

تأثیر کاربرد نانوالومینا بر خواص مکانیکی و سطحی HDF حاصل از الیاف اکسیدشده

صائب شبانپور^{۱*}، نورالدین نظرنژاد^۲ و مریم قربانی^۳

*^۱ - نویسنده مسئول، دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران،

پست الکترونیک: shabanpour_22@yahoo.com

^۲ - دانشیار، گروه مهندسی چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ساری، ایران

^۳ - دانشیار، گروه مهندسی چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ساری، ایران

تاریخ دریافت: تیر ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: دی ۱۳۹۶

چکیده

در این تحقیق اثر اصلاح نانوالومینا بر خواص مکانیکی و سطحی HDF حاصل از الیاف اکسیدشده بررسی شد. فعال‌سازی سطوح الیاف با استفاده از اسید نیتریک ۴۰٪ انجام گردید. پس از چسب‌زنی الیاف با چسب اوره‌فرم‌آلدئید (۷٪ و ۹٪ بر اساس وزن خشک الیاف)، تخته‌ها به وسیله برس گرم ساخته شدند. برای روکش کردن از دو نوع کاغذ با گراماژهای ۷۰ و ۸۰ گرم بر مترمربع آغشته به چسب ملامین‌فرم‌آلدئید حاوی سه سطح صفر، ۱/۵ و ۳ درصد نانوالومینا استفاده شد. بر اساس نتایج، بیشترین مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته و سختی در نمونه‌های ساخته شده از الیاف اصلاح شده با اسید نیتریک، مقدار مصرف چسب ۹٪ و وزن پایه روکش ۸۰ گرم بر مترمربع محتوای ۳ درصد نانو آلومینا اندازه‌گیری شد که در مقایسه با تخته‌های شاهد افزایش معنی‌داری نشان داد. با افزایش مقدار نانوالومینا، کاهش وزن حاصل از سایش نمونه‌ها کمتر بود که مبین عملکرد مثبت نانوالومینا بوده است. گراماژ کاغذ اثر معنی‌داری بر مقاومت به آتش سیگار نشان نداد اما بالاترین مقدار مصرف نانوالومینا با افزایش هدایت حرارتی سبب بهبود مقاومت سطحی گردید.

واژه‌های کلیدی: نانوالومینا، اوره‌فرم‌آلدئید، مدول الاستیسیته، اسید نیتریک، گراماژ.

مقدمه

غیرمعمول، بعضی از سیستم‌ها شامل اتصالات کووالانسی مستقیم بین سطوح چوب می‌باشد و در برخی سیستم‌های دیگر از مونومرهای دو عاملی یا پلیمرهای زنجیری برای اتصال سطوح چوب استفاده می‌شود (Nazarnezhad et al., 2003). بیشتر این روش‌ها بر پایه فعال‌سازی سطوح چوب به وسیله اکسیدکننده‌هایی مانند کلرید روی، پراکسید هیدروژن، اسید کلریدریک، اسید پرکلریک، اسید سولفوریک و اسید نیتریک می‌باشد (Nazarnezhad, 2011). در بررسی اثر فعال‌سازی اکسیداسیونی در ساخت تخته فیبر نیمه سنگین با

محدودیت جهانی نفت خام، متصاعد شدن گاز سمی و خطرناک فرم‌آلدئید در زمان ساخت و مصرف صفحات فشرده چوبی، همچنین تجزیه‌ناپذیر بودن چسب‌های مصنوعی باعث شد تا پژوهشگران کشورهای مختلف تحقیقات گسترده‌ای برای جایگزینی این نوع چسب‌ها با چسب‌های طبیعی و یا اتصال‌دهنده‌های معدنی انجام دهند. از جمله این تحقیقات ساخت چسب از مواد آلی طبیعی مانند تانن‌ها و لیگنین می‌باشد (Nazarnezhad, 2011). در روش‌های اتصال

آلومینا گستره کاربردی وسیعی در صنایع دارد (Bodaghi *et al.*, 2006). نانو مواد افزودنی برای حفاظت و بهبود مقاومت در برابر سایش پارکت و پوشش‌های تزئینی استفاده می‌گردد (Utgof *et al.*, 2012). نتایج بررسی اثر نانو آلومینا بر امکان استفاده از مواد لیگنوسولوزی در ساخت لنت ترمز اتومبیل نشان داد که ماده ساینده اکسید آلومینیوم با کنترل تشکیل فیلم‌های سایشی در لنت ترمز، می‌تواند به منظور بهبود خواص سایشی-اصطکاکی استفاده شود (Moezzi pour *et al.*, 2013). با توجه به خواص نانوذرات آلومینا که در مطالب قبلی به آن اشاره شد و همچنین برای کاهش مصرف چسب اوره فرمالدئید، این تحقیق به بررسی تأثیر کاربرد نانو آلومینا در سطوح تخته و اکسایش الیاف بر خواص مکانیکی و سطحی تخته فیبر سنگین می‌پردازد.

مواد و روش‌ها

ساخت تخته فیبر سنگین

الیاف تهیه شده از کارخانه کیمیا چوب گرگان، ابتدا به مدت ۳ هفته در هوای آزاد و بعد به مدت ۲۴ ساعت در آون با دمای 103 ± 2 درجه سانتی‌گراد خشک شد. اسیدنیتریک ۴۰ درصد به میزان ۳ درصد (بر اساس وزن خشک الیاف) روی الیاف خشک شده اسپری و هم زده شد، از چسب اوره فرمالدئید در دو سطح ۷ و ۹ درصد (بر اساس وزن خشک الیاف) و کاتالیزور کلرید آمونیوم به میزان ۱ درصد (بر اساس وزن خشک چسب) استفاده گردید. الیاف چسب‌زنی شده پس از توزین، به صورت یکنواخت در داخل قالب قرار گرفتند. تخته فیبرهای سنگین آزمایشگاهی با جرم مخصوص حدود ۹/۰ گرم بر سانتیمتر مکعب در دمای پرس ۱۷۵ درجه سانتی‌گراد در مدت زمان ۴ دقیقه و فشار پرس ۴۵ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع به ضخامت ۱۰ میلی‌متر ساخته شدند. به منظور یکنواخت سازی رطوبت و متعادل سازی تنش‌های داخلی، تخته‌ها به مدت ۱۵ روز در رطوبت نسبی 2 ± 65 درصد و دمای 3 ± 20 درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

الیاف باگاس، اثر نوع اکسیدکننده (اسید نیتریک و دی‌کرومات پتاسیم)، مقدار اکسیدکننده (۲، ۴ و ۶ درصد) و چسب اوره فرمالدئید (۵ و ۷ درصد) بر خواص فیزیکی و مکانیکی اندازه‌گیری شد. محققان گزارش کردند که کمترین جذب آب و واکنش ضخامت در ۶ درصد اسیدنیتریک و ۷ درصد چسب اوره فرمالدئید و برای مقاومت مکانیکی در ۷ درصد چسب اوره فرمالدئید و ۴ درصد اسیدنیتریک تعیین شد (Doosthoseini *et al.*, 2013). اصلاح خرده‌چوب با اسید نیتریک موجب توسعه گروه‌های کربوکسیل سطوح چوب گردید (Nazarnezhad *et al.*, 2003; Nazarnejad *et al.*, 2005).

برای پوشاندن سطوح انواع اوراق فشرده چوبی مانند تخته خرده چوب و تخته فیبر از روکش استفاده می‌شود (Azimi kohan *et al.*, 2010). روکش ملامینه به‌عنوان پرکاربردترین روکش اوراق فشرده چوبی در جهان، کاغذ دکور آغشته به چسب ملامین فرمالدئید است که بدون نیاز به چسب‌زنی دوباره روی تخته چسبانده می‌شود (Azimi kohan *et al.*, 2010). روکش ملامینه خواص خمشی تخته خرده چوب را در مقایسه با تخته‌های بدون روکش افزایش داد (Najafi *et al.*, 2012). تأثیر روکش‌های کاغذی آغشته شده با انواع چسب‌ها بر خصوصیات فیزیکی، مکانیکی و کیفیت سطح تخته خرده چوب نشان داد که خواص فیزیکی، مکانیکی و کیفیت سطح روکش‌هایی که با چسب ملامین فرمالدئید آغشته شده بودند عملکرد بهتری داشته است (Istek *et al.*, 2010). مقاومت چند نوع ماده پوششی در برابر سایش، خراش و آتش‌سیگار نشان داد که نوع ماده پوششی سطح و وزن مخصوص روکش بر این خواص مؤثر است (Nemli & Kalaycioglu, 2006). یکی از راه‌های امیدوارکننده برای حفاظت روکش‌های تزئینی استفاده از پوشش‌های ترکیب شده با نانو مواد می‌باشد. یکی از رایج‌ترین نانوذرات، نانوذرات سرامیکی هستند که به سرامیک‌های اکسید فلزی مانند اکسیدهای تیتانیوم، روی، آلومینیوم، آهن و نانو ذرات سیلیکاتی تقسیم می‌شوند (Mehrizi & Gharabani, 2008). در بین مواد سرامیکی،

روکش کردن تخته‌ها

دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ دقیقه، به وسیله پرس با دمای ۱۹۰ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۳۰ ثانیه در دو طرف تخته فشرده شدند. در این بررسی برای هر تیمار ۳ تکرار و از ترکیب عوامل متغیر در مجموع ۴۲ تخته ساخته شد. مشخصات چسب‌های مصرف‌شده در ساخت تخته و روکش در جدول ۱ و همچنین نانوالومینا در جدول ۲ نشان داده شده است.

کاغذهای روکش وارداتی ساخت کشور چین با گراماژ ۷۰ و ۸۰ گرم بر مترمربع، از کارخانه ۲۲ بهمن به شهر تهیه شد. نانوالومینا به نسبت صفر، ۱/۵ و ۳ درصد (بر اساس وزن خشک چسب ملامین‌فرم‌آلدئید) به چسب اضافه و هم‌زده شد. روکش‌های آغشته به چسب ملامین‌فرم‌آلدئید (به مقدار ۱۳۰ درصد وزن خشک کاغذ) پس از خشک شدن در

جدول ۱- مشخصات چسب‌های مورد استفاده

نام چسب	وزن مخصوص (g/cm ³)	مواد جامد (درصد)	pH	ویسکوزیته (s)	زمان سخت شدن هاردنر (s)
ملامین فرم‌آلدئید	۱/۲	۵۳	۷/۲	۷۴	۴۸
اوره فرم‌آلدئید	۱/۳	۶۲	۷/۸	۶۵	۴۸

جدول ۲- مشخصات نانوماده مصرفی

نام نانو ماده	نام تجاری	فرمول شیمیایی	وزن مولکولی g/mol	ابعاد نانو nm	کشور تولیدکننده	شرکت
اکسید آلومینیوم	آلومینا	Al ₂ O ₃	۱۰۱/۹۶	۸۰	امریکا	ALDRICH

آزمون مکانیکی و خواص سطحی

نمونه‌های آزمون‌های مکانیکی خمش و سختی طبق استاندارد ASTM D 1037-99(1999) تبدیل شدند. اندازه‌گیری خواص به وسیله دستگاه SANTAM- STM- 20 انجام شد. آزمون خمش روی نمونه‌هایی به ابعاد ۱۰×۵۰×۲۹۰ میلی‌متر (طول×عرض×ضخامت) و با سرعت بارگذاری ۱۰ میلی‌متر بر دقیقه، آزمون سایش طبق استاندارد (ASTM D 2394-83 1999) و به وسیله دستگاه سایش Struers RotoPol-35 روی نمونه‌هایی به ابعاد ۱۰×۷۵×۱۰۰ (طول×عرض×ضخامت) میلی‌متر انجام شد. در آزمون سایش، ابتدا نمونه‌ها با ترازو به دقت ۰/۰۱ گرم توزین و بعد درون دستگاه سایش با نگه‌دارنده‌ای ثابت شد. نمونه‌ها تحت بار ۴۴ نیوتن قرار گرفته و صفحه زیرین با سرعت ۳۲ دور در دقیقه به چرخش درآورده شد. هم‌زمان

با چرخش دستگاه پودر سیلیکون کار باید (Silicon Carbide) ۸۰ به سطح صفحه اضافه شد. این شرایط به مدت ۲۰ دقیقه ادامه داشت. سپس نمونه‌ها از دستگاه خارج و توزین شدند. با جایگزینی کاهش وزن در رابطه ۱، مقاومت به سایش نمونه‌ها محاسبه گردید.

$$H_a = 10G(2000 + W_s) / 2000 W_a \quad (1)$$

H_a - مقاومت سایشی (g)، G - وزن مخصوص نمونه (g/cm^3)، W_s - وزن نمونه (۲/وزن اولیه + وزن نهایی) (g)، W_a - کاهش وزن ناشی از سایش (g)

آزمون مقاومت در برابر آتش سیگار بر اساس استاندارد ISIRI 14093 (2011) انجام شد که سه نخ سیگار دارای فیلتر انتخاب شد. برای انجام آزمون ابتدا یکی از سیگارها را روشن کرده و تقریباً ۱۰ میلی‌متر به صورت معمولی سوزانده و بعد به طور افقی روی تخته

نتایج

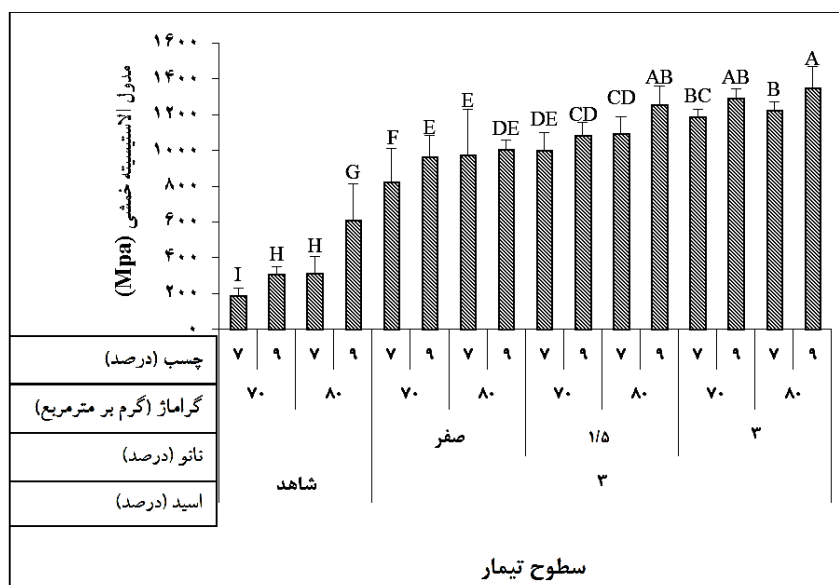
ویژگی‌های مکانیکی

نتایج تجزیه واریانس نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین تیمارها برای مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته خمشی است. همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود همراه با افزایش مصرف چسب اوره‌فرم آلدئید از ۷٪ به ۹٪ و گراماژ کاغذ از ۷۰ به ۸۰ گرم بر مترمربع و همچنین افزایش درصد نانوالومینا از صفر به ۳٪، مدول الاستیسیته خمشی نمونه‌ها افزایش یافت. بیشترین مدول الاستیسیته خمشی مربوط به نمونه حاصل از الیاف تیمار شده با اسیدنیتریک، ۹٪ چسب اوره‌فرم آلدئید، روکش ملامینه ۸۰ گرم بر مترمربع و ۳٪ نانو-آلومینا می‌باشد که مدول الاستیسیته خمشی آن نسبت به نمونه‌های حاصل از الیاف تیمار شده با اسیدنیتریک، ۷٪ چسب، روکش ۷۰ گرم بر مترمربع فاقد نانوالومینا، ۳۹٪ و در مقایسه با نمونه‌های شاهد حاوی ۹٪ و ۷٪ چسب به ترتیب ۵۵٪ و ۷۶٪ افزایش یافت.

فیبر قرار داده شد تا ۲۰ میلی‌متر آن بسوزد. این آزمایش روی همان نمونه با دونه سیگار دیگر نیز تکرار گردید. سپس سطح تخته فیبر با کمک یکپارچه آغشته به الکل از خاک سیگار پاک شد. اثر سیگار روی سطح نمونه‌ها بر اساس درجات: ۱- بدون تغییر در سطح نمونه، ۲- تغییر مختصر از بعضی زوایا در شفافیت یا مختصر لکه قهوه‌ای، ۳- تغییر متوسط در شفافیت یا لکه قهوه‌ای متوسط در سطح، ۴- تغییر شدید در شفافیت یا لکه قهوه‌ای شدید در سطح و ۵- تاول زدگی ارزیابی شد.

تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS (16.0) و آزمون فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و گروه‌بندی میانگین‌ها نیز با آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.



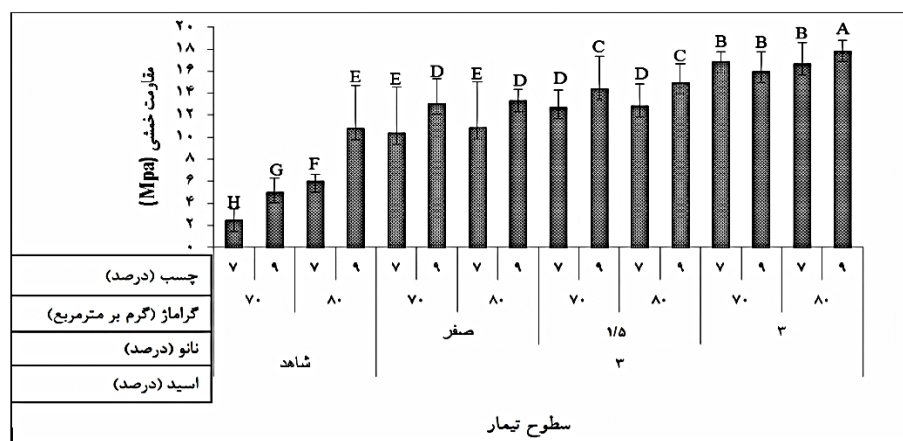
شکل ۱- اثر چسب، گراماژ، نانوالومینا و تیمار اسیدی بر مدول الاستیسیته خمشی در مقایسه با نمونه‌های شاهد

و گراماژ کاغذ از ۷۰ به ۸۰ گرم بر مترمربع و همچنین افزایش نانوالومینا از صفر به ۳٪ افزایش یافت. بیشترین

مطابق شکل ۲ مقاومت خمشی همانند مدول الاستیسیته خمشی با افزایش درصد چسب اوره‌فرم آلدئید از ۷٪ به ۹٪

۷۰ گرمی ۴۲٪ بهبود داشته است. همچنین سطح بهینه مذکور در مقایسه با نمونه‌های شاهد حاوی ۹٪ و ۷٪ درصد چسب آلدئید فرم‌آور نیز به ترتیب ۴۰٪ و ۶۶٪ بهبود یافته است.

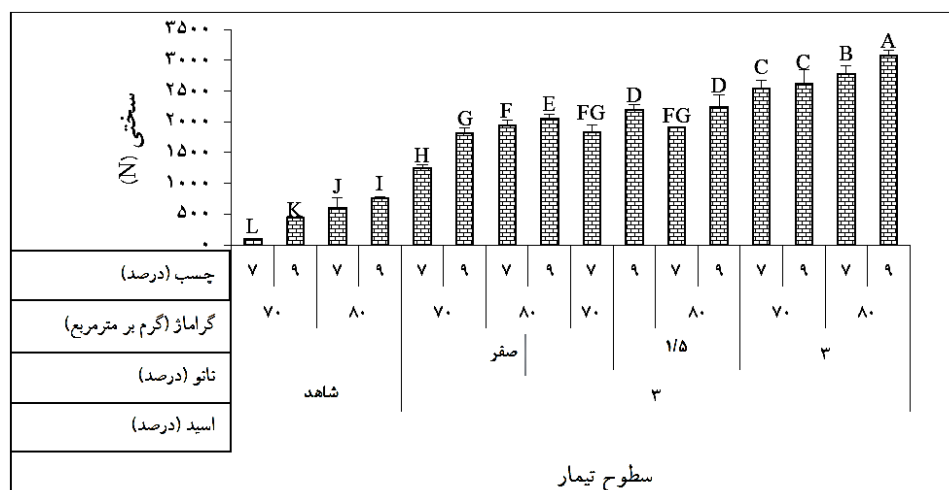
مقاومت خمشی در نمونه ساخته شده از الیاف اسیدی، ۹٪ چسب، روکش ۸۰ گرمی و ۳٪ نانوالومینا اندازه‌گیری شد که نسبت به نمونه‌های با الیاف اسیدی، ۷٪ چسب و روکش



شکل ۲- اثر چسب، گرم‌ماژ، نانوالومینا و تیمار اسیدی بر مقاومت خمشی در مقایسه با نمونه‌های شاهد

۸۰ گرم بر مترمربع و ۳٪ نانوالومینا اندازه‌گیری شد که در مقایسه با نمونه‌های شاهد حاوی ۹٪ و ۷٪ چسب آورده- فرم آلدئید به ترتیب ۷۵٪ و ۸۰٪ بهبود یافته است.

همان‌طور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود، تیمار اسیدی، گرم‌ماژ بالاتر کاغذ روکش و نانوالومینا موجب افزایش سختی تخته فیبر گردید؛ به طوری که بالاترین مقدار سختی در نمونه‌های ساخته شده از الیاف اسیدی، ۹٪ چسب، روکش



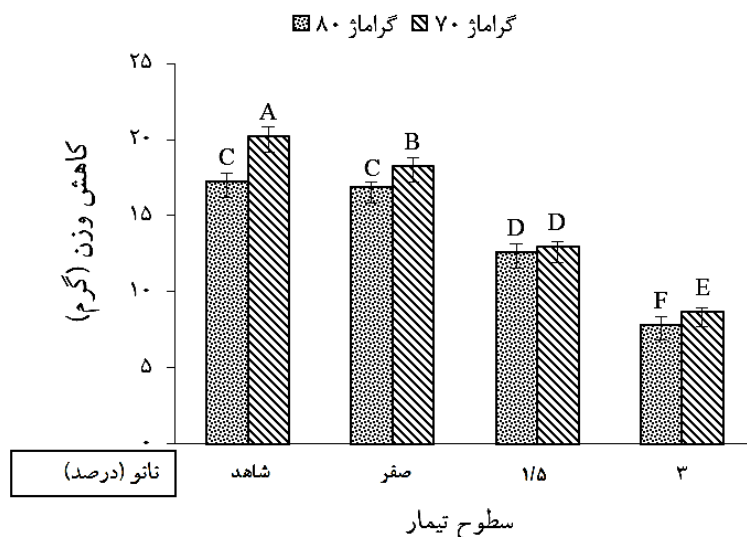
شکل ۳- اثر سطوح متفاوت چسب، گرم‌ماژ و نانوالومینا بر سختی نمونه‌های شاهد و تیمار شده با اسید

خواص سطحی

مقاومت به سایش

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر مستقل گراماژ کاغذ و نانوالومینا در سطح اعتماد ۹۵ درصد معنی‌دار بوده است. مقاومت به سایش نمونه‌های شاهد و روکش ملامینه با گراماژ

۷۰ و ۸۰ گرم بر مترمربع حاوی مقادیر مختلف نانوالومینا در شکل ۴ نشان داده شده است. بیشترین مقاومت به سایش در نمونه‌های با روکش ملامینه گراماژ ۸۰ گرم بر مترمربع و ۳٪ نانوالومینا اندازه‌گیری شد که مقاومت آن نسبت به نمونه با گراماژ ۷۰ گرم بر مترمربع فاقد نانو ۴۹٪ بهبود داشته است.



شکل ۴- کاهش وزن ناشی از سایش نمونه‌های با روکش ۷۰ و ۸۰ گرمی و تیمار شده با سه سطح نانو آلومینا

مقاومت به آتش سیگار

شکل ۵ نتایج مقاومت به آتش سیگار نمونه‌های تیمار شده و نشده را نشان می‌دهد. با توجه به بررسی بصری تخته‌ها، نمونه شاهد به دلیل تاول‌زدگی و از بین رفتن روکش سطح تخته در درجه ۵ استاندارد قرار می‌گیرد. تخته با الیاف اکسید شده و صفر درصد نانو آلومینا به دلیل تغییر شدید در روشنی و لکه قهوه‌ای شدید در سطح تخته در درجه ۴ استاندارد قرار می‌گیرد. تخته‌های با ۱/۵ درصد با تغییر متوسط در روشنی یا لکه قهوه‌ای متوسط در سطح تخته در درجه ۳ استاندارد قرار می‌گیرند و تخته‌های با ۳ درصد نانو آلومینا با تغییر مختصری که از بعضی زوایا در روشنی و یا مختصر لکه‌ای که قهوه‌ای در سطح تخته ایجاد کرده‌اند، در درجه ۲ استاندارد قرار گرفتند.

نتایج نشان داد که با افزایش وزن پایه کاغذ از ۷۰ به ۸۰

گرم بر مترمربع و مصرف نانوالومینا از صفر به ۳٪، کاهش وزن حاصل از سایش نمونه‌ها کمتر شد که مؤید عملکرد مثبت نانوالومینا می‌باشد. البته عمق سایش در کامپوزیت‌های حاوی نانو نسبت به نمونه‌های فاقد نانو آلومینا بسیار کاهش یافت (Shi et al., 2004). سایش به دلیل تخریب سطح و عدم مقاومت زنجیره‌های پلیمری سطحی در برابر عوامل خارجی ساییده، منجر به جدایی آنها از سطح می‌گردد. نانوذرات می‌تواند با ایجاد پیوندهای قوی بین زنجیره‌های پلیمری (فیزیکی یا شیمیایی) مانع تخریب و جدایی زنجیره‌ها گردد و با ایجاد یک سطح سخت از آنها در برابر عوامل ساییده محافظت کند (Moezzi pour et al., 2013). بررسی استفاده از اکسید آلومینیوم در ابعاد نانو و میکرون نشان داد که استفاده از نانوالومینا منجر به بهبود ضریب اصطکاک و سایش می‌شود (Boz et al., 2007).



۳ نانو

۱/۵ درصد نانو

صفر درصد نانو

شاهد

شکل ۵- نمونه‌های آزمون آتش سیگار

منابع مورد استفاده

- ASTM- D 1037 – 99. 1999. Standard Test Methods for Evaluating Properties of Wood-Base Fiber and Particle Panel Materials.
- ASTM- D 2394 – 83. 1999. Standard Methods for Simulated Service Testing of Wood and Wood-Base Finish Flooring.
- Azimi kohan, M., Barzegar shiri, M. and Arian, A., 2010. Market a variety of natural and synthetic coatings on Iran to investigate the trend of imports. The first national conference on new technologies in wood and paper, Azad University Chalus, 72-79.
- Bodaghi, M., Zolfnon, H. and Mirhabibi, A., 2006. Synthesis of Alumina Nanopowder by Mechanical Alloys. Journal of Iranian Ceramic Society, 5(6): 60-67.
- Boz, M., Kurt, K. and Maruo, A., 2007. The effect of AL₂O₃ on the friction performance of automotive brake friction materials. Tribology international, 40: 1161-1169.
- Doosthoseini, K., Zarea Hosseinabadi, H. and Moradpour, P., 2013. Oxidative activation of bagasse fibers surfaces in medium density fiberboard manufacturing. Drvna Industrija, 64(3): 239-245.
- ISIRI 14093. 2011. Wood ñ Based panels ñ Particle board and fiber board by melamine - faced for interior use ñ Test mothod, Institute of Standards and Industrial Research of Iran.

طبق نتایج به دست آمده بین مقاومت به آتش سیگار در نمونه‌های با وزن پایه و درصد نانوالومینای متفاوت اختلاف مشهودی وجود نداشت و افزایش وزن پایه کاغذ نیز بر مقاومت به آتش سیگار تأثیرگذار نبود. فقط مصرف ۳ درصد نانوالومینا اثر محسوس بر مقاومت در برابر آتش سیگار نشان داد. Nussbaum (۱۹۹۳) و Nemli و Kalaycioglo (۲۰۰۶) با بررسی تأثیر نانو بر آتش سیگار به این نتیجه رسیدند که اختلاف محرز بین سطح شاهد با بیشترین مصرف نانو نشان‌دهنده خاصیت هدایت‌کنندگی و پخش حرارت نانوالومینا بوده است (Nemli & Kalaycioglo, 2006; Nussbaum, 1993).

در یک نتیجه‌گیری کلی می‌توان بیان کرد که با اعمال اصلاح اسیدی الیاف، افزایش درصد چسب تا ۹٪ و کاربرد نانوالومینا تا ۳ درصد و همچنین با افزایش گراماژ روکش، مقاومت‌های مکانیکی و سطحی تخته فیبر افزایش یافت که این امر منجر به کاهش انتشار گاز فرم‌آلدئید و افزایش کیفیت محصولات تولیدی می‌شود.

- Nazarnezhad, N., Doosthoseini, K. and Mirshokraie, S.A., 2005. Investigating the effects of oxidatives (nitric acid & hydrogen peroxide) on wood particle surface using ftir spectroscopy. *Iranian Journal Natural Research*, 58 (2): 293-299.
- Nemli, G., Ors, Y. and Kalaycoglu, H., 2005. The choosing of suitable decorative surface coating material types for interior end use applications of particleboard. *Construction and building materials*, 19: 307-312.
- Nemli, G. and Kalaycioglo, H., 2006. The resistances of several types of overlaying materials against cigarette burn, scratch and abrasion. *Building and Environment*, 41: 640-645.
- Nussbaum, R.M., 1993. Oxidative activation of wood surfaces by flame treatment. *Wood Science Technolgy*, 27: 183-193.
- Shi, G., Zhang, M.Q. and Rong, M.Z., 2004. Sliding behaviour of epoxy containing pretreatments. *Wear*, 256: 1072-1081.
- Utgof, S.S., Ignatovich, L.V. and Romanova, A.M., 2012. Application of nanoadditives for wear resistance improvement of parquet protective and decorative coatings. *Proceedings of BSTU Chemistry, Organic Substances Technology and Biotechnology Issue*, 4: 100-102.
- Istek, A., Aydemir, D. and Aksu, S., 2010. Properties of laminated particleboard. *Bioresources*, 5(2): 1074-1083.
- Mehrizad, A. and Gharabani, P., 2008. *Simple Approach to Nanotechnology*. Fan Azar, Tabriz, 120p.
- Moezzi pour, A., Layeghi, M., Ebrahimi, GH. and Akbari, B., 2013. Investigation of Possibility of Using Lignocellulosic Materials and Nano Alomium Oxide in Manufacture of Brake Lining. *Journal of Forest and Wood Product, Iranoan Journal of Natural Recources*, 67(2): 283-294.
- Najafi, A., Mosavi Mirkolaei, S.T., Kord, B. and Besharati Far, K., 2012. Study on Flexural Creep Parameters of Overlayed Particleboard by Natural and Melaminated Veneers. *Iranian Journal of Wood and Paper Industries*, 3(1): 119-128.
- Nazarnezhad, N., 2011. Study of particleboard manufacture by nonconventional bonding. *Iranian Journal of Wood and Paper Science Research*, 26(1): 1-9.
- Nazarnezhad, N., Doost Hosseini, k. and Latibari, A.G., 2003. Application of wood particles surface activation and non-conventional bonding in particleboard production. *Iranian Journal Natural Research*, 56(3): 293-299.

The effect of nano-alumina application on the mechanical and surface properties of HDF made of surface oxidized fibers

S. Shabanpour^{1*}, N. Nazarnezhad² and M. Ghorbani³

1*-Corresponding author, M.Sc., Student, Department of Wood and Paper Sciences and Technology, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran, E-mail: shabanpour_22@yahoo.com.

2-Associate Professor, Department of Wood and Paper Science, Sari University of Agriculture and Natural Resources Sciences, Sari, Iran

3-Associate Prof. Department of Wood and Paper Sciences and Technology, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran

Received: Sep., 2017

Accepted: March, 2018

Abstract

Current research was conducted to investigate the effect of nano alumina application on the mechanical and Surface properties of High-Density Fiberboard (HDF) made from surface oxidized fibers. Surface activation of fiber was done applying 40% nitric acid solution. Then fibers were blended with urea-formaldehyde (7% and 9% based on the dry weight of fibers), and the boards were made by hot pressing. Two types of papers with grammage of 70 and 80 g/m² impregnated with melamine-formaldehyde and nano-alumina (0, 1.5 and 3%) were used for board laminating. According to the results, the highest bending strength, modulus of elasticity and hardness were measured on boards produced using nitric acid-modified fibers/ 9% glue/ grammage of 80 g/m² impregnated paper/ 3% nano-alumina samples which was significantly higher compared to the control boards. The samples weight loss due to abrasion was decreased with increasing the paper grammage and nano-alumina, which confirmed the positive effect of nano-alumina. Paper grammage did not show significant effect on the resistance to cigarette burn, but the highest dosage of nano-alumina resulted in improvement of this surface resistance due to increased thermal conductivity.

Keyword: Nano-alumina, urea-formaldehyde, modulus of elasticity, nitric acid, grammage.