص آتش‌گیری، نتایج به‌دست‌آمده در قالب طرح کاملاً تصادفی متعادل با آزمایش فاکتوریل با سه متغیر انجام و مقایسه میانگین‌ها بر پایه آزمون چند دامنه دانکن با استفاده از روش تجزیه واریانس انجام شد.

نتایج

تحلیل واریانس اثر مستقل و متقابل عوامل متغیر بر خواص آتش‌گیری تخته خرده چوب نشان داد که اثر مستقل نوع تخته بر زمان اشتعال، زمان گداختگی و سطح کربونیزه شده در ۳۰ دقیقه در سطح اطمینان ۹۹ درصد و بر درصد کاهش وزن تخته‌ها در ۲ و ۳۰ دقیقه در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار است. میانگین مقادیر اثر مستقل نوع تخته بر هریک از خواص آتش‌گیری موردمطالعه در این تحقیق به همراه گروه‌بندی آنها به روش دانکن در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲- اثر مستقل نوع تخته بر خواص آتش‌گیری تخته خرده چوب و گروه‌بندی دانکن

خواص آتش‌گیری	لایه مغزی خرده ساقه فلفل لایه‌های رویی خرده چوب	لایه مغزی خرده چوب لایه‌های رویی خرده ساقه فلفل	همسان (مخلوط)
زمان اشتعال (ثانیه)	(a)۲۱/۶۰	(b)۱۶/۵۳	(a)۱۸/۸۶
زمان گداختگی (ثانیه)	(a)۹۵/۰۴	(a)۵۳/ ۵۷	(b)۶۶/۰۲
درصد کاهش وزن ۲ دقیقه	(c) ۰/۱۶	(a)۰/۱۴	(b)۰/۱۵
درصد کاهش وزن ۳۰ دقیقه	(c)۲/۴۵	(a)۲/۱۰	(b)۲/۳۴
سطح کربونیزه شده ۳۰ دقیقه (mm^2)	(c)۳۰۰۹	(a)۲۶۲۶	(b)۲۸۸۹

جدول ۲ نشان می‌دهد که حداکثر زمان اشتعال و گداختگی تخته‌ها مربوط به تخته سه لایه (لایه مغزی ساقه فلفل و لایه‌های سطحی خرده چوب صنعتی) است که در گروه‌بندی دانکن در گروه برتر a قرارگرفته‌اند. زمان اشتعال این تخته‌ها در مقایسه با تخته‌های با ساختار لایه مغزی خرده چوب صنعتی و خرده ساقه فلفل در لایه‌های سطحی و تخته‌های همسان به‌ترتیب ۳۰/۶۷ و ۱۴/۵۳ درصد بیشتر و همچنین زمان گداختگی آنها در قیاس با تخته‌های ذکر شده به‌ترتیب ۷۷/۴۱ و ۴۳/۹۶ درصد بیشتر بوده است. از طرف دیگر حداقل کاهش وزن تخته‌ها در ۲ و ۳۰ دقیقه و حداقل سطح کربونیزه در طی ۳۰ دقیقه شعله آتش را تخته‌های با ساختار لایه مغزی خرده چوب صنعتی و لایه‌های سطحی ساقه فلفل داشتند. شایان ذکر است که حداکثر کاهش وزن و سطح کربونیزه شده را تخته‌های با لایه مغزی خرده ساقه فلفل و لایه‌های سطحی خرده چوب صنعتی داشتند.

اثر مستقل نوع پلیمر بر هریک از خواص آتش‌گیری مورد مطالعه در این تحقیق به همراه گروه‌بندی آنها به روش دانکن در جدول ۳ آورده شده است. در این خصوص نوع پلیمر بر خواص زمان اشتعال، زمان گداختگی، درصد کاهش وزن ۳۰ دقیقه و سطح کربونیزه شده در ۲ و ۳۰ دقیقه آتش‌گیری در سطح اعتماد ۹۹ درصد و بر درصد کاهش وزن بعد از ۲ دقیقه در سطح اعتماد ۹۵ درصد معنی‌دار بود.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- اثر مستقل نوع پلیمر بر خواص آتش‌گیری تخته خرده چوب و گروه‌بندی دانکن

خواص آتش‌گیری	پلی وینیل کلراید	پلی‌اتیلن
زمان اشتعال (ثانیه)	(b) ۱۷/۶۱	(a) ۲۰/۳۸
زمان گداختگی (ثانیه)	(b) ۶۷/۲۷	(a) ۷۵/۸۲
درصد کاهش وزن ۲ دقیقه	(b) ۰/ ۱۶	(a) ۰/۱۴
درصد کاهش وزن ۳۰ دقیقه	(b) ۲/۴۵	(a) ۲/۱۴
سطح کربونیزه شده ۲ دقیقه (mm^2)	(b) ۲۰۷۵	(a)۱۷۸۵
سطح کربونیزه شده ۳۰ دقیقه (mm^2)	(b) ۳۲۴۵	(a) ۲۴۳۷

همان‌طور که ملاحظه می‌شود خواص آتش‌گیری تخته خرده چوب حاوی پلی‌اتیلن سنگین در قیاس با پلی وینیل کلراید به‌مراتب بهتر است، به‌طوری‌که زمان اشتعال، زمان گداختگی، درصد کاهش وزن ۲ و ۳۰ دقیقه و همچنین سطح کربونیزه پس از ۲ و ۳۰ دقیقه آتش به‌ترتیب ۱۶، ۱۳، ۱۴، ۱۴/۵، ۱۶ و ۳۳ درصد بیشتر از تخته خرده چوب ساخته شده با پلی وینیل کلراید است.

تحلیل واریانس اثر مستقل و متقابل عوامل متغیر نشان داد که اثر مستقل نانو بر خواص آتش‌گیری تخته خرده چوب شامل زمان اشتعال، زمان گداختگی، درصد کاهش وزن بعد از ۳۰ دقیقه و سطح کربونیزه شده بعد از ۳۰ دقیقه در مجاورت شعله در سطح اطمینان ۹۹ درصد بر خاصیت سطح کربونیزه شده تخته‌ها بعد از ۲ دقیقه در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار است. در این ارتباط مقادیر خواص آتش‌گیری ذکر شده در جدول ۴ آورده شده است.

جدول ۴- اثر مستقل نانو ولاستونیت بر خواص آتش‌گیری تخته خرده چوب و گروه‌بندی دانکن

خواص آتش‌گیری	بدون نانو ولاستونیت	با نانو ولاستونیت
زمان اشتعال (ثانیه)	(B) ۱۴/۳۶	(A) ۲۳/۶۴
زمان گداختگی (ثانیه)	(B) ۵۷/۰۳	(A) ۸۶/۰۵
درصد کاهش وزن ۳۰ دقیقه	(B) ۲/۵۷	(A)۲/۰۳
سطح کربونیزه شده ۲ دقیقه (mm^2)	(B)۱۹۷۷	(A)۱۸۸۴
سطح کربونیزه شده ۳۰ دقیقه (mm^2)	(B) ۳۱۴۵	(A)۲۵۳۸

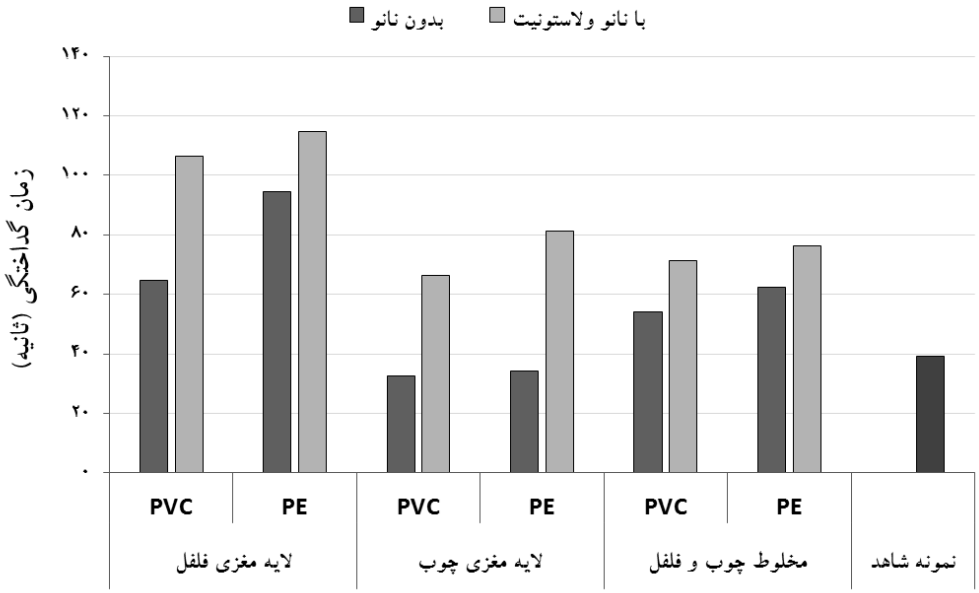
نتایج حکایت از آن داشت که نانو ولاستونیت اثر مطلوبی بر خواص آتش‌گیری تخته خرده چوب داشته است. به‌طوری‌که تخته‌هایی که مقدار ۱۰ درصد نانو ولاستونیت در مخلوط با چسب در ساخت آنها به کار برده شده‌اند در برابر آتش مقاومت بالاتری از خود نشان دادند.

آنالیز واریانس اثر متقابل عوامل متغیر (نوع تخته، نوع پلیمر و نانو) بر مقاومت به آتش تخته خرده چوب برای صفات زمان گداختگی و سطح کربونیزه شده پس از ۳۰ دقیقه آتش در سطح اطمینان ۹۹ درصد و بر درصد

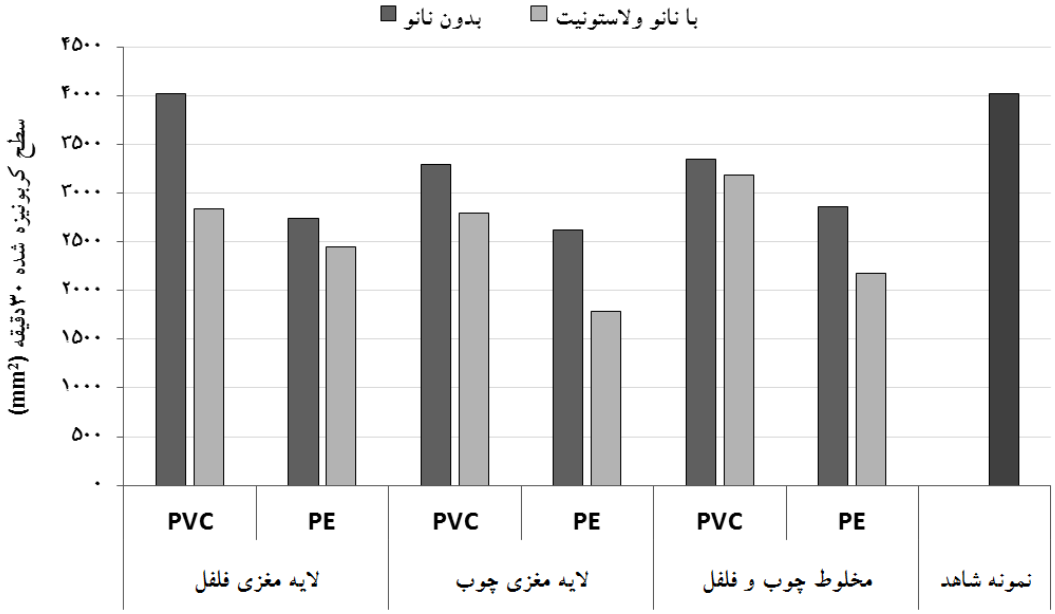
www.SID.ir

Archive of SID

کاهش وزن تخته‌ها پس از ۳۰ دقیقه و سطح کربونیزه بعد از ۲ دقیقه آتش در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار است. شکل ۱ اثر متقابل عوامل متغیر بر زمان گداختگی تخته‌ها را نشان می‌دهد.



شکل ۱- اثر متقابل نوع تخته، نوع پلیمر و نانو بر زمان گداختگی



شکل ۲- اثر متقابل نوع تخته، نوع پلیمر و نانو بر سطح کربونیزه پس از ۳۰ دقیقه

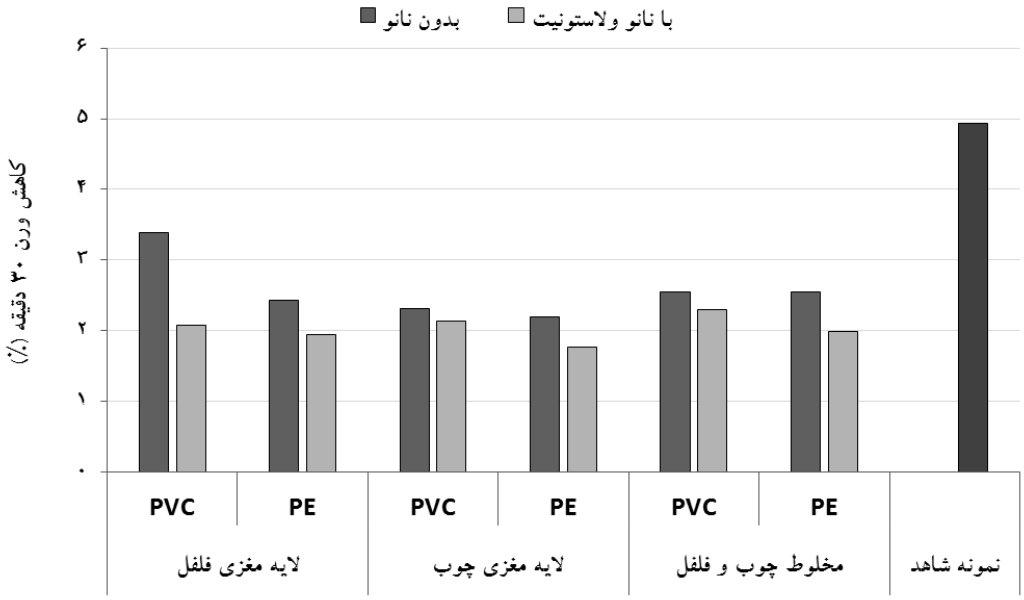
www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۱ نشان می‌دهد که حداکثر مقاومت به آتش مربوط به تخته‌های سه لایه‌ایست (لایه مغزی ساقه فلفل و لایه‌های سطحی خرده چوب) که با پلی‌اتیلن سنگین و نانو ولاستونیت ساخته شده‌اند؛ این تخته‌ها در مقایسه با نمونه شاهد، زمان گداختگی به‌مراتب بالاتری داشته‌اند (۹۲ درصد بهبودیافته است).

اثر متقابل نوع تخته، نوع پلیمر و نانو بر سطح کربونیزه شده پس از ۳۰ دقیقه آتش در شکل ۲ آورده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود کمترین سطح سوخته شده پس از ۳۰ دقیقه آتش، مربوط به تخته‌های سه لایه (لایه مغزی خرده چوب صنعتی و لایه‌های سطحی ساقه فلفل) و دارای پلی‌اتیلن سنگین و مخلوط نانو در چسب مصرفی می‌باشد. درصورتی‌که بیشترین سطح کربونیزه شده را نمونه‌های شاهد داشتند.

تأثیر متقابل عوامل بر درصد کاهش وزن پس از ۳۰ دقیقه آتش در شکل ۳ آورده شده است. با توجه به شکل می‌توان بیان کرد که تخته‌های سه لایه با لایه مغزی خرده چوب صنعتی و حاوی پلی‌اتیلن سنگین و نانو ولاستونیت کمترین میزان کاهش وزن پس از ۳۰ دقیقه آتش را داشته‌اند. این تخته‌ها در مقایسه با نمونه‌های همان ترکیب اما لایه مغزی خرده ساقه فلفل ۹/۵ درصد و در قیاس با نمونه‌های شاهد (تخته‌های ۱۰۰٪ خرده چوب صنعتی، بدون نانو و پلیمر) ۶۵ درصد کاهش وزن کمتری از خود نشان داده‌اند.

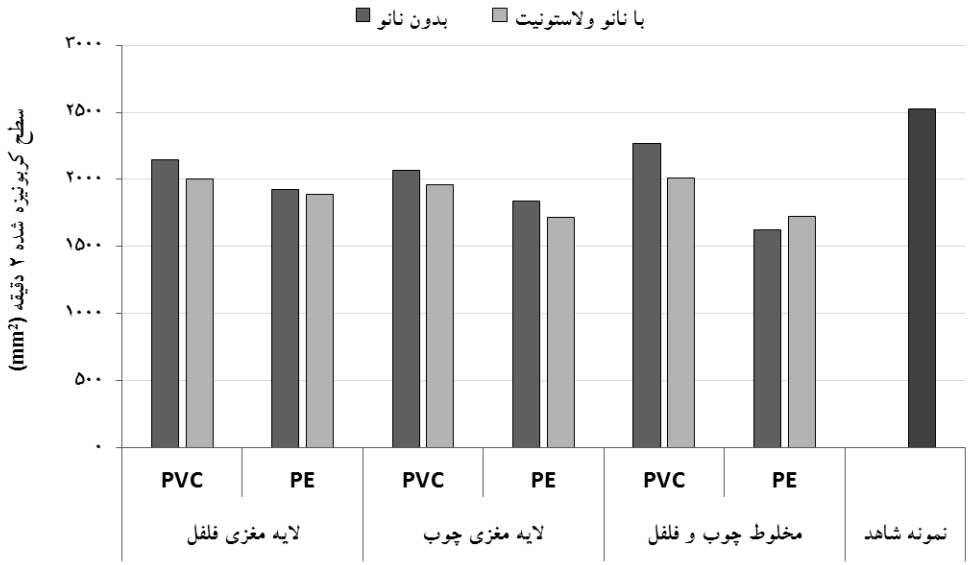


شکل ۳- اثر متقابل نوع تخته، نوع پلیمر و نانو بر درصد کاهش وزن پس از ۳۰ دقیقه

اثر متقابل نوع تخته، نوع پلیمر و نانو بر سطح کربونیزه شده پس از ۲ دقیقه آتش در شکل ۴ آورده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود کمترین سطح کربونیزه شده در ۲ دقیقه آتش‌گیری مربوط به تخته‌های سه لایه‌ایست (لایه مغزی خرده چوب صنعتی) که با پلی‌اتیلن سنگین و نانو ولاستونیت ساخته شده است. همچنین نمونه‌های شاهد بیشترین سطح کربونیزه شده پس از ۲ دقیقه آتش را به خود اختصاص داده است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴- اثر متقابل نوع تخته، نوع پلیمر و نانو بر سطح کربونیزه پس از ۲ دقیقه

بحث

بررسی تأثیر نانو ولاستونیت، پلیمرهای پلی‌اتیلن سنگین و پلی وینیل کلراید و ساختار تخته بر مقاومت به آتش تخته خرده چوب ساخته شده از ساقه فلفل و خرده چوب صنعتی نشان داد که زمان اشتعال و گداختگی تخته خرده چوب سه لایه که لایه‌های سطحی آن از خرده چوب صنعتی بوده و لایه مغزی آن خرده‌های ساقه فلفل باشد، بیشتر است. ازآنجایی‌که خرده چوب صنعتی دانسیته بالاتری نسبت به خرده‌های ساقه فلفل دارد، بنابراین میزان اکسیژن کمتری در سلول‌های چوبی آن وجود داشته، از این‌رو در مقابل آتش مقاومت بیشتری را از خود نشان دادند. به همین دلیل زمان اشتعال و گداختگی این نوع تخته‌ها در قیاس با سایر ساختار تخته‌ها بیشتر بود. از طرف دیگر درصد کاهش وزن و سطح کربونیزه شده تخته خرده چوب با لایه‌های سطحی خرده‌های ساقه فلفل و لایه مغزی خرده چوب صنعتی در قیاس با سایر تخته‌ها کمتر بود. بنابراین با توجه به پایین بودن دانسیته خرده‌های ساقه فلفل، ضریب فشردگی در لایه‌های سطحی تخته خرده چوب افزایش‌یافته، درنتیجه کاهش وزن نمونه‌ها و سطح کربونیزه شده در برابر آتش را کاهش دادند. نتایج به‌دست‌آمده از تأثیر استفاده از پودر پلیمر پلی‌اتیلن و پلی وینیل کلراید بر خواص آتش‌گیری تخته خرده چوب نشان داد که استفاده از این پلیمرها نقش بسزایی در بهبود مقاومت به آتش تخته‌ها داشته است. در این خصوص تخته‌های حاوی پلی‌اتیلن سنگین خواص مناسب‌تری را داشتند. وجود پلیمر در یک چهارم ضخامت تخته از سطوح آن سبب شد تا نفوذ آتش و حرارت به لایه‌های داخلی تخته کمتر شده و به‌عنوان یک عایق عمل نماید، از این‌رو خواص آتش‌گیری تخته‌ها بهتر شد. در این ارتباط پلیمر پلی‌اتیلن سنگین نقطه ذوب پایین‌تری در مقایسه با پلی وینیل کلراید داشته و درنتیجه درجه حرارت پرس توانسته است نسبت به ایجاد اتصال و پیوندهای مستحکم‌تر بین پلیمر پلی‌اتیلن سنگین و خرده چوب بوجود بیاورد و باعث مقاومت به آتش بهتر تخته‌ها شود. بررسی تأثیر استفاده از نانو ولاستونیت در مخلوط با چسب اوره فرمالدئید نشان داد که نانو ولاستونیت باعث افزایش مقاومت به آتش تخته خرده چوب می‌شود. ازآنجایی‌که نانو ولاستونیت یک ماده معدنی است و ضریب هدایت حرارتی آن در مقایسه با مواد چوبی بالاست، از این‌رو علاوه بر بالا

www.SID.ir

Archive of SID

بردن مقاومت به آتش تخته‌ها به دلیل معدنی بودن آن، سبب گردید تا انتقال حرارت به سایر قسمت‌های تخته صورت گرفته و از تجمع حرارت در یک نقطه جلوگیری کند و زمان آتش‌گیری را به تأخیر بیندازد. نتایج به‌دست‌آمده با پژوهش‌های Taghiyari و همکاران (۲۰۱۳) و Haghighi و همکاران (۲۰۱۳) مطابقت دارد. به‌طورکلی می‌توان بیان کرد که استفاده از مواد چوبی با دانسیته بالا در لایه‌های سطحی تخته خرده چوب و استفاده از ۱۰ درصد نانو ولاستونیت نسبت به جرم مواد چوبی در مخلوط با چسب مصرفی و همچنین وجود یک لایه نازک پلی‌اتیلن سنگین در یک چهارم ضخامت از سطوح تخته می‌تواند خصوصیات مقاومت به آتش تخته‌ها را به نحو مطلوبی بالا ببرد. همچنین پیشنهاد می‌شود خواص آتش‌گیری تخته خرده چوب ساخته شده با صد درصد ساقه فلفل و استفاده از نانو ولاستونیت با درصد ماده خشک مختلف و تأثیر استفاده از سازگارکننده بین چوب و پلیمر مورد بررسی قرار گیرد.

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله از مدیرعامل محترم شرکت تولید فراورده‌های صنعتی و معدنی ورد که ماده نانو ولاستونیت را در اختیار قراردادند، صمیمانه قدردانی می‌نمایند.

منابع مورد استفاده

- Ebrahimi, G. and Rostampour, A., 2010. Wood-Plastic Composite. University of Tehran press, 886p.
-Haghighi A., Taghiyari H.R.and Karimi A., 2013. Study on fire-retardant properties of nano-wollastonite in fir wood (abies alba). Iranian Journal of Wood and Paper Science Research. 28 (2): 258-365
- Jinshu, SH., Jianzhang, L., Wenrui, ZH. and Derong ZH., 2007. Improvement of wood properties by urea-formaldehyde resin and nano-Sio2, Front. For China, 2(1): 104-109..
-Kartal, S.N., Green, F. and Clausen, C.A., 2009. D the unique properties of nanometals affect leachability of efficacy against fungi and termites,International Bio.
-Khosravian, B., 2009. Evaluation of mechanical, physical, thermal and morphological properties of hybrid composites and nano-hybrid composites polypropylene/wood flour/wollastonite. Ms. Thesis. Tehran University. 103 p.
-Luyt, A.S., Dramicanin, M.D., Antic, Z. and Djokovic, V., 2009. Morphology, mechanical and thermal properties of composites of polypropylene and nanostructured wollastonite filler, Polymer testing 28: 348-356.
-Mai, C. and Militz, H., 2004. Modification of wood with silicon compounds inorganic silicon compounds and sol-gel systems: a review, Wood SciTechnol 37: 339-348.
-Mantanis, G.I. and Papadopoulos, A.N., 2010. Reducing the thickness swelling of wood based panels by applying a nanotechnology compound, Eur. J. Wood Prod. DOI 10.1007/s00107-009-0401-6.
-Papadopoulos, A.N., 2010. chemical modification of solid wood and wood raw material for composites production with linear chain carboxylic acid anhydrides: a brief review modified wood composites, BioResources,5(1): 1-8.
–Rangavar H., Taghiyari H.R. and Abdollahi A., 2012. Effects of nanosilver in improving fire-retarding properties of Borax in solid woods. International Journal of Bio-Inorganic Hybrid Nanomaterial; 1(3): 159 – 167.
-Stark, N.M., White, R.H., Mueller, S.A. and Osswald, T.A., 2010. Evaluation of various fire retardants for use in wood flour-polyethylene composites, Polymer Degradation and Stability 95: 1903-1910.
-Taghiyari H.R., Rangavar H. and Nouri P., 2013. Fire-retarding properties of nanowollastonite in MDF. European Journal of Wood and Wood Products.71(5):573-581.
-Taghiyari H.T., 2012. Fire-Retarding Properties of Nano-Silver in Solid Woods. Wood Science and Technology; 46(5): 939 – 952.
-Taghiyari, H.R., Mobini, K., Sarvari Samadi, Y., Doosti, Z., Karimi, F., Asghari, M., Jahangiri, A. and Nouri, P., 2013. Effects of nano-wollastonite on thermal conductivity coefficient of medium-density fiberboard. Journal of Molecular Nanotechnology; 2:1 http://dx.doi.org/10.4172/2324-8777.1000106

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of nano-wollastonite, poly vinyl chloride and high density polyethylene polymers and board structure on fire resistance of particleboard made of pepper stalk and industrial wood

H. Rangavar[1*] and S.A. Alavi Seresht[2]

1*-Corresponding author, Associate Professor of Wood Science and Technology Department, Faculty of Civil Engineering, Shahid Rajaee, Teacher Training University, Tehran, Iran, E-mail: hrangavar@yahoo.com
2- M.sc, Wood Science and Technology Department, The Faculty of Civil Engineering, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran

Received: Jan., 2015 Accepted: June, 2015

Abstract

This research was conducted to investigate the effect of nano-wollastonite and the application of polyvinyl chloride and high density polyethylene polymers on the fire resistance of three layers particleboard made from pepper stalk and industrial wood particles. Urea-formaldehyde adhesive at 12% weight of the wood containing nanowollastonite (10% , based on dry mass of wood material) was used. Three types of the boards; mixture of industrial wood with pepper stalk particles, three layers board including the core layer from pepper stalk particles and the surface layer from industrial wood particles, the core layer from industrial wood particles and the surface layer from pepper stalk particles were made. Polymers were selected as high density polyethylene and polyvinyl chloride and nano-wollastonite in the two levels (with nano and without nano) were considered as variable factors. Test specimens for the examination of characteristics of fire resistance boards were made and fire resistance test including ignition timing(s), fusion time(s), weight loss (%) and carbonized area (mm^2) for two duration of both 2 and 30 minutes in accordance with the ISO 11925 were determined. The results showed that the use of nano-wollastonite and polyvinyl chloride and high density polyethylene polymer improved fire resistance. In particular, high density polyethylene polymer showed better effect on the fire resistance of the boards. Three layers boards with industrial wood particles on the surface had a long ignition and fusion time. Moreover, percentage of weight loss and carbonized area in a three layer boards with pepper stalks particles on the surface were low.

Keywords: Pepper stalk, Nano wollastonite, polyethylene, polyvinyl chloride, fire resistance.

www.SID.ir