Archive of SID

خصوصیات مکانیکی پانل ساندویچی سبک ساخته شده از خاک اره و ضایعات لاستیک

محمد شمسیان[۱]
افسانه شهرکی[۲*]
تکتم همتی[۳]
بابک نصرتی ششکل[۴]
علی بیات کشکولی[۵]

[۱] دانشیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ دانشگاه زابل، زابل، ایران

[۲] دانشجوی دکتری فرآورده‌های چندسازه چوب، دانشگاه زابل، زابل، ایران

[۳] دانشجوی دکتری فرآورده‌های چندسازه چوب، دانشگاه زابل، زابل، ایران

[۴] دانشیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه زابل، زابل، ایران

[۵] دانشیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ دانشگاه زابل، زابل، ایران

مسئول مکاتبات:
shahreki.afsaneh68@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۲/۰۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۴/۰۵

چکیده

در این تحقیق از چسب اوره/ ملامین فرمالدهید با نسبت‌های مختلف (۱۰:۹۰، ۲۰:۸۰ و ۳۰:۷۰) ، خاک اره و ضایعات لاستیک با نسبت اختلاط (۰:۱۰۰، ۱۰:۹۰ و ۲۰:۸۰) و دمای پرس (۱۶۰، ۱۷۰ و ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد) پانل‌های ساندویچی سبک ساخته شدند. همچنین لایه صنوبر ۲ میلی‌متری روی سطوح پانل پرس شدند. آزمون‌های مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته، چسبندگی داخلی و مقاومت به فشار موازی الیاف به ترتیب بر اساس استاندارد ASTM آیین نامه C393 ، D1037 و C364انجام شد. نتایج آزمون‌های مکانیکی توسط تجزیه واریانس و گروه‌بندی میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن با سطح اطمینان ۹۵ درصد از نظر آماری تجزیه و تحلیل شدند. نتایج نشان داد که بیشترین مقدار خواص مکانیکی پانل‌های ساندویچی در دمای ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد بود. افزودن ۳۰ درصد رزین ملامین فرمالدهید موجب افزایش حداکثری خواص مکانیکی شد. افزایش میزان لاستیک تا ۱۰ درصد موجب افزایش حداکثری مقاومت فشاری، مقاومت خمشی و چسبندگی داخلی شد و تخته‌های فاقد لاستیک حداکثر مدول الاستیسیته را دارا بودند.

واژگان کلیدی: پانل ساندویچی، پانل سبک وزن، خاک اره، ضایعات لاستیک.

مقدمه

امروزه با توجه به کاهش مواد اولیه چوبی و افزایش قیمت فرآورده‌های چوبی، محدودیت‌هایی در زمینه تأمین مواد اولیه چوبی به منظور استفاده در فضاهای داخلی ساختمان و سازه‌های چوبی مشهود است، بنابراین تقاضا به سمت استفاده از مواد سازه‌ای سبک، با هدف مصرف بهینه چوب و منابع چوبی در حال توسعه می‌باشد [۱]. ساختارهای ساندویچی نوعی از ساختارهای ترکیبی هستند که شامل دو رویه‌ی نازک اما قوی و با خواص مکانیکی خوب و هسته‌ای نسبتاً ضعیف‌تر و با چگالی کمتر ولی ضخیم تر از رویه‌ها در میان آن‌ها، می‌باشند. چنین سازه‌ای مزایایی از قبیل نسبت سفتی خمشی و یا استحکام خمشی به وزن بالا را فراهم می‌آورد [۲]. در طی سال‌های اخیر در ایران و جهان، تمایل به استفاده از پانل‌های سبک وزن در راستای جایگزین شدن با پانل های متداول ساخته شده از چوب مانند تخته خرده چوب، تخته فیبر، تخته لایه و غیره

www.SID.ir

Archive of SID

در ساخت مبلمان دیده می‌شود. ایده ساختار لانه زنبوری از لانه زنبورهای عسل در طبیعت الهام گرفته شده و تاکنون بیش از ۵۰۰ نوع از ساختارهای لانه زنبوری کاغذی توسط چینی‌ها ساخته شده است، که هم اکنون این کشور مبدأ ساختار لانه زنبوری‌های کاغذی می‌باشد [۳]. ساختار ساندویچی لانه زنبوری کاغذی به علت وزن سبک و مقاومت بالا، به صورت گسترده در صنایع بسته‌بندی و دیگر صنایع مانند مبلمان و ساختمان مورد استفاده قرار می‌گیرد [۴].

Shalbafan و همکاران (۲۰۱۱)، در بررسی پانل‌های چوبی سبک وزن ساخته شده از مغزی‌های فومی، تأثیر ضخامت پوسته و نوع مغزی را روی مقاومت خمشی و چسبندگی داخلی و مقاومت ویژه پانل‌های تولید شده مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که با افزایش ضخامت سطح، مقاومت خمشی در هر دو نوع پانل افزایش می‌یابد [۵]. جباری (۱۳۹۰)، با بررسی اثر نوع لایه و نوع چسب بر ویژگی‌های مکانیکی پانل ساندویچی ساخته شده از کاغذ لانه زنبوری به این نتیجه رسید که در اثر اعمال بار خمشی در یک سازه ساندویچی، یک رویه تحت فشار و رویه دیگر تحت کشش واقع می‌گردد و مغزی ساندویچی همانند تیرآهن در مقابل بارهای برشی مقاومت می‌کند و ضمن افزایش مقاومت خمشی سازه، سبب تقویت مداوم و پیوسته رویه‌ها می‌شود [۶]. Tohmura و همکاران (۲۰۰۱) با بررسی تاثیر مقدار ملامین موجود در رزین ملامین اوره فرمالدهید بر ساختار رزین گیرا شده نشان دادند که با افزایش نسبت ملامین به دلیل افزایش پیوند عرضی در ساختار نهایی رزین گیرا شده، قدرت اتصال بهبود می‌یابد [۷]. Colak و همکاران (۲۰۰۷) در مقایسه دو چسب اوره فرمالدهید و ملامین- اوره فرمالدهید بر خصوصیات مکانیکی تخته خرده چوب حاصل از گونه اکالیپتوس و اثر فرآیندهای بخاردهی بر مقاومت تخته، به این نتیجه رسیدند که مقاومت چسبندگی داخلی تخته‌های ساخته شده با چسب MUF بیشتر از UF بوده و تخته‌های ساخته شده با چسب MUF مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته بالاتر از حد مورد نیاز خود نشان دادند. همچنین استفاده ازMUF تأثیر مطلوبی بر روی خواص فیزیکی تخته‌ها خواهد داشت [۸].

استفاده از ضایعات چوب مانند قطعات کناره‌بری و پشت‌لا، ضایعات روکش و لایه، تراشه، خرده‌های ناشی از رنده‌کاری و غیره توجه کارشناسان صنایع چوب و متخصصان اقتصادی دنیا را به خود جلب نموده است. ازجمله این ضایعات می‌توان خاک اره را نام برد که مقدار آن در شاخه‌های مختلف صنایع چوب کشور قابل ملاحظه می‌باشد. هر چند که مقداری از این مواد در زمستان به مصرف سوخت می‌رسند اما در سایر فصول فضای زیادی از کارخانه‌ها را اشغال کرده و مشکل زیادی را برای دفع آن ایجاد می‌کند. از این رو استفاده بهینه از این ماده طبیعی تجدید شونده یک ضرورت قطعی به شمار می‌آید. از طرفی لاستیک‌های بسیار زیادی در جهان تولید می‌شود و امکان دفع این زباله‌ها در محیط زیست وجود ندارد؛ زیرا تایر با سرعت بسیار کمی تجزیه می‌شود؛ و آلودگی‌های زیادی تولید می‌نماید. یکی از راه‌های تجزیه این مواد، سوختن آن‌ها است. اما گاز حاصل از سوختن، آلودگی‌های زیادی به دنبال دارد. بنابراین استفاده بهینه از این ضایعات به یک ضرورت تبدیل شده است لذا انجام این تحقیق ضروری می‌باشد. مطابق با موارد ذکر شده هدف از این پژوهش بررسی خواص مکانیکی پانل ساندوچی سبک و تعیین حد مطلوب نسبت‌های چسب ملامین/ اوره فرمالدهید و همچنین خاک اره به ضایعات لاستیک است.

مواد و روش ها

در این پژوهش به منظور ساخت پانل ساندویچی سبک، از خاک اره و ضایعات لاستیک برای مغزی و لایه صنوبر برای رویه استفاده شده است. خاک اره و ضایعات لاستیک در سه سطح (۱۰۰:۰، ۹۰:۱۰ و ۸۰:۲۰) با همدیگر مخلوط و استفاده شد. به منظور چسباندن خاک اره و ضایعات لاستیک از سه نسبت چسب اوره- ملامین فرمالدهید (۹۰:۱۰، ۸۰:۲۰ و ۷۰:۳۰) استفاده شد. دمای پرس هم در سه سطح (۱۶۰، ۱۷۰ و ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد) و فشار پرس ۳۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع و زمان ۲۰ دقیقه برای هر تخته استفاده شد. بنابراین ۲۷ تیمار

www.SID.ir

Archive of SID

وجود دارد که هر کدام با سه تکرار انجام گرفته و در کل ۸۴ پانل ساخته شد (شکل ۱). مواد استفاده شده به شرح زیر است:

خاک اره مورد استفاده از مخلوط گونه ها بود و برای خشک شدن به مدت ۲ هفته در هوای آزاد قرار داده شد تا به رطوبت ۶ درصد برسد. رطوبت خرده‌ها با استفاده از اتو اندازه‌گیری شد. و با الک شماره ۳۵ دانه‌بندی شد. ضایعات لاستیک از شرکت مهرفانه تجارت تهران با ابعاد ۲۰ مش فراهم شد. لایه صنوبر از بازار تهران تهیه شد. لایه‌ها با دستگاه لوله‌بر به ضخامت ۲ میلی‌متر از بازار شهرستان آمل خریداری شد. رطوبت لایه‌ها هنگام خرید ۸ درصد بود. لایه‌ها به ابعاد ۳۰ × ۶۰ سانتی‌متر برش خوردند و آماده استفاده شدند. چسب اوره فرمالدهید و چسب ملامین فرمالدهید به صورت مایع از کارخانه چسب‌سازی سامد مشهد تهیه و با نسبت‌های ذکر شده با هم مخلوط و با استفاده از هاردنر (به میزان ۲ درصد وزن خشک چسب) در ساخت پانل‌ها استفاده شد. جدول ۱ مشخصات رزین‌های به کار رفته در سطوح لایه‌ها را به اختصار نشان می‌دهد.

جدول ۱- ویژگی رزین‌های استفاده شده

	دانسیته (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	ویسکوزیته (سانتی‌پوآز)	زمان ژله ای شدن (ثانیه)	PH
اوره فرمالدهید	۱/۲۷	۳۵۰	۵۵	۷/۶
ملامین فرمالدهید	۱/۲۱	۴۴۵	۵۸	۹/۱

ساخت پانل ساندویچی

بعد از تهیه مواد، ابتدا لایه مغزی پانل ساندویچی با ابعاد ۲۱ × ۳۰۰ × ۶۰۰ میلی متر ساخته شد. بدین منظور خاک اره و ضایعات لاستیک با نسبت های مذکور مخلوط شده و در دستگاه همزن آزمایشگاهی ریخته شد و با سرعت ۲۰۰۰ دور بر دقیقه کاملا به طور فیزیکی با هم مخلوط شدند. سپس مخلوط حاصل چسب‌زنی شد، و به صورت دستی در یک قالب به ابعاد ۶۰ × ۳۰ سانتیمتر کیک ریخته شد. سپس کیک به داخل پرس منتقل گردید. زمان پرس و میزان فشار اعمال شده توسط پرس به ترتیب ۲۰ دقیقه و ۳۰ کیلوگرم بر سانتی متر مربع بود. دانسیته همه تخته‌ها نیز ۰/۵ گرم بر سانتی متر مکعب ثابت در نظر گرفته شد. بعد از ساخت مغزی (لایه میانی)، تخته‌ها با لایه صنوبر روکش شدند. پس از مالیدن رزین بر روی سطوح لایه‌های رویی و زیرین، لایه مغزی (تخته ساخته شده) در بین لایی‌ها مونتاژ گردید. لازم به توضیح است که برای چسباندن لایی به مغزی تخته‌ها فقط از رزین اوره فرمالدهید به میزان ۱۵۰ گرم بر متر مربع به صورت خط چسب یک طرفه استفاده شد. پس از مونتاژ لایه مغزی و لایه‌های صنوبر آغشته به چسب، تخته به داخل پرس انتقال داده شد. دمای پرس، زمان پرس و میزان فشار اعمال شده توسط پرس در این مرحله به ترتیب ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد، ۱۵ دقیقه و ۳۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع بود. به دلیل پایین بودن دانسیته لایه مغزی و حفظ اتصالات از پیش تشکیل شده لایه مغزی، از دو شابلون ۲۵ میلی‌متری استفاده شد. درنهایت بعد از خروج تخته‌ها از پرس، پانل‌ها به مدت دو هفته در شرایط آزمایشگاهی به منظور رسیدن رطوبت تخته به حد تعادل با محیط، قرار داده شد و سپس برای تهیه نمونه‌های آزمونی برش خوردند و آماده شدند.

آزمون های مکانیکی

با توجه به اینکه در برخی از موارد پانل‌های ساندویچی نقش دیوار باربر را دارند، در این پانل‌ها مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته، چسبندگی داخلی و مقاومت به فشار موازی الیاف از ضروریات کار است که باید اندازه‌گیری شود. در آیین نامه‌های منتشر شدهٔ استاندارد آمریکا نیز این گروه از مقاومت‌ها به عنوان آزمون‌های اصلی معرفی شده است. بنابراین متناسب با هدف و استاندارد آمریکا آزمون‌های چسبندگی داخلی و مقاومت به خمش و مدول الاستیسیته و مقاومت به فشار متناسب با کاربرد این پانل در این تحقیق مد نظر قرار گرفت. نمونه‌های آزمون مکانیکی با استفاده از دستگاه تست مکانیکی (HounSFIELD-H25KS) گروه صنایع چوب دانشگاه زابل با سه تکرار

www.SID.ir

Archive of SID

آزمایش شدند. نمونه‌های مدول گسیختگی و مدول الاستیسیته مطابق استاندارد ASTM C393 [۹] و با طول و عرض به ترتیب ۶۰ و ۱۰ سانتی‌متر با سرعت بارگذاری ۵ میلی‌متر بر دقیقه آزمایش شدند. نمونه‌های چسبندگی داخلی مطابق استاندارد ASTM D1037 [۱۰] به ابعاد ۵ سانتی‌متر و با سرعت بارگذاری ۱ میلی‌متر بر دقیقه آزمایش شدند. نمونه‌های فشار موازی الیاف مطابق استاندارد ASTM C364 [۱۱] و با طول و عرض به ترتیب ۱۵ و ۵ سانتی‌متر و با سرعت بارگذاری ۲ میلی‌متر بر دقیقه آزمایش شدند. تجزیه و تحلیل آماری بر اساس طرح کاملا تصادفی در قالب آزمون فاکتوریل برای تعیین اختلاف معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد و با استفاده از نرم افزار (SPSS) نسخه ۱۶ انجام گرفت و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد.

شکل ۱- پانل‌های ساندویچی ساخته شده

نتایج و بحث

نتایج تجزیه و تحلیل آماری به صورت خلاصه در جدول ۱ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، در اکثر مواقع تاثیرات مستقل و متقابل فاکتورهای مورد مطالعه بر روی آزمون‌ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دار بود. تاثیرات مستقل فاکتورهای مورد مطالعه بر چسبندگی داخلی پانل‌های ساندویچی در شکل ۲ نشان داده شده است. که با افزایش دمای پرس تا ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد، چسبندگی داخلی افزایش یافت، افزایش دمای پرس تا حدی سبب بهبود اتصالات بین چسب و خرده چوب می‌شود، با افزایش دما تا ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد، چسبندگی داخلی کاهش یافت، می‌توان انتظار داشت که در دماهای بالا اتصالات بین چسب و خرده چوب و همچنین اتصالات متیلنی در داخل خود چسب خصوصاً در رزین ملامین فرمالدهید از بین برود (شکل ۲). با افزایش نسبت رزین ملامین به اوره فرمالدهید تا ۲۰ درصد، چسبندگی داخلی افزایش یافت و افزودن بیشتر رزین ملامین فرمالدهید تاثیری بر چسبندگی داخلی پانل‌های ساندویچی نداشت. شمسیان و همکاران (۲۰۱۶) در بررسی تاثیر نسبت رزین ملاین به اوره فرمالدهید بر خصوصیات مکانیکی پانل‌های ساندویچی ساخته شده از ساقه آفتابگردان دریافتند که افزایش نسبت رزین ملامین به اوره فرمالدهید موجب افزایش چسبندگی داخلی پانل‌ها گردید [۱۲]. همچنین با افزایش میزان لاستیک تا ۱۰ درصد چسبندگی داخلی افزایش یافت ولی افزودن مقادیر بیشتر لاستیک تا ۲۰ درصد باعث کاهش چسبندگی داخلی گردید. غفرانی و ربیعی (۲۰۰۸) برای ساخت تخته‌های مرکب خود، از تایر اتومبیل در سطوح صفر، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد استفاده کردند و دریافتند که درصد اختلاط پودر لاستیک بر روی خواص فیزیکی و مکانیکی تخته مرکب تأثیر دارد و افزایش درصد پودر لاستیک چسبندگی داخلی را کاهش می‌دهد.

www.SID.ir

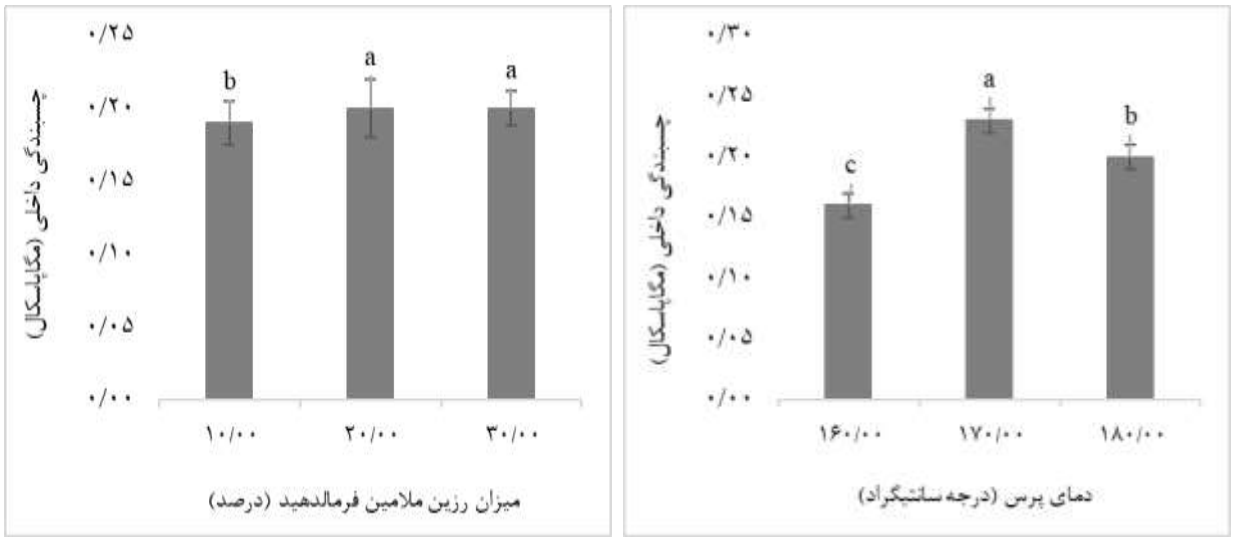
Archive of SID

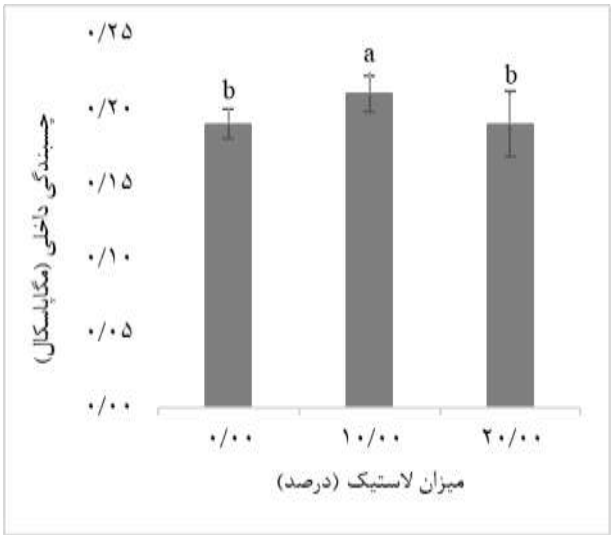
دلیل کاهش چسبندگی داخلی در این تحقیق شاید بخاطر فاصله زیاد بین مقادیر کاربرد لاستیک باشد. اما یک نقطه اشتراک در این تحقیق و پژوهش ذکر شده وجود دارد و آن این است که در سطوح ۲۰ درصد و بیشتر، چسبندگی داخلی کاهش یافت [۱۳]. مطابق با استاندارد ملی آمریکا، میزان چسبندگی داخلی پانل‌های سبک با دانسیته کمتر از ۰/۶۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب باید ۰/۱۵ مگاپاسکال باشد. در این تحقیق، تقریبا تمامی تیمارها چسبندگی داخلی بالای استاندارد داشتند [۱۴؛ ۱۵].

جدول ۲- مقدار F و سطح معنی‌داری حاصل از تجزیه واریانس

آزمون	حرارت پرس (A)	رزین (B)	لاستیک (C)	A×B	A×C	B×C	A×B×C
چسبندگی داخلی	۲۴۷/۸۷۴**	۳/۹۱۹ *	۲۹/۰۷۴ **	۳/۵۰۷ **	۲۶/۲۶۳ **	۳/۷۰۷ *	۴/۰۱۳ **
مدول گسیختگی	۴۸/۸۱۰ **	۱۵/۰۳۴ **	۴۷/۰۵۳ **	۴/۹۵۵ **	۱/۲۳۴ n.s	۲/۷۸۷ *	۱/۴۳۳ n.s
مدول الاستیسیته	۲۱۵/۹۰۹**	۱۴۰/۸۸۱**	۱۰۷/۹۱۹**	۱۹/۲۲۴ **	۲/۱۹۴ n.s	۲/۵۲۳ *	۰/۴۸۰ n.s
فشار موازی با الیاف	۴۲۵/۵۴۷**	۵۳/۷۳۴ **	۲۰۲/۲۳۳**	۱۴/۱۶۸ **	۱/۷۷۶ n.s	۲/۸۴۰ *	۵/۴۸۹ **

n.s (غیر معنی‌دار)، * (معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد)، ** (معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۹ درصد)



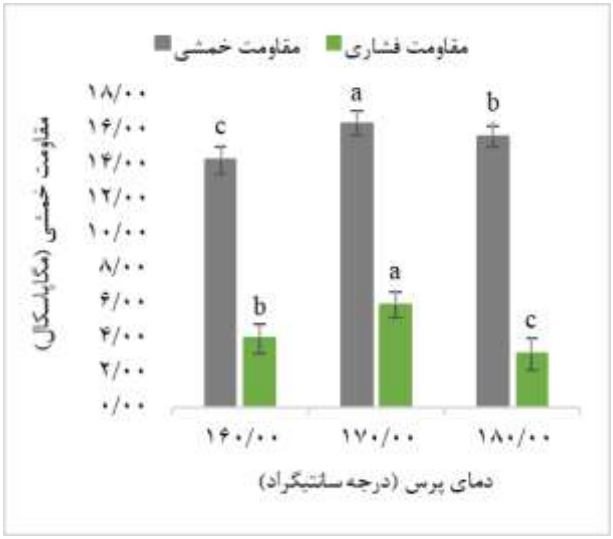


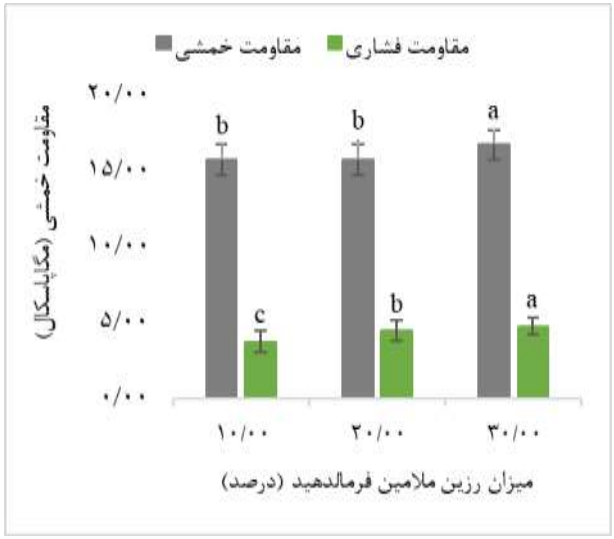
شکل ۲- تاثیر مستقل فاکتورهای مورد مطالعه بر چسبندگی داخلی پانل‌های ساندویچی

www.SID.ir

Archive of SID

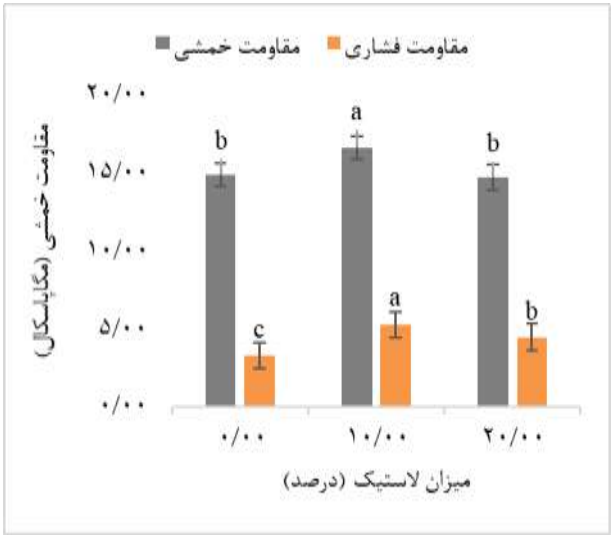
تاثیر مستقل فاکتورهای مورد مطالعه بر مقاومت خمشی و مقاومت فشاری پانل‌های ساندویچی در شکل ۳ نشان داده شده است. بر اساس این شکل، مقاومت خمشی و مقاومت فشاری با افزایش دمای پرس تا ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد افزایش یافت، اما افزایش بیشتر دمای پرس تا ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد باعث کاهش این خواص شد. با افزایش نسبت رزین ملامین به اوره فرمالدهید، مقاومت خمشی و مقاومت فشاری افزایش یافت. با افزایش میزان لاستیک تا ۱۰ درصد مقاومت خمشی و مقاومت فشاری افزایش یافت اما افزودن مقادیر بیشتر لاستیک تا ۲۰ درصد باعث کاهش این خواص شد. استفاده از لایه صنوبر در سطوح پانل ساندویچی سبب جبران مقاومت خمشی احتمالا پایین لایه میانی شد و مطابق با استاندارد گفته شده مقدار مقاومت خمشی پانل‌های ساندویچی با دانسیته کمتر از ۰٫۶۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب، ۵ مگاپاسکال است [۱۵]. افزایش خواص مکانیکی پانل‌های ساندویچی، در اثر افزایش نسبت رزین ملامین به اوره فرم آلدهید را می‌توان به بیشتر بودن تعداد گروه‌های آمین در رزین ملامین فرم آلدهید نسبت داد. به طوری که رزین ملامین فرم آلدهید سه گروه آمین و رزین اوره فرم آلدهید دو گروه آمین دارد. پیوندهای آمین بسیار محکم هستند و به راحتی هیدرولیز و شکسته نمی‌شوند و هر چه تعداد گروه‌های آمین در چسب بیشتر باشد، پیوندهای برقرار شده بیشتر و محکم‌تر خواهد بود [۱۴؛ ۱۶]. رزین‌های آمینی به وسیله حرارت سخت می‌شوند، بنابراین وظیفه حرارت پرس ایجاد پیوندهای قوی بین گروه‌های آمینی چسب و به نوبه آن سخت و محکم کردن اجزای چندسازه حاصل از آن است. از این‌رو افزایش چسبندگی داخلی و مقاومت خمشی پانل‌های ساندویچی در اثر افزایش دمای پرس تا ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد را می‌توان به محکم شدن رزین‌های آمینی نسبت داد و کاهش این خواص در اثر افزایش دمای پرس تا ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد را می‌توان به تخریب گروه‌های آمینی به واسطه دمای زیاد پرس نسبت داد. با افزایش لاستیک تا ۱۰ درصد به دلیل افزایش دانسیته می‌توان انتظار داشت که خواص مکانیکی افزایش یابد. با افزایش لاستیک تا ۲۰ درصد خواص مکانیکی به دلیل تداخل ذرات لاستیک با ذرات چوب کاهش یافت. وقتی درصد وزنی ذرات لاستیک در چندسازه افزایش می‌یابد با قرار گرفتن در بین ذرات چوب و رزین از کارایی رزین می‌کاهد [۱۶]. غفرانی و ربیعی (۲۰۰۸) برای ساخت تخته‌های مرکب خود، از تایر اتومبیل در سطوح صفر، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد استفاده کردند و دریافتند که افزایش درصد پودر لاستیک مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته خمشی را کاهش می‌دهد [۱۳].





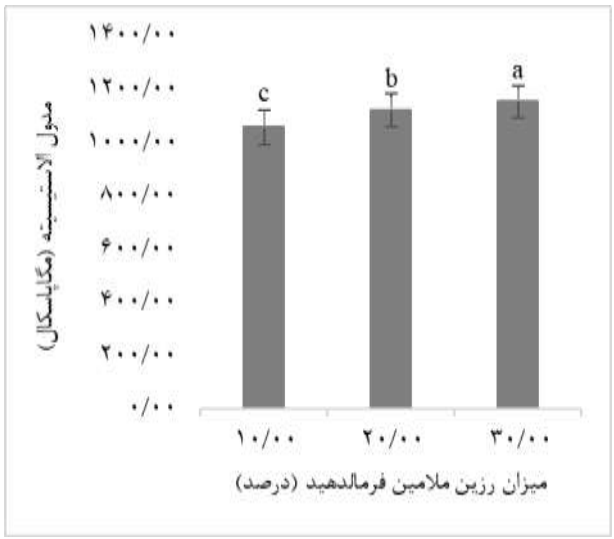
www.SID.ir

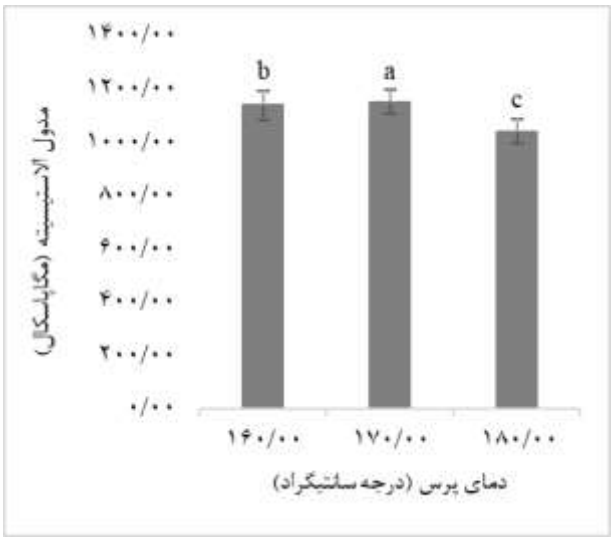
Archive of SID



شکل ۳- تاثیر مستقل فاکتورهای مورد مطالعه بر مقاومت خمشی و مقاومت فشاری پانل‌های ساندویچی

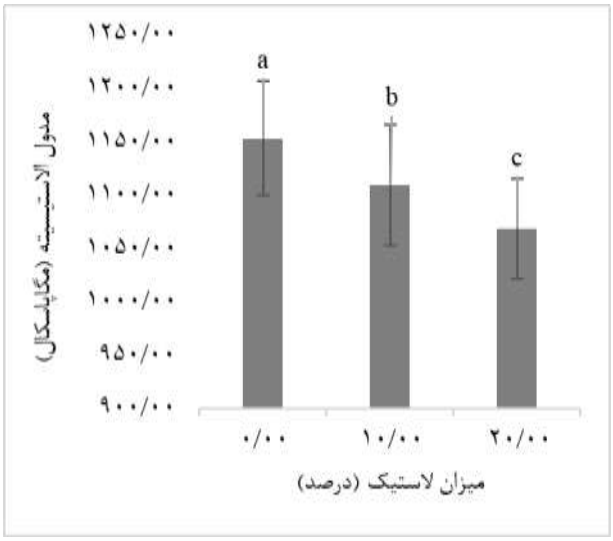
تاثیر مستقل فاکتورهای مورد مطالعه بر مدول الاستیسیته پانل‌های ساندویچی در شکل ۴ نشان داده شده است. مطابق با استاندارد گفته شده مقدار مدول الاستیسیته پانل‌های ساندویچی با دانسیته کمتر از ۰٫۶۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب، ۵۵۰ مگاپاسکال است [۹]. با افزایش حرارت پرس تا ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد مدول الاستیسیته افزایش و سپس با افزایش دما تا ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد کاهش یافت. با افزایش نسبت رزین ملامین به اوره فرمالدهید مدول الاستیسیته افزایش یافت. با افزایش میزان لاستیک، مدول الاستیسیته کاهش یافت. از نظر علم مکانیک، مدول الاستیسیته نسبت تنش به کرنش در ناحیه خطی می‌باشد. هر ماده‌ایی که بتواند تنش زیادی را در مقابل تغییر مکان اندک تحمل کند مدول الاستیسیته بالایی دارد مثل چدن و هر ماده‌ایی که تغییر طول زیادی در مقابل تنش‌های اندک داشته باشد لاستیک نیز مدول الاستیسیته کمی دارد. از این‌رو افزایش میزان لاستیک در پانل‌های ساندویچی به دلیل این که لاستیک مدول الاستیسیته پایینی دارد منجر به کاهش مدول الاستیسیته پانل‌های ساندویچی شد [۱۷].





www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴- تاثیر مستقل فاکتورهای مورد مطالعه بر مدول الاستیسیته پانل‌های ساندویچی

نتیجه‌گیری

در این تحقیق تاثیر مقدار لاستیک و نسبت رزین ملامین فرمالدهید به اوره فرمالدهید و همچنین دمای پرس بررسی گردید، نتایج نشان داد که دمای پرس ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد بهترین سطح دما از لحاظ بهبود خواص مکانیکی در پانل‌های ساندویچی بود. افزودن ۲۰ درصد رزین ملامین فرمالدهید موجب افزایش حداکثری خواص مکانیکی شد. افزایش میزان لاستیک تا ۱۰ درصد موجب افزایش حداکثری مقاومت فشاری، مقاومت خمشی و چسبندگی داخلی شد و تخته‌های فاقد لاستیک حداکثر مدول الاستیسیته را داشتند.

منابع

[1] Ghofrani, M., Pishan, S. and Talaei, A., 2014. The effect of core type and skin on the mechanical properties of lightweight sandwich Panels. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research, 28(4): 720-731. (In Persian).

[2] Rahimi, G, H. and Rahmani, R., 2014. Pitch effect on flexural behavior of sandwich structure with composite skins and a corrugated combinatorial core with trapezoidal geometry. Iranian Journal of Department of Mechanical Engineering, Tarbiat Modares University, 14(5): 194-202. (In Persian).

[3] Bitzer, T., 1997. Honeycomb Technology, Materials, Design, Manufacturing, Application and Testing, Chapman and Hall. New York. pp:1-199.

[4] Wang D., 2006. Compression breakage properties research on the honeycomb, paperboard Packaging Engineering. vol.27. Issue , pp: 37–39.

[5] Shalbafan, A., Luedtke, J., Welling , J. and Thoemen, H., 2011. Comparison of foam core materials in innovative lightweight wood-based panels. DOI 10.1007/s00107-011-0552-0.

[6] Jabbari, M, Effect of layer type and resin type on the mechanical properties of sandwich panel made of Honeycomb Paper. Master Science thesis. Islamic Azad university Chalous Branch. (In Persian).

[7] Tohmura , S., Inoue, A. and Sahari, S. H., 2001. Influence of the melamine content in melamine-ureaformaldehyde resins on formaldehyde emission and cured resin structure. Journal of Wood Science, 47(6): 451-457.

www.SID.ir

Archive of SID

[8] Colak, S., G. Colakoglu., I. Aydin. and H. Kalayycioglu., 2007. Effects of steaming process on some properties of Eucalyptus particleboard bonded with UF and MUF adhesives. Building and environment, 42: 304-309.

[9] ASTM., 2004. Standard test method for flexural properties of sandwich constructions, Annual book of ASTM standard, C 393-00, 2004.

[10] ASTM., 2004. Standard test methods for evaluating properties of wood-based fiber and particle panel materials, Annual Book of ASTM Standard, D 1037-99, 1999.

[11] ASTM., 2004. Standard test method for edgewise compressive strength of sandwich constructions, Annual Book of ASTM Standard, C 364-99, 1999.

[12] Shamsian, M., Sokhandan, T., Mansouri, H.R. and Bayat Kashkoli, A., 2016. Mechanical Properties of a Light Weight Wood Base Sandwich Panel Made From Sunflower Stalks and Poplar Layer Scrap. Journal Forest and Wood Products, 69(1): 199-214.

[13] Ghofrani, M. and Rabiei, A., 2008. Study of the Physical and Mechanical Properties of Composite Boards Made of a Mixture of Poplar Chips and Recycled Tires. ENVIRONMENTAL SCIENCES, 6(1): 123-129.

[14] Saffari, M., Jabbari, M., Najafi, A., Tatari, A. and Ghaffari, M., 2013. The effect of face and adhesive types on mechanical properties of sandwich panels made from honeycomb paper. Iranian Journal of Wood and Paper Industries, 4(2): 157-169.

[15] Amerian Natinal Standard for Particleboard. Composite panel association, Gaithersburg, A208.1, 1999.

[16] Tasooji, M., Tabarsa, T. and Mohamadi, A., 2010. Manufacturing of wheat straw particleboards based on the mixture of MF and UF resins. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research, 25(2): 291-301.

[17] Ismaeilimoghadam, S., Shamsian, M., Bayat Kashkoli, A. and Kord, B., 2015. Evaluation of effect of Nano SiO2 on the physical, mechanical and morphological properties of hybrid Nano composite from polypropylene-wood flour. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research, 30(2): 266-277.

www.SID.ir

Archive of SID

Mechanical properties of light weight sandwich panel made from sawdust and waste rubber

Abstract

In current study, the sandwich panels were made by using the urea/melamine formaldehyde resin/with different ratio (90:10, 80:20, and 70:30). In addition, the sawdust and rubber waste with the ratio of (100:0, 90:10, 80:20) were added to produce final composite. The press temperature was used at160, 170 and 180 °C respectively. Populous layers with 2 mm thickness were also pressed on the surface of the panels. Flexural strength, modulus of elasticity, internal bonding, and compression parallel to the grain tests were characterized in accordance with the ASTM standard C393, D1037 and C364, respectively. The results of the mechanical properties were investigated by analysis of the variance and averages of groups with Duncan's multiple range tests with 95% confidence level. The results showed that the sandwich panels had highest mechanical properties at temperature of 170 ° C. Furthermore, by adding the 30% of melamine formaldehyde resin the mechanical properties of sandwich panels were improved. Increasing the rubber waste up to 10% percent illustrated a maximum increase in compressive strength, flexural strength, and internal bonding while the samples without rubber waste increased the maximum modulus of elasticity.

Keywords: sandwich panel, light weight panel, sawdust, waste rubber.

M. Shamsian[1]
A. Shahreki[2*]
T. Hemati[3]
B. Nosrati Sheshkal[4]
A. Bayat kashkoli[5]

[1] Associate Prof., Department of wood and paper science and technology, University of Zabol, Zabol, Iran

[2] Ph.D. student of wood composite products, Zabol university, Zabol, Iran

[3] Ph.D. student of wood composite products, Zabol university, Zabol, Iran

[4] Associate Prof., Department of wood and paper science and technology, University of Zabol, Zabol, Iran

[5] Associate Prof., Department of wood and paper science and technology, University of Zabol, Zabol, Iran

Corresponding author:

shahreki.afsaneh68@yahoo.com

Received: 2019/02/27
Accepted: 2019/06/26

www.SID.ir