ارزیابی تاثیر استفاده ازمحلول نانومس در ساخت تخته پنج لایه

چکیده

در این تحقیق اثر نانو ذرات مس بر انتقال حرارت در سیکل پرس و خواص مکانیکی تخته پنج لایه با استفاده از دو گونه راش ایرانی و صنوبر دلتوئیدس و نانو ذرات مس در سطوح ۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد و زمان پرس ۴، ۵ و ۶ دقیقه به عنوان عوامل متغیر مورد مطالعه قرار گرفت. مقایسه‌ی ویژگی های مکانیکی نمونه ها نشان داده که در زمان پرس ۴ تا ۵ دقیقه با افزایش همراه بوده اند اما در زمان پرس ۶ دقیقه با کاهش مواجه شده اند. افزایش استفاده از محلول نانو ذرات مس تا ۱۰ درصد موجب بهبود مدول گسیختگی و مدول الاستیسیته شده است که بدلیل افزایش سرعت انتقال حرارت در پروفیل ضخامتی تخته و گیرایی بهتر چسب می‌باشد. اما با افزایش نانو مواد تا ۱۵ درصد خصوصیات مذکور کاهش نشان داده است. در بین نمونه ها تخته ساخته شده با چوب راش خصوصیات مکانیکی بالاتری نسبت به صنوبر داشت.

واژگان کلیدی: مواد نانو مس، انتقال حرارت، زمان پرس، تخته پنج لایه، راش، صنوبر، خواص مکانیکی.

محسن ایزدی فیروزآباد[۱]*
حسین رنگ‌آور[۱]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه صنایع چوب، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران

[۲] دانشیار گروه صنایع چوب دانشگاه شهیدرجایی تهران، ایران

مسئول مکاتبات:
mohsen01861@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۲/۰۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۲۱

مقدمه

نظر به محدود بودن سطح جنگل‌های کشور استفاده بهینه از فرآورده های اصلی و فرعی این منابع الزامی است. در این راستا باید در ساخت فراورده‌های چوبی، دوام و کیفیت و کاهش هزینه تولید مدنظر باشد. تخته لایه از فراورده‌های مهم صنایع چوبی بوده که از روکش های چوبی تهیه میشود و بصورت متقاطع تحت پرس و حرارت و با استفاده از رزین ساخته میشود. در فرایند ساخت تخته پنج لایه مرحله پرس از اهمیت بالایی برخوردار است، که تاثیر مستقیمی در خواص کاربردی محصول و همچنین راندمان تولید می گذارد. با توجه به انتقال حرارت توسط رطوبت از لایه‌های سطحی به مغز تخته جهت سخت شدن چسب مصرفی، همواره گرادیان رطوبتی میان لایه سطحی و مرکزی وجود دارد که باعث میشود لایه مرکزی دمای کمتری نسبت به لایه سطحی داشته باشد. بدین ترتیب لایه‌های سطحی در ابتدای فرایند حرارت‌دهی در اثر چسب سخت می‌شود اما در لایه‌های میانی این اتفاق دیرتر صورت میگیرد و در صورت کوتاه بودن زمان فرایند پرس گرم با مشکل مواجه میشود. میرشکرایی (۱۳۷۳) دمای مورد استفاده پرس برای رزین اوره فرمالدهید را بسته به مقدار رطوبت لایه‌ها معمولا بین ۱۲۰ الی ۱۷۵ درجه سانتی گراد بیان کرده است. این دما به منظور دستیابی به کوتاه ترین زمان پرس و ایجاد اتصال‌های هموار و بدون برآمدگی انتخاب می شود [۱]. لتیباری (۱۳۸۶) بیان نموده که در اثر زیاد شدن دانسیته و رطوبت نفوذ گرمایی چوب کم میشود. چنین ویژگی با استفاده از رزین گرماسخت حائز اهمیت میشود [۲]. Heebink (۱۹۷۲) گزارش داد که پلیمر شدن رزین اوره فرمالدهید در تخته خرده چوب در صورتی به نحو مطلوب انجام خواهد شد که برای مدت ۳۰ تا ۴۰ ثانیه درجه حرارت

مغز به بیش از ۱۰۵ درجه سانتی گراد برسد و همچنین بیان داشت که اگر دمای پرس را از ۱۹۰ به ۲۴۵ درجه سانتی‌گراد افزایش دهیم می‌توانیم تا ۱ دقیقه از زمان پرس کم کنیم [۳]. بنابر این اگر بتوان با استفاده از عامل هدایت دهنده حرارت مانند نانومس دمای مرکزی لایه های چوبی را افزایش دهیم موجب گیزایی سریعتر چسب شده و در نهایت زمان پرس را کوتاهتر نماییم. نتیجه بررسی طبرسا (۱۳۶۷) که بر روی تاثیر رطوبت ، درجه حرارت و زمان پرس بر کیفیت تخته خرده چوب و پلیمر شدن رزین اوره فرمالدهید بوده نشان داد که افزایش رطوبت از ۱۰ درصد به ۱۶ درصد سبب افزایش مدول گسیختگی و مدول الاستیسیته می‌شود اما به همان نسبت چسبندگی داخلی کاهش می یابد. همچنین افزایش زمان پرس از ۴ به ۸ دقیقه نیز تاثیر قابل توجهی در بهبود مدول گسیختگی، چسبندگی داخلی و مدول الاستیسیته دارد؛ و بهترین تیمار در دمای ۱۷۰ درجه سانتیگراد و زمان پرس ۶ دقیقه و رطوبت کیک ۱۳درصدحاصل می‌شود [۴].

کاشانی زاده (۱۳۶۷) در بررسی چهار عامل مهم تولید بر کیفیت تخته خرده چوب به این نتیجه رسید که افزایش زمان پرس از ۵ به ۸ دقیقه سبب بهبود مقاومت‌های مکانیکی و جرم ویژه تخته ها می‌گردد و در زمان طولانی تر فرایند پرس انتقال حرارت به لایه میانی کیک بهتر صورت می‌گیرد [۵]. در تحقیق دیگری کارگرفرد و همکاران(۱۳۸۲) نشان دادند که افزایش درجه حرارت و زمان پرس تاثیر معنی داری بر روی مدول گسیختگی (MOR[1]) ندارد اما افزایش درجه حرارت پرس باعث کاهش مدول الاستیسیته (MOE[2]) می‌شود که در دمای بالاتر تاثیر آن بیشتر است. تاثیر افزایش هر دو عامل درجه حرارت و زمان پرس به طور مستقل روی IB[3] به صورت مثبت مشاهده شده است. نمودارهای انتقال حرارت نیز نشان می‌دهند که در اثر افزایش درجه حرارت پرس از۱۶۵ به ۱۸۵ درجه سانتیگراد لایه مغزی تخته در زمان کوتاه‌تری به حرارت لازم (۱۰۰ درجه سانتیگراد) جهت سخت شدن چسب می‌رسد. در نتیجه درجه حرارت پرس تأثیر عمیق تری نسبت به زمان پرس بر روی انتقال حرارت به لایه مغزی کیک دارد [۶]. وزیری (۱۳۷۹) در بررسی اثر متغیر های مهم تولید نشان داد بهترین شرایط برای ایجاد بالاترین چسبندگی داخلی و انتقال حرارت در گرادیان رطوبت ۲ درصد و درجه حرارت ۱۸۰ درجه همراه با زمان پرس ۵ دقیقه ایجاد شده است و بهترین شرایط برای مدول گسیختگی در سطح گرادیان ۲ درصد و حرارت ۱۷۰ درجه و زمان ۶ دقیقه بود [۷].

تحقیق دیگری توسط کارگرفرد و نوربخش (۱۳۸۳) اثر میزان مصرف چسب و زمان پرس را در ساخت تخته خرده چوب با استفاده از ضایعات هرس درخت انگور مورد مطالعه قرار داده و نتایج نشان داد که مدول گسیختگی و مدول الاستیسیته با افزایش میزان چسب و زمان پرس در سطح معنی داری بهبود می‌یابد و چسبندگی داخلی تخته‌ها با مقدار مصرف چسب و زمان پرس دارای رابطه خطی می‌باشد [۸]. تاثیر گرادیان رطوبت، زمان و دمای پرس بر خواص فیزیکی و مکانیکی تخته خرده چوب نیز توسط کارگرفرد و همکاران(۱۳۸۴) پرداخته شده است. نتایج نشان داد که زمان پرس در گرادیان صفر درصد باعث کاهش مدول گسیختگی و مدول الاستیسیته گردیده است در حالی که در گرادیانهای بالاتر سبب بهبود این خواص شده است. افزایش زمان پرس سبب بهبود مقاومت چسبندگی داخلی و کاهش میزان واکشیدگی ضخامت میشود [۹]. علاوه بر پارامترهای دما و زمان پرس اکرمی(۱۳۸۷) به بررسی تاثیر مقدار افزودنی پارافین، بر خواص کاربردی تخته خرده چوب با تاکید بر زبری سطح آن نیز پرداخت. نتایج نشان دادند که افزایش زمان پرس باعث افزایش مدول گسیختگی تخته خرده چوب شده اما اثر معنی داری بر سایر خواص این فراورده نداشته است [۱۰]. در زمینه استفاده از خواص حرارتی نانو ذرات و تاثیر آنها در افزایش هدایت حرارتی در مورد سیالات تحقیقات زیادی صورت گرفته است ولی متاسفانه هنوز در این زمینه در صنایع چوب تحقیقات به اندازه کافی نبوده است. در زیر به برخی از کارهای صورت گرفته در مورد استفاده از نانو ذرات اشاره می‌شود.

در مورد اثرات نانوذرات Easter و همکاران (۲۰۰۱) با استفاده از نانوسیال خالص مس که اندازه‌ای کمتر از ده

[1] Modules Of Rupture(MOR)
[2] Modules Of Elasticity (MOE)
[3] Intral Bonding

نانومتر داشتند، افزایش ۴۰ درصدی در انتقال حرارت را در اتیلن گلیکول مشاهده کردند. در تحقیقات مشخص شد که افزایش نسبت سطح به حجم که با کاهش اندازه نانو ذرات ممکن می‌شود، یک عامل تاثیرگذار است. همچنین نشان دادند که اضافه کردن اسید ممکن است پایداری سوسپانسیون و در نتیجه رسانش حرارتی موثر آنها را افزایش دهد [۱۱]. Jwo و همکاران (۲۰۰۸) هدایت حرارتی روغن حاوی نانو ذرات Al_2O_3 را بررسی نموده و افزایش ۴/۵ درصدی هدایت حرارتی را مشاهده نمودند. همچنین سوسپانسیون بهینه ۱/۵ درصد تعیین شد. [۱۲].

Ju و Fang (۲۰۰۹) ویسکوزیته و هدایت حرارتی آب حاوی نانوذرات Cu و Al_2O_3 را در شرایط مختلف pH بررسی کردند و بیان داشتند و pH برابر ۸-۷ بالاترین مقدار را در ضریب هدایت حرارتی دارد، که در این pH نانو سیال حاوی نانو ذره، هدایت حرارتی قابل توجه ای نسبت به سیال پایه دارد [۱۳]. لایقی و همکاران(۱۳۸۹) با بررسی تاثیر نانو نقره در خواص مکانیکی و ضریب هدایت حرارتی تخته خرده چوب بیان داشتند که استفاده از سوسپانسیون نانو نقره بدون ایجاد تغییر در خواص مکانیکی میزان انتقال حرارت را تا حدود ۴۰ درصدافزایش میدهد [۱۴]. Qiaojia و همکاران (۲۰۰۶) با مطالعه روی خواص رزین اوره‌فرمالدئید اصلاح‌شده با نانوسیلیس به عنوان پر کننده نشان دادند که استفاده از یک عامل جفت کننده سیلان همراه با نانوسیلیس، خواص رزین را بهبود می دهد. همچنین مقدار فرمالدئید آزاد رزین کاهش می‌یابد و با افزایش مقدار نانوسیلیس گرانروی و مقاومت اتصال رزین افزایش می‌یابد. [۱۵]. موسوی (۱۳۸۸) نیز با بررسی اثر نانو ذرات رس بر خواص تخته فیبر دانسیته متوسط و تخته خرده چوب با استفاده از چسب های اوره فرمالدهید و ایزوسیانات بیان داشت که در تخته فیبر ساخته شده با چسب اوره فرمالدهید بهبود مقاومت‌های فیزیکی و مکانیکی مشاهده می‌شود همچنین در تخته خرده چوب مدول الاستیسیته به میزان ۷۳ درصد افزایش داشته است اما در تخته‌های ساخته شده با چسب ایزوسیانات اختلاف معنی‌داری را گزارش ننموده [۱۶].

ابراهیمی (۱۳۸۸) اثر جرم ویژه فرآورده‌های چندسازه‌ای چوبی را شاخص مهمی در زمینه‌ی خواص مکانیکی و فیزیکی اعلام کرده است. چوب چندسازه‌ای‌ها ماده چوبی لایه‌ای هستند و بنابراین دانسیته آن‌ها متاثر از چوبی است که در آن‌ها به کار رفته است، اما در آن‌ها چسب وجود دارد و در زمان ساخت یا پرس گرم فشرده شدند. پس دانسیته چوب چندسازه‌ای‌ها باید با دانسیته گونه چوب آن‌ها تفاوت داشته باشند [۱۷]. لتیباری (۱۳۸۶) اعلام کرد مقاومت و دانسیته رابطه مستقیم دارند، ولی اثر آن‌ها در اتصال چسبی متفاوت است [۲]. چسب از طریق تخلخل به داخل چوب نفوذ می‌کند؛ بنابراین هر چه دانسیته چوب کمتر باشد میزان نفوذ چسب زیادتر خواهد بود. چوب‌هایی با دانسیته زیادتر نه تنها در اثر رطوبت هم‌کشیدگی و واکشیدگی زیادتری را نشان می‌دهند، بلکه نیروی زیادتری را نیز در مقایسه با چوب‌های سبک خواهند داشت. از این رو در این پژوهش از گونه صنوبر و راش با دانسیته های متفاوت جهت مقایسه اثر دانسیته استفاده شد، این تحقیق با هدف استفاده از محلول نانو ذرات مس در ساخت تخته پنج لایه و تعیین مقدار بهینه مصرف نانو ذرات و بررسی تاثیر آنها روی انتقال حرارت به لایه مرکزی تخته و خواص فیزیکی و مکانیکی تخته لایه انجام شده است.

مواد و روش ها

مواد

با توجه به اهمیت لایه‌های راش و صنوبر در صنعت لایه و روکش گیری [۱۸]، روکش های دو گونه چوبی راش وصنوبر به ضخامت ۲ میلیمتر، و با ابعاد ۴۵×۴۵ سانتیمتر از کارگاهی در عباس آباد تهران تهیه شده و با استفاده ازخشک کن در شرایط آزمایشگاهی تا رطوبت ۵ درصد خشک شده است. با در نظر داشتن اثر محلول نانو ذرات مس و مقدار آن بر افزایش انتقال حرارت [۲۰ و ۲۲]، مقدار محلول نانو ذرات مس در چهار سطح ۰ و ۵ و ۱۰ و ۱۵ درصد بر اساس وزن خشک چسب مورد استفاده قرار گرفت این محلول با غلظت ۴۰۰۰(ppm) از شرکت پیشگامان نانو مواد ایرانیان تهیه گردید. مشخصات نانو مواد در جدول یک قابل مشاهده است.

جدول ۱- مشخصات محلول نانوذرات مس

نام	نماد	عدد اتمی	دانسیته (g/cm^3)	نقطه ذوب (°C)	هدایت حرارتی W/(m·K)	اندازه ذرات (nm)
مس	Cu	۲۹	۸/۹	۱۰۸۴/۶	۴۰۱	۲۰-۵۰

جدول ۲- ویژگی های چسب مصرفی

نوع رزین	دانسیته (gr/cm3)	مواد جامد (٪)	ویسکوزیته (CP)	زمان ژله ای شدن با کاتالیزور (S)	اسیدیته
اوره فرمالدهید	۱/۲۷۵	۶۳	۳۸۰	۶۰	۸

چسب

در این تحقیق از چسب مایع اوره فرمالدهید ساخت شرکت چسب سامد مشهد استفاده شد که ویژگی های چسب در جدول دو ارائه شده است.

ساخت تخته ها

تخته ها در آزمایشگاه تربیت دبیر شهید رجائی ساخته شدند. به منظور اضافه کردن محلول نانو ذرات در رزین تخته، در مرحله آماده سازی چسب به مقدار مشخص شده از این نانوذرات به چسب اضافه شد. میزان چسباوره فرمالدهید مورد استفاده به ازای هر متر مربع ۲۵۰ g/m^2 (دوسطح روکش) درنظر گرفته شد. با هدف پراکندگی مناسب مواد با استفاده از یک دستگاه همزن مکانیکی با تعداد دور بسیار بالا مخلوط شدند. سپس عمل چسب‌زنی بر روی لایه‌ها با به صورت یکنواخت انجام شد. سپس لایه ها نیز به تعداد ۵ لایه (تخته۵ لا) و به صورت متقاطع برروی یکدیگر قرار گرفتند، تخته لایه های آماده شده توسط یک پرس هیدرولیکی گرم در مقیاس آزمایشگاهی با ضخامت ۱۰ میلیمتر پرس شدند .در جدول سه شرایط پرس قابل مشاهده است.

جدول ۳- شرایط پرس

پارامتر	مقدار
دمای پرس (°C)	۱۱۰
زمان پرس* (min)	۴و۵و۶
فشار پرس (kg/cm^2)	۲۵
ضخامت (mm)	۱۰
ابعاد تخته (mm)	۴۵۰×۴۵۰
تعداد تخته برای هر نمونه	۳

** زمان پرس از اولین لحظه تماس تخته لایه شروع شده و تا آخرین تماس با آن خاتمه می‌یابد.*

پس از خارج کردن نمونه ها از پرس هیدرولیکی گرم جهت کاهش دمای نمونه ها تا دمای مطلوب در محیط آزمایشگاه قرار داده شدند تا با محیط هم دما شوند. در ادامه نمونه ها اندازه بری شدند و از ترکیب عوامل متغیر، تعداد ۲۴ تیمار حاصل گردید که از هر تیمار ۳ تکرار ودر مجموع ۷۲ تخته استفاده شد.

تعیین خواص تخته ها

برای تعیین مدول گسیختگی و مدول الاستیسیته تخته‌ها، آزمون خمش استاتیک سه نقطه مطابق استاندارد EN 310 (1993) انجام شد، که نمونه هایی به ابعاد ۲۵۰×۵۰ میلیمتر تهیه شده و بر روی تکیه گاه با فاصله ۲۰۰ میلیمتر قرار داده شد.حداکثر بار خمشی توسط دستگاه تعیین مقاومت‌های مکانیکی چوب دانشگاه شهید رجایی اندازه گیری شد،که نمونه‌ها در این دستگاه تحت سرعت بار گذاری ۳ میلیمتر بر دقیقه قرار گرفتند. سپس مدول گسیختگی (MOR) و مدول الاستیسیته (MOE) محاسبه شدند. برای تعیین مقاومت نگهداری پیچ، تخته ها مطابق استاندارد EN

13446(2002)نمونه هایی به ابعاد ۵۰×۵۰ میلیمتر تهیه شدند و در آزمون کشش (ظرفیت نگهداری پیچ در کشش موازی با محور آن) پیچ در جهت y (عمود بر سطح) و جهت x (عمود بر لبه) درتخته لایه پیچانده شدند. از پیچ شماره ۶ (به قطر ۳/۳ میلی‌متر) استفاده شد که عمق نفوذ به میزان ۱۵ میلیمتر در نمونه بود. سپس با دستگاه آزمایشگر کشش سری Tبیرون کشیده می‌شد، تا بار لازم برای بیرون کشیدن پیچ اندازه‌گیری شود. همچنین برای تحلیل آماری، تجزیه واریانس و مقایسه میانگین ها از طریق آزمون دانکن صورت گرفت.

نتایج

مدول گسیختگی

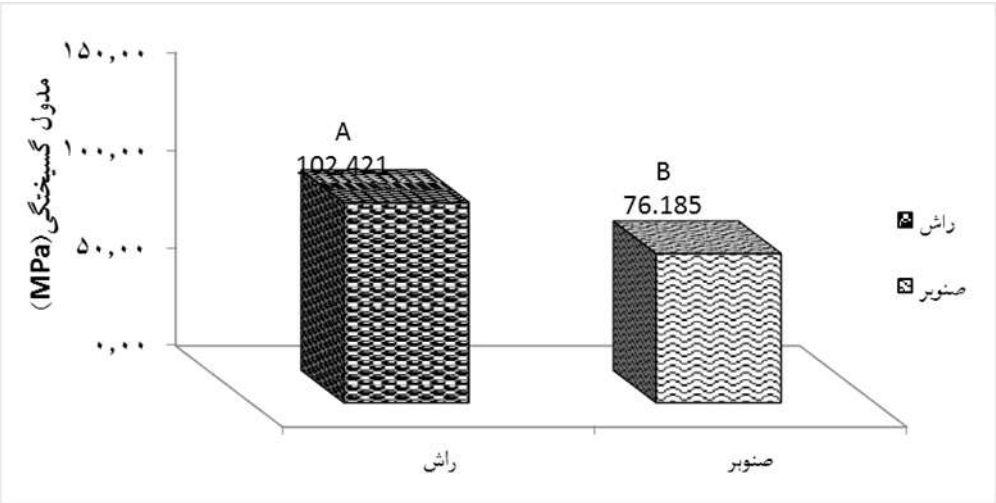
تجزیه و تحلیل نتایج حاصل از مدول گسیختگی(MOR) مبین تاثیرگذاری نوع گونه، محلول نانومس و همچنین زمان پرس بر این ویژگی می‌باشد (جدول ۴).

جدول ۴- تجزیه واریانس اثر مستقل و متقابل فاکتورهای متغیر بر مدول گسیختگی

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	مقدار F	سطح معنی داری
نوع گونه	1	15327.682	15327.682	1718.471	.000**
درصد نانو مس	3	1121.094	373.698	41.897	.000**
زمان پرس	2	292.853	146.427	16.417	.000**
نوع‌گونه*درصد نانو مس	3	775.400	258.467	28.978	.000**
نوع گونه*زمان پرس	2	34.313	17.157	1.924	.153ns
درصد نانو مس*زمان پرس	6	50.775	8.462	.949	.466ns
نوع‌گونه*درصدنانوذره*زمان پرس	6	93.143	15.524	1.740	.123ns
ضریب ثابت	1	710359.635	710359.635	79642.338	.000**
اشتباه	75	668.953	8.919		
کل	99	877006.144			

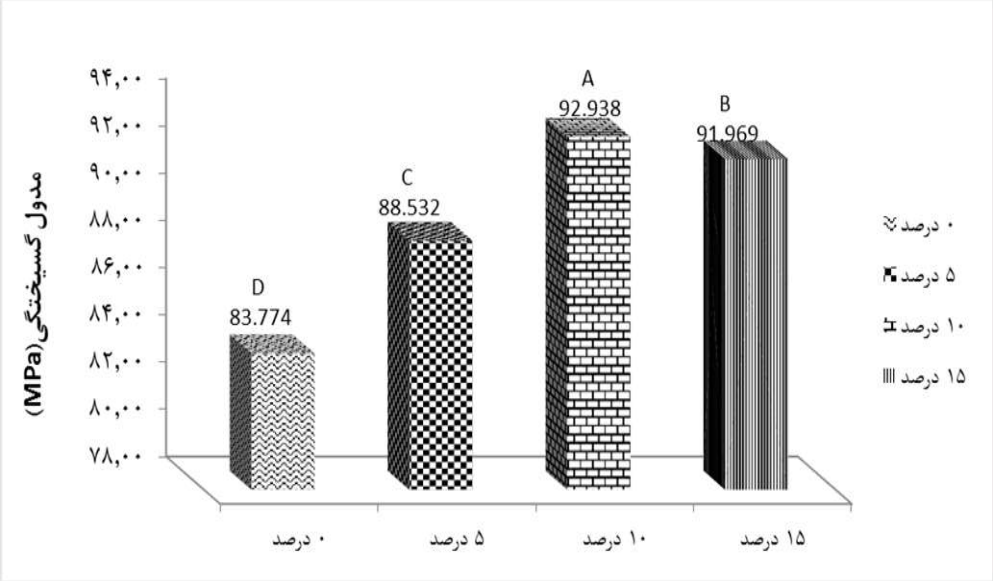
، ** معنی دار در سطح ۱ درصد ، * معنی دار در سطح ۵ درصد ، ns بدون اثر معنی دار

مقایسه میانگین ها ازطریق آزمون دانکن تیمارها در دو گروه مجزا قرار گرفته‌اند و نتایج نشان می‌دهند که بیشترین مدول گسیختگی، مربوط به تخته لایه ساخته شده با گونه راش است و در مقایسه با تخته لایه ساخته شده باگونه صنوبر۳۴,۴درصد افزایش را نشان می دهد (شکل ۱). نتیجه آزمون مدول گسیختگی بیشتر لایه های راش نسبت به صنوبر بدلیل دانسیته بیشتر چوب راش می‌باشد [۱۹].



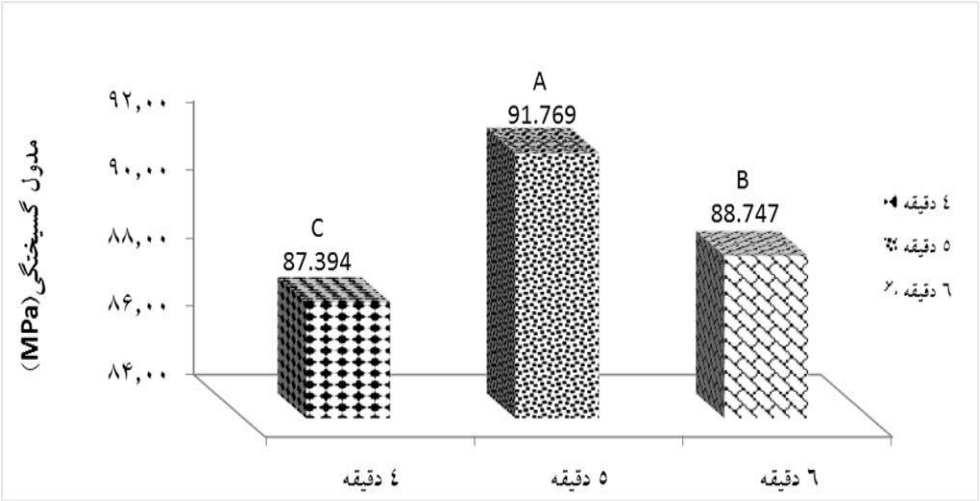
شکل ۱- اثر مستقل نوع گونه بر مدول گسیختگی

با توجه به تاثیر مثبت نانومس بر انتقال حرارت در تخته های چندسازه‌ای[۲۰] نتایج این بررسی در جدول تجزیه واریانس (۴) نشان می‌دهند که افزایش در مقدار استفاده از محلول نانومس تاثیر مثبت بر مدول گسیختگی تخته‌ها داشته است. مقایسه میانگین ها ازطریق آزمون دانکن تیمارها در چهار گروه مجزا قرار گرفته‌اند و نتایج نشان می‌دهند که مصرف ۱۰ درصد نانو مس این ویژگی را نسبت به تخته‌های شاهد ۱۰/۹۳ درصد بهبود بخشیده است شکل (۲).

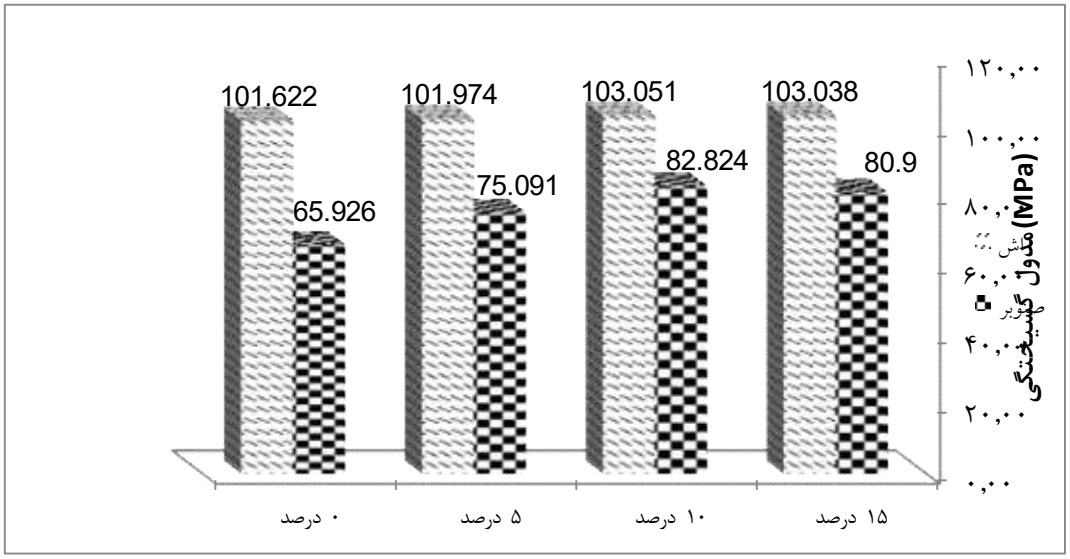


شکل ۲-اثر مستقل مقدار نانو مس بر مدول گسیختگی

شکل ۳ اثر مستقل زمان پرس بر مدول گسیختگی تخته‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهند. نتایج نشان می-دهند که افزایش زمان پرس از ۴ به ۵ دقیقه موجب بهبود این ویژگی می‌گردد ولی در ادامه در زمان پرس ۶ دقیقه موجب کاهش در این خصوصیت می‌گردد. مقایسه میانگین ها ازطریق آزمون دانکن تیمارها در سه گروه مجزا قرار گرفته‌اند. زمان پرس از جمله عواملی است که نقش بسیار تعیین کننده‌ای در تعیین کیفیت تخته ساخته شده دارد، به منظور پلیمر شدن کامل چسب در ضخامت تخته و تولید اتصال قوی به زمان پرس کافی نیاز است ولی اگر افزایش زمان پرس با تخریب اتصالات بینابینی تخته در لایه سطحی همراه باشد اثری منفی برجای خواهد گذاشت. در مورد مدول الاستیسیته تاثیر افزایش زمان پرس براین ویژگی معنی‌دار نشد. همچنین نتایج به دست آمده در مورد اثر متقابل نوع گونه و میزان نانو مس بر مدول گسیختگی تخته‌ها مشاهده می‌شود که افزایش مصرف نانو مس در گونه های با دانسیته بالاتر تاثیر چشم-گیری بر افزایش مدول گسیختگی دارد. دلایل این بهبود درگونه های با دانسیته بالاترو اندازه‌ی بسیار ریز نانو ذره مورد استفاده که منجر به ایجاد سطح ویژه بالا در آنها و قابلیت عملکردی بیشتر می‌گردد و همچنین ضریب هدایت حرارتی و تراکم چوبی بالا موجب می‌شود حرارت صفحات پرس سریعتر در بین لایه های تخته انتقال یابد و در نتیجه گیرایی چسب در لایه سطحی تخته بهبود یافته که منجر به افزایش کیفیت اتصال و در نتیجه باعث افزایش مدول گسیختگی تخته لایه می گردد.



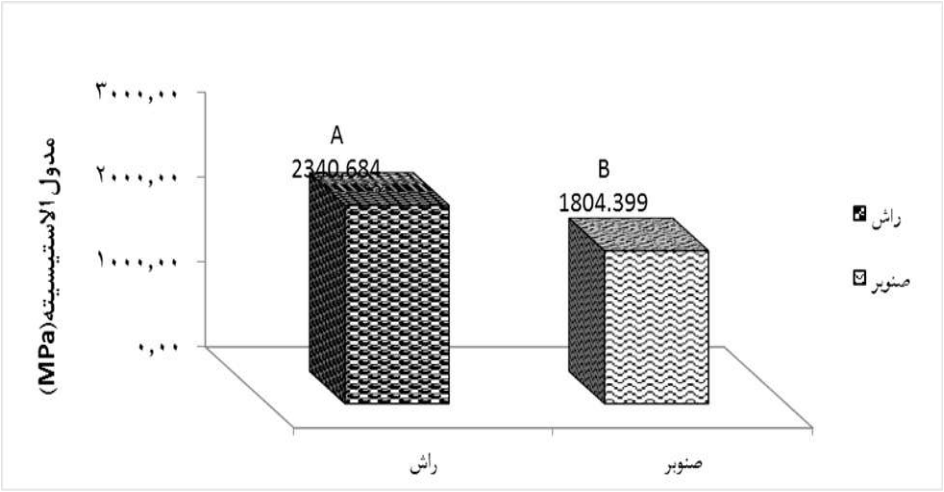
شکل ۳- اثر مستقل زمان پرس بر مدول گسیختگی



شکل ۴- اثر متقابل نوع گونه ومقدارنانو مس بر مدول گسیختگی

شکل ۴ نشان دهنده تاثیر متقابل مقدار نوع گونه و محلول نانومس بر مدول گسیختگی تخته لایه می‌باشد. به طوری که ملاحظه می‌گردد نوع گونه و همچنین حضور نانومس و افزایش مقدار مصرف آن تاثیر چشم‌گیری بر افزایش مدول گسیختگی دارد.

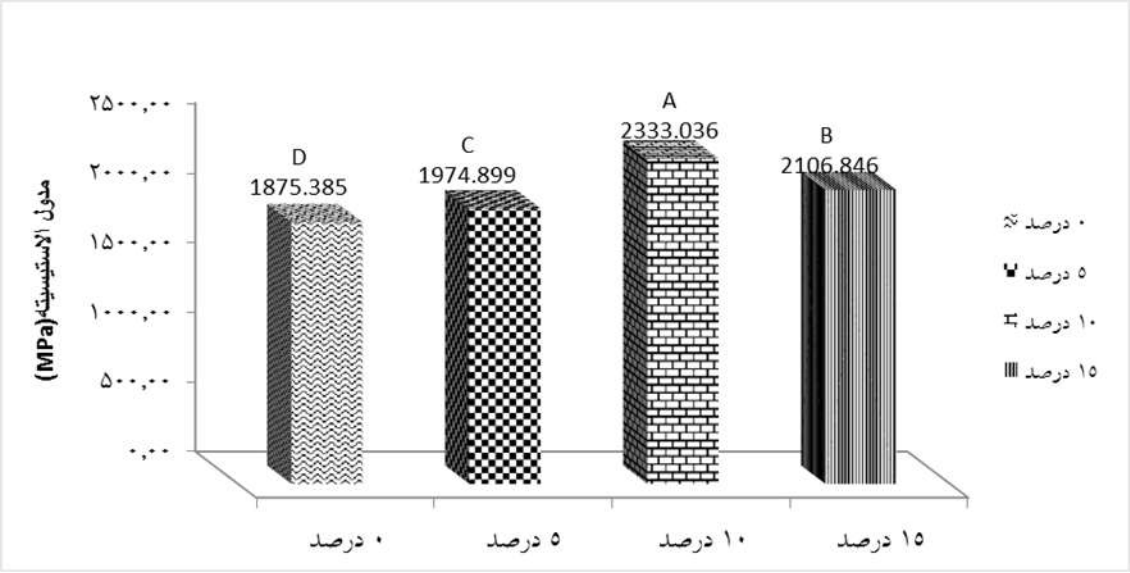
نتایج نشان می‌دهند که تاثیر نوع گونه و سطوح مختلف محلول نانومس بر مدول الاستیسیته در سطح ۱درصد معنی‌دار شده است. با توجه به بررسی تجزیه واریانس اثر مستقل نوع گونه تاثیر مثبت بر مدول الاستیسیته تخته‌ها داشته است. مقایسه میانگین ها ازطریق آزمون دانکن تیمارها در دو گروه مجزا قرار گرفته-اند و نتایج نشان می‌دهند که بیشترین مدول الاستیسیته مربوط به تخته لایه ساخته شده با گونه راش بوده که در مقایسه با تخته لایه ساخته شده با گونه صنوبر ۲۹,۷۲ درصد افزایش را نشان می دهد؛ (شکل ۵)



شکل ۵- اثر مستقل نوع گونه بر مدول الاستیسیته

همچنین نشان می‌دهند که افزایش در مقدار استفاده از محلول نانومس تاثیر مثبت بر مدول الاستیسیته تخته‌ها داشته است. مقایسه میانگین تیمارها نتایج نشان می‌دهند که مصرف ۱۰ درصد نانو مس این ویژگی را نسبت به تخته‌های شاهد۲۴/۴ درصد بهبود بخشیده است.

شکل (۶). نتایج مربوط به مدول گسیختگی ومدول الاستیسیته نشان می‌دهد که بین دوگونه تخته لایه راش و صنوبر از نظر مدول گسیختگی و مدول الاستیسیته اختلاف معنی‌داری وجود دارد تخته لایه های ساخته شده با گونه راش، نسبت به ترکیبات مشابه ساخته شده با گونه صنوبر، دارای مقاومت بیشتری بودند. علت این افزایش را می‌توان به بالا بودن کیفیت اتصال و تراکم بافت چوبی در گونه راش که مدول گسیختگی به میزان۳۴/۴درصد و مدول الاستیسیته ۲۹/۷درصد بیشتر از گونه صنوبر بود مرتبط دانست. هر چه دانسیته وکیفیت اتصال بیشتر باشد، مدول گسیختگی ومدول الاستیسیته درآن افزایش می‌یابد. که در این بررسی، گونه صنوبر به دلیل داشتن دانسیته پایین‌تر، مقاومت پایین‌تری را نشان می‌دهد.

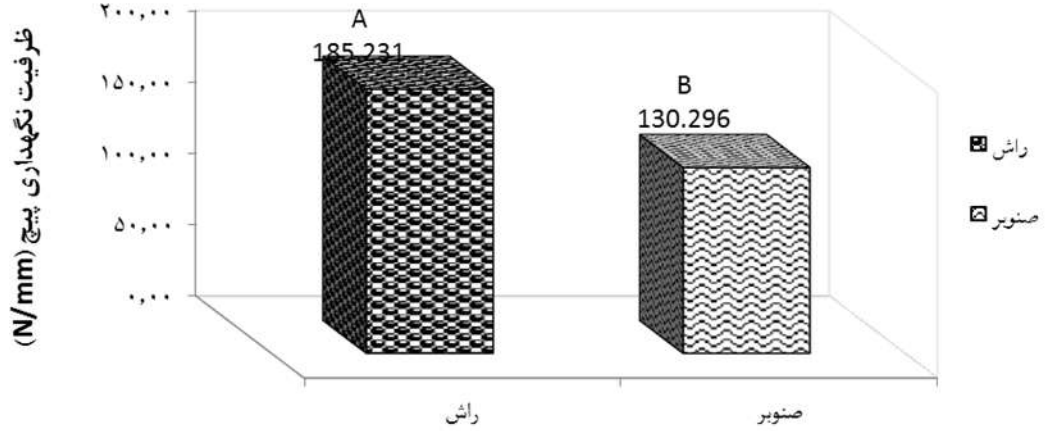


شکل ۶-ا ثر مستقل مقدار نانو مس بر مدول الاستیسیته

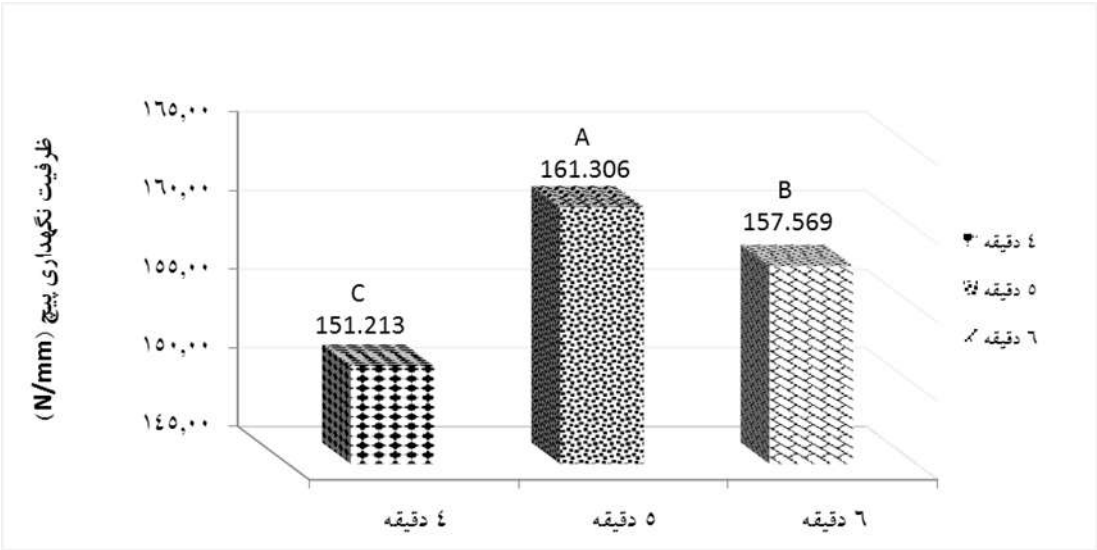
ظرفیت نگهداری پیچ عمود بر سطح

تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به ظرفیت نگهداری پیچ عمود بر سطح نشان می‌دهند که از بین اثرات مستقل و وابسته فاکتورهای متغیر بر روی ظرفیت نگهداری پیچ مبین تاثیرگذاری نوع گونه و همچنین زمان پرس بر این ویژگی ها می‌باشد. نتایج نشان می‌دهند که تاثیر نوع گونه و زمان پرس بر روی ظرفیت نگهداری پیچ عمود بر سطح در ۱درصد معنی‌دار شده است. شکل ۷ اثر مستقل نوع گونه و شکل ۸ اثر مستقل زمان پرس را بر ظرفیت نگهداری پیچ تخته‌های مورد مطالعه نشان می‌دهند. مقایسه میانگین تیمارها در دو گروه مجزا نشان می‌دهد که بیشترین ظرفیت نگهداری پیچ مربوط به تخته لایه ساخته شده با گونه راش بوده که در مقایسه با تخته لایه ساخته شده با گونه صنوبر ۴۲/۱۶ درصد افزایش را نشان می دهد که به دلیل جرم ویژه و نیروی برشی بیشتر چوب راش می‌باشد [۲۱].

شکل ۲۱ اثر مستقل زمان پرس بر ظرفیت نگهداری پیچ عمود بر سطح تخته‌های مورد مطالعه را نشان می-دهند. نتایج نشان می‌دهند که افزایش زمان پرس از ۴ به ۵ دقیقه موجب بهبود این ویژگی می‌گردد ولی در ادامه در زمان پرس ۶ دقیقه موجب کاهش در این خصوصیت می‌گردد.



شکل ۷- اثر مستقل نوع گونه بر ظرفیت نگهداری پیچ عمود بر سطح



شکل ۸- اثر مستقل زمان پرس برظرفیت نگهداری پیچ عمود بر سطح

بحث

نتایج نشان می‌دهند که تاثیر نوع گونه، سطوح مختلف محلول نانومس و زمان پرس بر مدول گسیختگی در سطح ۱درصد معنی‌دار شده است. شکل ۱ اثر مستقل نوع گونه و شکل ۲ اثر مستقل محلول نانومس و شکل ۳ اثر مستقل زمان پرس را بر مدول گسیختگی تخته‌های مورد مطالعه نشان می‌دهند. از بین تاثیر متقابل فاکتورهای متغیر تنها تاثیر متقابل نوع گونه و نانومس در سطح ۱ درصد معنی-دار شده است و در شکل ۴ تاثیر متقابل این دو فاکتور بر مدول گسیختگی نشان داده شده است. نتایج مربوط به مدول گسیختگی و مدول الاستیسیته نشان می‌دهد، اثر مقدار مصرف نانو مس بر این دوویژگی معنی‌دار بوده و با افزایش میزان مصرف از ۰ تا۱۰درصد نانو مس موجب بهبود مدول گسیختگی ومدول الاستیسیته می گردد ولی در ادامه با افزایش مصرف ۱۵ درصد موجب کاهش در این خصوصیت می‌گردد. در مورد تاثیر نانو ذرات بر انتقال حرارت و بهبود مدول گسیختگی ومدول الاستیسیته میتوان بیان داشت، نانو سیالات حاوی ذرات فلزی و اکسیدی نانو هدایت حرارتی به طور فوق العاده بالایی را نشان می دهند و گزارش شد که ترکیب و خصوصیات، مقدار استفاده (درصد حجمی)، شکل و اندازه نانو ذرات به طور گسترده‌ای مقدار این بهبود را تعیین می کند. به منظور پلیمر شدن کامل چسب در ضخامت تخته و تولید اتصال قوی به میزان مصرف درصد نانومس کافی نیاز است ولی اگر افزایش مصرف درصد نانومس با تخریب اتصالات بینابینی تخته در لایه سطحی همراه باشد اثری منفی برجای خواهد گذاشت. با افزایش زمان پرس از ۴ به ۵ دقیقه موجب بهبود در مدول گسیختگی می‌گردد ولی در ادامه در زمان پرس ۶ دقیقه موجب کاهش در این خصوصیت می‌گردد. نتایج مربوط به میزان قدرت نگهداری پیچ عمود بر سطح نشان می‌دهد که بین دوگونه تخته لایه راش و صنوبر از نظر ظرفیت نگهداری پیچ اختلاف معنی‌داری وجود دارد. تخته لایه های ساخته شده با گونه راش نسبت به ترکیبات مشابه ساخته شده با گونه صنوبر، دارای میزان قدرت نگهداری پیچ عمود بر سطح بیشتری بودند. تخته لایه راش، به موجب دانسیته بالاتر و ساختمان آوندی کوچکتر نسبت به گونه صنوبر، به اندازه ۴۲/۱۶ درصد مقاومت بیشتری نشان دادند. علت این امر اصطکاک بیشتر لایه‌های راش واتصال قوی با سطوح تماسی پیچ می باشد. و نتایج مربوط به میزان قدرت نگهداری پیچ عمود بر سطح درتخته های مورد مطالعه نشان داد که با افزایش زمان پرس از ۴ به ۵ دقیقه موجب بهبود در قدرت نگهداری پیچ می‌گردد ولی در ادامه در زمان پرس ۶ دقیقه موجب کاهش در این خصوصیت می-گردد. زمان پرس از جمله عواملی است که نقش بسیار تعیین کننده‌ای در تعیین کیفیت تخته ساخته شده دارد، به منظور پلیمر شدن کامل چسب در ضخامت تخته و تولید اتصال قوی به زمان پرس کافی نیاز است ولی اگر افزایش زمان پرس با تخریب اتصالات بینابینی تخته در لایه سطحی همراه باشد اثری منفی برجای خواهد گذاشت. که در این بررسی، با در نظر گرفتن زمان پرس کافی درتخته لایه که منجر به افزایش مقاومت نگهداری پیچ در ضخامت تخته می گردد.

منابع

[1] MirShokraee, A. 2013. Chemistry and technology of wood glue. (Book: Translation). Author: PZ, Antonio. Tehran University Press. First Edition. Chapter 1 and 2. Pages: 170-4. (In Persian)

[2] Latibari, A. 2016. Science and technology of adhesion of lignocellulosic materials. (Book: author). Publications of Islamic Azad University, Karaj branch. First Edition. Chapters 1 to 10. Pages: 1-336. (In Persian)

[3] Heebink, B. G. (1972). Reducing particleboard pressing time: Exploratory study (Vol. 180). US Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory.

[4] Tabarsa, 1367. Investigating the effect of mat-formed wood particles humidity, temperature and pressing time on the quality of beech chipboard and polymerization of urea-formaldehyde resin. Master's thesis. University of Tehran. 64 pages.

[5] Kashanizadeh, M. 1367. Investigating four important factors of production on the quality of chipboard made from the waste of veneer and plywood industries (beech species). Master's thesis. University of Tehran. 163 pages. (In Persian)

[6] Karegarfard, A. Dost Hosseini, K. Jahan Latibari, A. Hosseinzadeh, 2012. The effect of temperature and pressing time on heat transfer in the process of making chipboard. Research and construction (16). Pag 56-65. (In Persian)

[7] Waziri, M. 1379. Investigating the effect of chipboard manufacturing conditions on heat transfer during the press cycle. Master's Thesis. University of Tehran. 130 pages. (In Persian)

[8] Karegarfard, A. Nurbakhsh, A. 2013. Using the waste from pruning grape trees in the preparation of chipboard. Wood and paper science research in Iran (2-19). Page 159-173. (In Persian)

[9] Karegarfard, A. Hosseinzadeh, A. Dost Hosseini, K. Letibari, A. Noorbakhsh, A. 2014. Effect of moisture gradient of chipboard cake on physical and mechanical properties of chipboard. Wood and Paper Science Research of Iran (20-1). Page 93-108. (In Persian)

[10] Akrami, A., Doost Hoseini, K., Jahan Latibari, A. and Faezipour, M.M, 2008. Investigation on The Effect of Paraffin content, Press Time and temperature on Practical Properties Especially Surface Roughness of Particleboard. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research Vol. 23 No. (1), 50-65. (In Persian)

.[11] Easter, J., Chio, S., & Li, S. (2001). Anomalously increased effective thermal conductivies of ethylenglycon-based ano fluidcontaning Cu Nano particles. Applied physics letter, 78(6), 7-20.

[12] Jwo, C. S., Jeng, L. Y., Chang, H., & Teng, T. P. (2008). Experimental study on thermal conductivity of lubricant containing nanoparticles. Rev. Adv. Mater. Sci, 18, 660-666.

[13] Xian-Ju, W., & Xin-Fang, L. (2009). Influence of pH on nanofluids' viscosity and thermal conductivity. Chinese Physics Letters, 26(5), 056601.

[14] Layghi, M. anonymous. Hashemi, A. 2009. Investigating the effect of nano silver on the mechanical properties and thermal conductivity coefficient of chipboard. National conference of new technologies in wood and paper industries. Islamic Azad University, Chalous branch. May 28 and 29. (In Persian)

[15] Qiaojia,L., Y, Guidi. L, Jinghong. R, Jiuping. 2006. Property of nano-SiO2/urea formaldehyde resin. Front. For. China (2006) 2: 230–237

[16] Mousavi, M. 2018. The effect of using clay nanoparticles on the properties of medium density fiberboard and chipboard using urea formaldehyde and isocyanate adhesives. Master's thesis. University of Tehran. 51 pages(In Persian)

[17].Ebrahimi,Gh. 2018. Engineering design of wooden structures, 1th Ed., Tehran University Publications, Tehran. 471-632 p. (In Persian)

[18] Tabatabaei, M. 1984. Wood veneer and facing Industries, 1th Ed., Ministry of Industries Publications, Tehran 269-325 p. (In Persian)

[19] Jabari, M. Tatari, A. Ghafari, M. (2013) Effect of Faces Type and Thickness on Mechanical Properties of Sandwich Panels. Iranian Journal of Wood and Paper Industries, 5(1): 85-92.

[20] Faraj Elahpour, M. and Dost Hosseini, K. (2011). Effect of mat moisture content and Cu nanoparticles on heat transfer and physical and mechanical properties of poplar particleboard. Iran Wood and Paper Science Research, 27(2): 348-360.

[21] Maleki, S. Dalvand, M. Gholamian, H. (2011). Determination of Screw and Nail Withdrawal Strengths in Parallel and Perpendicular to Grain of some Hardwoods of Iran. Iran Wood and Paper Industries, 3(2), 171-180

[22] Sheikh Rabati, H. Taheri Mirqaid, H. (1398)., study of the effect of copper nanoparticles on the heat transfer of polyalpha olefin oil, the 16th National Congress of Chemical Engineering of Iran, Tehran.

Investigation of Soluble copper nanoparticles effects on manufacturing Five layer plywood

Abstract

In this study, the effect of nano-copper particles on heat transfer in the cycle, press and mechanical properties of boards of five layers was studied .Two species Iranian beech and Populus deltoides and nano-copper particles at four levels of (0, 5, 10 and 15%) of the time, Press (4, 5 and 6 minutes) as the variable factors were considered in this study. Mechanical strength of plywood (including MOR and MOE, SH) were measured. Results indicate that mechanical strength of plywood (including MOR and MOE, SH) after a primary increase from 4 to 5 minutes of press time decreased after 6 minutes of press time. Increasing intake soluble nano copper from 0 to 10% and cause an improved the in MOR and MOE . So it can be attributed to reason increasing speed of heat transfer and glue absorption cause an improved the boards. But with increasing consumption 15% reduction in the features.In all the the mechanical strength of boards, Species of beech very good performance compared to Populus deltoids that so it can be attributed to internal bond improvement.

Keywords: Nano copper, heat transfer press time, five-layer boards, beech and spruce, mechanical properties.

M. Izadi Firouzabad[1*]
H. Randavar[2]

[1] M.Sc. student., Wood Science and Technology Department, Faculty of Civil Engineering, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran

[2] Associate Professor, Department of the wood industry, Faculty of materials engineering and new technologies, Shahid Rajaee teacher training university, Tehran, Iran

Corresponding author:
mohsen01861@gmail.com

Received: 2023/04/21
Accepted: 2023/11/12