نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل
جلد بیست و دوم، شماره چهارم، ۱۳۹٤
http://jwfst.gau.ac.ir

سَبُک‌سازی تخته‌خرده‌چوب با استفاده از پلی استایرن منبسط شده

*سمانه میر[۱]، سعیدرضا فرخ‌پیام[۲]، مرتضی ناظریان[۲] و حمیدرضا منصوری[۲]

[۱]دانش‌آموخته مقطع کارشناسی‌ارشد گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه زابل،
[۲]استادیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه زابل

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۰/۲۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹٤/۰۱/۳۰

چکیده

سابقه و هدف: به‌طور کلی فرآورده‌های چوبی نسبت به دیگر مصالح دارای وزن کمتری می‌باشند. با این وجود متخصصین صنعت چوب به جهت کاهش هزینه‌های تولید، حمل و نقل و اثرات زیانبار زیست‌محیطی در صدد پایین آوردن وزن این فرآورده‌ها می‌باشند. مدت زمان زیادی نیست که سبک‌سازی با به‌کارگیری و جایگزینی مواد سبک وزن در ساختار محصولات مرکب چوبی ذهن پژوهشگران را به خود مشغول کرده است. پلیمرهای منبسط شده فوق سبک می‌تواند نقش مقداری از چوب را تا آنجا که خصوصیات مقاومتی فرآورده آسیب نبیند، بازی کنند. در این مطالعه امکان به‌کارگیری پلیمر پلی استایرن منبسط شده (EPS) به‌منظور کاهش دانسیته نهایی تخته بررسی شد. این کار پژوهشی بر روی کاهش وزن تخته‌خرده‌چوب به مقدار قابل توجه، با حفظ مقاومت چسبندگی داخلی متمرکز شده است.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش پلیمر پلی استایرن منبسط شده (EPS) به شکل خرده‌های کروی شکل، جهت کاهش وزن لایه مغزی تخته با درصدی از خرده‌های چوب، در حالی‌که اندازه ضخامت محصول نهایی حفظ می‌شود، جایگزین می‌گردد. تخته‌های آزمایشی با ضخامت ۲۵ میلی‌متر و ۳۰ دصد وزن کمتر نسبت به تخته‌های معمول، تحت تیمارهایی مرکب از عوامل نوع چسب، درصد وزنی

*مسئول مکاتبه: samane_mir@yahoo.com

خرده‌های پلی استایرن، و دمای پرس ساخته شدند. ترکیب ایده آل بر اساس بهترین نتایج آزمون‌های مقاومت مکانیکی، جذب آب، چسبندگی داخلی و ظرفیت نگهداری میخ و پیچ انتخاب شدند.
یافته‌ها: نتایج حاصل از آزمون چسبندگی داخلی نشان داد که افزایش میزان گرانول‌های پلی استایرن فوم شده و دمای پرس تأثیر منفی بر این ویژگی داشته است. اندازه‌گیری مقاومت خمشی و مدول‌الاستیسیته و نتایج حاصل از تحلیل داده‌ها همچنین نشان داد که با افزایش دما و درصد پلی استایرن مقاومت خمشی و مدول‌الاستیسیته بهبود می‌یابند. بیشترین مقاومت نگهداری پیچ به تخته‌های ساخته شده با ۱ درصد پلی استایرن اختصاص داشت و تغییرات دما اثر معنی‌داری بر این مقاومت نداشت. تخته‌های ساخته شده با ۵ درصد پلی استایرن منبسط شده مطلوب‌ترین میزان واکشیدگی ضخامت و جذب آب را از خود نشان دادند.
نتیجه‌گیری: به‌طور کلی ثابت شد حذف مقدار تعیین شده خرده‌چوب از لایه میانی و جایگزینی پلی استایرن در این لایه، هدف اولیه این پژوهش یعنی کاهش ۳۰ درصد وزن کلی تخته توام با حفظ ظاهر فیزیکی تخته محقق گردیده است. همچنین تخته‌های حاوی پلی استایرن منبسط شده با توجه به کاربردی که برای این فرآورده تعریف شده است مقاومت‌هایی در حد قابل قبول ارائه می‌دهند.

واژه‌های کلیدی: تخته‌خرده‌چوب سبک، پلی استایرن منبسط شده، دمای پرس، خواص فیزیکی و مکانیکی

مقدمه

طی سال‌های اخیر واژه پانل‌های چوبی سبک شده از مرحله ایده، تئوری‌سازی و آزمایشگاه قدم به عرصه صنعت گذاشته است. در اولین نگاه، این فرآورده‌ها با وزن کمتر و کاهش در مصرف ماده چوبی و یا لیگنوسلولزی، سازگاری خوبی با محیط زیست از خود نشان می‌دهند. در بحث تولید فرآورده‌های سبک وزن چوبی تولید پانل‌های ساندویچی بیشترین آمار را به خود اختصاص داده است. یک پانل ساندویچی چوبی شامل دو ورق سطحی یکسان است که به‌وسیله یک هسته ضخیم و سبک از هم جدا شده‌اند (وینسون، ۱۹۹۹؛ آلن، ۱۹٦۹). ایده سبک کردن پانل‌های چوبی تنها به استفاده از لایه‌های مغزی سبک در سازه محدود نشده، بلکه مخلوط کردن مستقیم خرده‌های چوب با مواد سبک‌تر جهت تولید فرآورده‌های مرکبی همانند تخته خرده‌چوب با وزنی کمتر نیز از مرحله آزمایشگاه به تولید

صنعتی رسیده که منجر به پیدایش دسته‌ای از محصولات به نام پانل‌های ترکیبی شده است. اما در رابطه با به کارگیری مواد غیر چوبی بسیار سبک (مانند پلیمرهای منبسط شونده) در بافت پانل برای کاهش وزن فرآورده‌های مرکب چوبی از جمله تخته خرده چوب اطلاعات علمی گزارش شده زیادی در دسترس نیست و در بیشتر موارد استفاده از گونه‌های سبک وزن و استفاده از پلیمرها به‌عنوان جایگزینی برای چسب به چشم می‌خورد. از جمله فرآورده‌های مرکب چوبی که به‌دلیل سنگینی وزن محدودیت کاربرد دارند تخته خرده چوب است که بیش از ۸۵ درصدوزن آن را خرده‌چوب تشکیل می‌دهد که در حال حاضر عمدتاً از چوب‌های هیزمی، سرشاخه‌های باغی و چوب آلاتی با درجه پایین تأمین می‌شود. دانسیته یکی از مشخصات بحرانی این فرآورده چوبی است که بسیاری از خصوصیات فیزیکی و مکانیکی تخته مستقیماً به آن وابسته است و همواره در پروژه‌های تحقیقاتی جای ویژه خود را داشته است. مسلمی در سال ۱۹۷٤ به بررسی اثر دانسیته گونه چوبی بر روی مقاومت خمشی تخته خرده‌چوب پرداخت و گزارش نمود که در هر دامنه از جرم مخصوص تخته، افزایش دانسیته گونه چوبی، کاهش مقاومت خمشی را به دنبال دارد. همچنین ارزیابی میزان اثرگذاری افزایش تراکم جرم تخته و میزان چسب بر روی ویژگی‌های تخته خرده‌چوب، نشان داد که با افزایش تراکم جرم تخته از ۵۲۰ به ۷۲۰ کیلوگرم بر مترمکعب مقاومت و مدول خمشی تخته‌ها افزایش یافته و پایداری ابعاد آن‌ها بهبود می‌یابد (اصلاح و همکاران، ۲۰۱۱). در سال ۲۰۰۵ هیزیروقلو و همکاران، اثر تراکم جرم تخته در چهار سطح ۰/٤، ۰/۵، ۰/٦۵، ۰/۷۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب بر ویژگی‌های تخته خرده‌چوب ساخته شده از سدر قرمز را بررسی و عنوان داشتند که دانسیته مهمترین عامل تأثیرگذار بر ویژگی‌های تخته خرده‌چوب بوده و استفاده از رزین اوره فرمالدئید به میزان بیش از ۷ درصد ویژگی‌های سطح را بهبود می‌بخشد. بررسی اثرافزایش تراکم جرم تخته خرده‌چوب عایق ساخته شده از گونه صنوبر از ۰/۳۵ به ۰/۵ گرم بر سانتی‌مترمکعب، مقاومت و مدول خمشی و همچنین مقاومت چسبندگی درونی را افزایش می‌دهد (نوربخش و کارگرفرد، ۱۳۸۵). افزایش دانسیته به‌دلیل افزایش سطح تماس بین خرده‌چوب‌ها و پیوندهای ایجاد شده بین آن‌ها باعث بهبود خواص تخته می‌گردد. در مناطقی که هزینه ماده اولیه چوبی پایین باشد، اقتصادی‌ترین راه جهت بهبود خواص پانل تخته خرده‌چوب افزایش دانسیته در محدوده قابل قبول می‌باشد، ولی افزایش وزن تخته مشکلات گوناگونی را در جابه‌جایی، برش و ماشین‌کاری به‌وجود می‌آورد و هزینه‌های حمل و نقل تخته و محصولات تولید شده با آن را افزایش می‌دهد (دوست‌حسینی، ۱۳۸٦). پارسا پژوه (۱۳٦۳) گزارش نمود زمانی‌که تخته خرده‌چوب از گونه

سبک ساخته شود خاصیت چسبندگی داخلی بین ذرات بهتر می‌شود، مقاومت کششی افزایش یافته و میزان جذب آب و واکشیدگی ضخامت تخته تقلیل می‌یابد. نتایج حاصل از بررسی انجام شده توسط گولر و اوزن در سال ۲۰۰٤ در رابطه با خواص تخته خرده‌چوب ساخته شده از ساقه پنبه نشان داده است که استفاده از این ماده لیگنوسلولزی در تولید تخته خرده‌چوب امکان‌پذیر بوده و تخته‌های تولید شده با دانسیته‌ای بین ۰/٦ تا ۰/۷ در حد استاندارد بوده است. در نتیجه دانسیته به‌عنوان یک عامل تأثیر گذار بر ویژگی‌های تخته خرده‌چوب مطرح است، به گونه‌ای که با افزایش آن مقاومت‌های مکانیکی افزایش می‌یابد، به همین علت افزایش دانسیته به جهت افزایش میزان فشردگی باعث ایجاد اتصال قوی‌تری بین خرده‌چوب‌ها می‌گردد.

اگرچه کاهش دانسیته بر روی خصوصیات مکانیکی چوب تأثیر نامطلوبی به‌جای می‌گذارد، اما در فضای صنعتی تمایل شدید به کاهش وزن فرآورده‌های چوبی احساس می‌شود. مصرف کمتر چوب کمک به شرایط حساس محیط‌زیست ایران و کاهش هزینه ماده اولیه کرده و جابجایی راحت‌تر و ارزان‌تر سازه‌ها را در پی خواهد داشت. بدیهی است که تلاش‌های اولیه برای دستیابی به‌این منظور در مقایسه با تخته‌های مرسوم نمی‌تواند همه اهداف را پوشش دهد. در نهایت هدف از انجام این پژوهش حذف مقدار قابل توجهی از خرده چوب و جایگزین کردن آن با یک پلیمر منبسط شده فوق‌العاده سبک برای ساخت تخته خرده‌چوب در ضخامت‌های اسمی ۲۵ میلی‌متر است. آنچه در مرحله نخست این پروژه موردنظر بوده است تأمین چسبندگی لازم (در حد استاندارد) بین خرده‌های چوب و گرانول‌های منبسط شده پلی استایرن و شکل‌گیری تخته بوده است که در این مقاله به آن پرداخته می‌شود. مرحله دوم این کار تحقیقاتی عبارت از افزایش قدرت خط چسب بین اجزای تخته است، تا سایر مقاومت‌های آن نیز حدود مجاز را تأمین نمایند.

مواد و روش‌ها

در این بررسی با استفاده از خرده‌چوب صنعتی (مخلوط گونه‌ها) کارخانه گنبد واقع در استان گلستان و پلیمر پلی استایرن منبسط شده که از کارخانه پلاستوفوم نیمروز زاهدان تهیه شد و چسب اوره فرمالدهید اقدام به ساخت تخته خرده چوب سه لایه، گردید. پلی استایرن منبسط شده در شکل گرانول‌های کروی شکل قبل از این‌که تحت فشار بخار آب به یکدیگر متصل شوند از کارخانه تهیه و در این آزمایش مصرف می‌شوند. خصوصیات گرانول استفاده شده در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱- مشخصات گرانول پلی استایرن.

Table 1. Characteristicsof expanded polystyrenegranules.

نوع Type	فرمول شیمیایی Chemical formula	دانسیته Density (g/cm^3)	نقطه ذوب Melting point (°C)	ضریب هدایت حرارتی Thermal conductivity (W/(m·K))	قطر ذرات Particle diameter (mm)
Zkf302	$(C_8H_8)_n$	۰/۰۳۵	۲٤۰	۰/۰۳-۰/۰۸	٤-٥

چسب اوره فرمالدئید به‌صورت پودر از کارخانه چسب صامد مشهد تهیه شد. میزان پلی استایرن به‌کار رفته شده در سه سطح ۱، ۳ و ۵ درصد وزن خرده چوب حذف شده از لایه میانی و دمای پرس در سه سطح ۱٤۰، ۱۵۵ و ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد به‌عنوان عوامل متغیر این تحقیق در نظر گرفته شدند و سایر عوامل تولید شامل فرم و ابعاد ذرات به‌کار رفته، نوع رزین، سرعت بسته شدن دهانه پرس، زمان و فشار اعمال شده در پرس، عوامل ثابت این پژوهش بودند. به جهت افزایش سرعت گیرایی رزین در لایه میانی تخته از سولفات آمونیوم به‌صورت محلول ۳۳ درصد به‌میزان ۲ درصد وزن خشک چسب استفاده گردید. دانسیته کلی تخته ٤۵۰ کیلوگرم بر مترمکعب در نظر گرفته شد. خرده چوب‌های لایه زیری و رویی بر اساس دانسیته معمول این صنعت ٦۵۰ کیلوگرم بر مترمکعب اندازه‌گیری و کاهش وزن تنها در لایه میانی اعمال گردید. بدین ترتیب ابتدا خرده‌چوب‌های مربوط به لایه سطحی در دستگاه چسب زن، چسب‌زنی شدند، سپس خرده‌چوب‌های لایه میانی با پلی استایرن منبسط شده مخلوط گردیدند و بعد از آن عمل چسب‌زنی برای لایه میانی تخته صورت گرفت. عملیات لایه‌ریزی کیک خرده‌چوب به‌صورت دستی و با دقت انجام شد و کیک آماده شده در ابعاد ۳۰×٤۵ سانتی‌متر توسط پرس هیدرولیک آزمایشگاهی و با فشار ۳۷ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع تا ضخامت ۲۵ میلی‌متر فشرده شد. تخته‌های حاصل به جهت متعادل‌سازی برای مدت یک هفته در دمای ۲۵ درجه و رطوبت ٦۵ درصد در محیط کارگاه قرار داده شدند. چسبندگی داخلی، ویژگی‌های فیزیکی (جذب آب و واکشیدگی ضخامت) و سایر وخصوصیات مکانیکی (مقاومت خمشی، مدول‌الاستیسیته، ظرفیت نگهداری پیچ) مطابق با استانداردهای EN 319، EN 310 و EN 317، ASTM D1037 اندازه‌گیری شدند. به‌منظور مشخص کردن تأثیر متفاوت شرایط مختلف درصد پلی استایرن و دمای پرس، میزان اختلاف با استفاده از روش تجزیه واریانس تعیین شد و سطح معنی‌دار

بودن اثر عامل متغیر بر مقاومت‌های مختلف تعیین گردید. آزمون آماری مورد استفاده طرح بلوک کاملاً تصادفی، فاکتوریل براساس روش دانکن بود.

نتایج

جدول ۲ نتایج حاصل از تجزیه واریانس اثرات مستقل و متقابل عوامل متغیر تحقیق بر مقاومت‌های تخته حاصل و سطح معنی‌دار بودن عوامل متغیر را نشان می‌دهد.

جدول ۲- تجزیه واریانس اثرات مستقل و متقابل پلی استایرن و دمای پرس بر روی خصوصیات فیزیکی و مکانیکی (مقدار F و سطح معنی‌داری).

Table 2. Analysis of varianceeffects of EPS conetnt, press temperature and the interactionson thephysical and mechanical properties (F-value andsignificance level).

متغیر Variable	چسبندگی داخلی Internal bonding (MPa)	مقاومت خمشی Flexural strength (MPa)	مدول‌الاستیسیته MOE (MPa)	قدرت نگهداری پیچ Screw withdrawal strength (MPa)	واکشیدگی ضخامت Thickness swelling		جذب آب Water absorption	
					۲h	۲٤h	۲h	۲٤h
پلی استایرن EPS	۱۱/۸۲۹**	٤/۲٥۳*	٦/٤۲۳**	۲/۷۷۲^{ns}	۲/٥۰٦^{ns}	۱/٥۳۱^{ns}	۹/۰٥۷**	۳٤/۹٥٤**
دمای پرس Press temperature	٥/۲۹۱**	۲/۱٦۷^{ns}	۲/٤۹۹^{ns}	۱/٤٥٦^{ns}	۸/۲۲۷**	۰/۸۸۲^{ns}	٤/۳۷٤**	۰/٦۰٦^{ns}
پلی‌استایرن× دمای پرس EPS×PT	۱/۱۲۱^{ns}	۰/۲٦٦^{ns}	٤/۱٦۱^{ns}	۳/۹۸۰**	۳/٦٦٦**	۲/۲٥**	۱/٦۷۹^{ns}	۳/۳۸۷**

سطح معنی‌داری ** ۹۹ درصد، * ۹٥ درصد، ^{ns} عدم معنی‌داری

با توجه به ارقام موجود در جدول ۲ مشخص می‌گردد که بین میانگین مقاومت خمشی تخته‌های ساخته شده در درصدهای مختلف پلی‌استایرن تفاوت معنی‌داری در سطح ۹٥ درصد وجود دارد. تأثیر مستقل درصد پلی استایرن و دمای پرس بر روی چسبندگی داخلی، جذب آب بعد از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب و مدول‌الاستیسیته در سطح ۹۹ درصد معنی‌دار بوده است. جدول ۲ نشان می‌دهد تأثیر درصد پلی استایرن بر دو مقاومت واکشیدگی ضخامت و قدرت نگهداری پیچ معنی‌دار نبود.

تأثیر پلی استایرن و مقدار آن بر خصوصیات فیزیکی و مکانیکی تخته: نتایج آزمون چسبندگی داخلی تخته‌های تولید شده نشان داد حضور این ماده مقاومت‌هایی در حد استاندارد 319EN ایجاد

خواهد نمود. با توجه به این‌که چسبندگی داخلی کیفیت اتصالات میان چسب، خرده چوب و پلی استایرن در لایه میانی تخته را نشان می‌دهد، افزایش این مقاومت نشان‌دهنده سازگاری قابل قبول این سه عامل در تخته تولید شده می‌باشد (شکل ۱). از این رو چگونگی کیفیت این ویژگی حتی بر ویژگی‌های فیزیکی تخته خرده‌چوب مانند جذب آب لایه میانی و واکشیدگی ضخامت تخته اثر می‌گذارد، در نتیجه مهم‌ترین فاکتور مورد بررسی این تحقیق چسبندگی داخلی می‌باشد.

شکل ۱- نمایی از پلیمر و خرده‌چوب در تخته ساخته شده.

Figure 1. EPS granuls and wood particles in core layer.

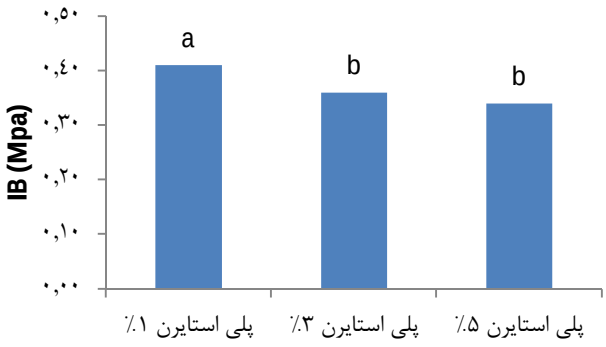
وجود پلی استایرن نه تنها نتیجه خوبی بر بازده چسبندگی داخلی تخته‌ها در مقایسه با استانداردهای بین‌المللی داشت، بلکه در زمان واکنش‌پذیری چسب در هنگام پرس در مقایسه با تخته‌های عادی هیچ‌گونه اثر منفی از خود نشان نداد.

جدول ۳. میانگین مقاومت‌های تخته با درصدهای مختلف پلی استایرن.

Table 3. The average strength of the boards in different EPS content.

درصد پلی استایرن EPS content (%)	چسبندگی داخلی Internal bonding (MPa)	مقاومت خمشی Flextural strength (MPa)	مدول‌الاستیسیته MOE (MPa)	قدرت نگهداری پیچ Screw withdrawal strength (MPa)	واکشیدگی ضخامت Thickness swelling		جذب آب Water absorption	
					۲ ساعت	۲۴ ساعت	۲ ساعت	۲۴ ساعت
۱	۰/۴۱	۵/۳۶	۵۵۶/۱۰	۴۹/۱۲	۷/۹۹	۸/۸۴	۷۸/۸۳	۹۳/۲۰
۳	۰/۳۶	۵/۸۵	۵۸۲/۰۱	۴۸/۰۰	۷/۹۷	۸/۶۵	۷۶/۱۷	۸۹/۵۸
۵	۰/۳۵	۵/۷۷	۶۱۵/۹۸	۴۶/۸۴	۷/۵۴	۸/۴۲	۷۲/۳۳	۸۲/۹۱

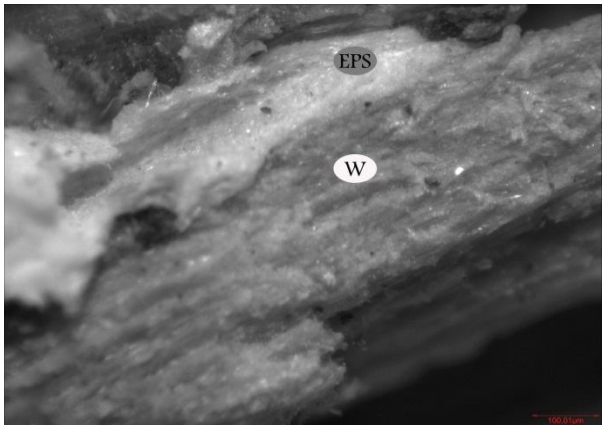
مطابق آنچه در جدول ۳ مشاهده می‌شود بیشترین مقاومت چسبندگی داخلی معادل ۰/٤۱ مگاپاسکال مربوط به تخته‌هایی است که در آن‌ها از ۱ درصد پلی استایرن منبسط شده استفاده گردید و کمترین میزان چسبندگی داخلی برابر (۰/۳۵ مگاپاسکال) و مختص تخته‌هایی است که از ۵ درصد پلی استایرن منبسط شده در آن استفاده شده است. در شکل ۲ اثر درصد پلی استایرن به‌کار رفته بر روی چسبندگی داخلی قابل مشاهده است.



شکل ۲- اثر درصد پلی استایرن بر روی چسبندگی داخلی.

Figure 2. The effect of EPS content on internal bonding.

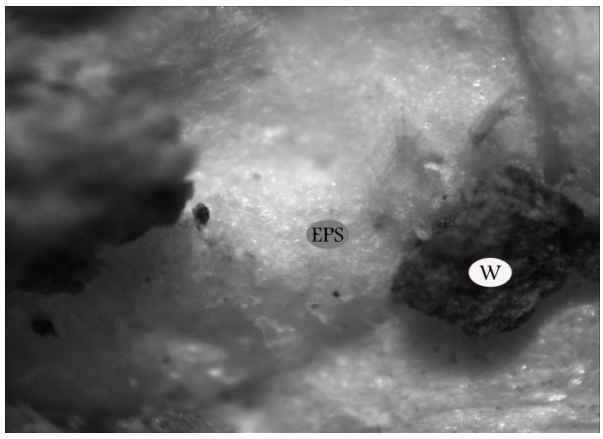
شکل ۳ تصویر میکروسکوپی از لایه میانی تخته‌ای با ۱ درصد پلیمر را نشان می‌دهد. در بخشی از تصویر مشاهده می‌شود که چسبندگی میان پلیمر و خرده‌چوب به خوبی شکل گرفته است.



شکل ۳- چسبندگی پلیمر و خرده‌چوب در لایه میانی.

Figure 3. Adhesion of EPS and wood particles in core layer.

شکل ٤ ضخامت لایه پلیمری، در درصدهای بالای این پلیمر را در داخل لایه میانی نشان می‌دهد. با افزایش این ضخامت برخی از خصوصیات تخته همانند چسبندگی داخلی کاهش و برخی دیگر از خصوصیات همانند مدول‌الاستیسیته و مقاومت خمشی افزایش نشان دادند با توجه به میانگین داده‌های حاصل از تحقیق، تخته‌های حاصل از ٥ درصد پلی استایرن نسبت به تخته‌های حاصل از دو سطح دیگر پلی استایرن منبسط شده مدول‌الاستیسیته بیشتری (٦١٥/٩٨ مگاپاسکال) دارا هستند. به‌کارگیری میزان بیشتر پلیمر به‌دلیل کاهش سختی لایه میانی تخته باعث می‌شود قدرت نگهداری پیچ در آن کاهش پیدا کند. با توجه به میانگین مقاومت مربوط به قدرت نگهداری پیچ که در جدول ٣ ارائه شده است، مشاهده می‌شود که بیش‌ترین قدرت نگهداری پیچ معادل ٤٩/١٢ مگاپاسکال و مربوط به زمانی است که از ١ درصد پلی استایرن انبساطی استفاده شده است. دلیل آن‌را سطح تماس و درگیری کمتر چوب با سطوح دندانه دار پیچ می‌توان عنوان کرد.

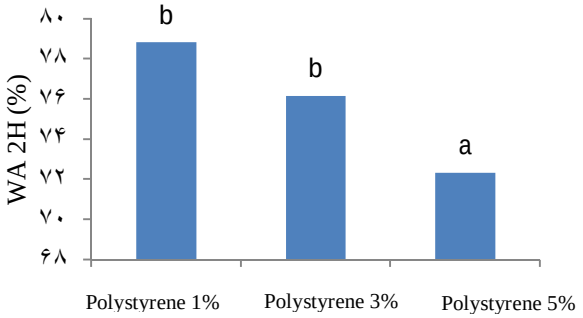


شکل ٤- تصویر میکروسکوپی از خرده‌چوب احاطه شده با بیشترین درصد پلی استایرن.

Figure 4. Microscopicimageofwood particlessurrounded bythe largest percentage ofpolystyrene.

نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که در درصدهای متفاوت استفاده از پلی استایرن منبسط شده، تغییرات واکشیدگی ضخامت در زمان ٢ و ٢٤ ساعت غوطه‌وری در آب معنی‌دار نیست. همان‌طوری که از میانگین تغییرات میزان واکشیدگی ضخامت در مقادیر متفاوت درصد پلی استایرن مشخص می‌شود با اضافه شدن پلی استایرن واکشیدگی ضخامت کم شده است به نحوی که کمترین واکشیدگی ضخامت (در زمان ٢ ساعت ٧/٥٤ درصد و در زمان ٢٤ ساعت غوطه‌وری در آب ٨/٤٢ درصد)

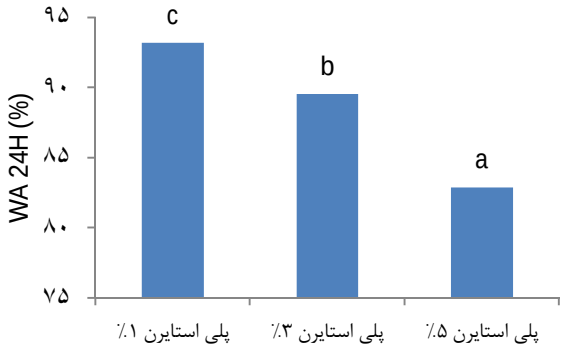
مربوط به تخته خرده‌چوب حاوی ۵ درصد پلی استایرن منبسط شده است (جدول ۲). در شکل‌های ۵ و ٦ اثر درصد پلی استایرن منبسط شده بر روی جذب آب بعد از ۲ و ۲٤ ساعت غوطه‌وری در آب قابل مشاهده است.



شکل ۵- اثر درصد پلی استایرن بر روی جذب آب بعد از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب.

Figure 5. The effect of EPS content on the water absorption after 2 hours immersion.

کمترین میزان جذب آب بعد از ۲ و ۲٤ ساعت غوطه‌وری در آب به‌ترتیب ۷۲/۳۳ و ۸۲/۹۲ درصد مربوط به تخته ساخته شده با ۵ درصد پلی استایرن منبسط شده می‌باشد و بیشترین میزان جذب آب بعد از ۲ و ۲٤ ساعت غوطه‌وری در آب به‌ترتیب ۷۸/۸۳ و ۹۳/۲۰ درصد و متعلق به تخته ساخته شده با ۱ درصد پلی استایرن منبسط شده می‌باشد (شکل ٦). با توجه به آب گریز بودن پلیمر منبسط شده پلی استایرن این تخته‌ها نسبت به تخته‌های مرسوم جذب آب کمتری از خود نشان می‌دهند و با افزایش مقدار پلی استایرن، خرده چوب‌ها بیشتر در محاصره آن قرار گرفته و دسترسی چوب به آب را به حداقل می‌رساند.



شکل ٦- اثر درصد پلی استایرن بر روی جذب آب بعد از ۲۰۰٤ ساعت غوطه‌وری در آب.

Figure 6. The effect of EPS content on the water absorption after 24 hours immersion.

تأثیر دو فاکتور مقدار پلی استایرن و دمای پرس بر مقاومت‌های تخته: از آن‌جایی که پلی استایرن در حالت منبسط شده تحت تأثیر حرارت‌های بالا تغییر شکل داده و از صلبیت آن کاسته می‌شود و همچنین با توجه به خصوصیات عایقی این پلیمر، تأثیر متقابل دما و مقدار پلی استایرن در این پژوهش نیز مورد بررسی قرار گرفت.

جدول ٤- میانگین مقاومت‌های تخته در شرایط مختلف درصد پلی استایرن و دمای پرس.

Table 4. Averagestrength of the boardin different EPS content and presstemperatures.

درصد پلی استایرن EPS content (%)	دمای پرس Press temperature	چسبندگی داخلی Internal bonding (MPa)	مقاومت خمشی Flextural strength (MPa)	مدول الاستیسیته MOE (MPa)	قدرت نگهداری پیچ Screw withderwal strength (MPa)	واکشیدگی ضخامت Thickness swelling		جذب آب Water absorption	
						۲ ساعت	۲٤ ساعت	۲ ساعت	۲٤ ساعت
۱	۱٤۰	۰/٤۳	۵/۱٤	۵۲۲/۷۱	۵۰۰/۱۸	۸/۳٦	۸/٦۷	۷٦/٦۵	۹۱/٦٤
	۱۵۵	۰/٤۰	۵/۵۰	۵٦۰/۱٤	٤۸٦	۷/۳۵	۹/۱۱	۸۰/۱۷	۹٤/۷۹
	۱۷۰	۰/٤۰	۵/۵۵	۵۵۵/٤٤	٤٦۹/۵٦	۸/۱۹	۸/۷۵	۷۹/٦۷	۹۳/۱٦
۳	۱٤۰	۰/۳۷	۵/۷۰	۵۷٤/۸۲	٤۷۱/٤۷	۷/٦۵	۸/۱۲	۷۳/٦۲	۸۹/۱۳
	۱۵۵	۰/۳۸	۵/۸٦	٦۰۵/۷۰	٤۹٦/۸	۸/۰۹	۹/۲۷	۷۳/۲٦	۸٦/۲٦
	۱۷۰	۰/۳٤	۵/۸٤	۵٦۵/٤۹	۵۱۰/٤۰	۸/۲۲	۸/۵۵	۸۱/٦٤	۸۳/۳٤
۵	۱٤۰	۰/۳۹	۵/٤۹	۵۷۰/۱۸	٤٤۱/۰۷	۷/۳٦	۸/٦۲	۷۱/۲٦	۸۳/۰٤
	۱۵۵	۰/۳۵	٦/۰۰	۵۸۸/٦۰	٤۹۳/۳۳	٦/۷٦	۷/۵٤	۷۲/۲۰	۸٤/۳
	۱۷۰	۰/۳۱	۵/۸۱	٦۸۹/۱۷	٤۷۱/٦۹	۸/۵۱	۹/۰۹	۷۳/۵۳	۸۱/٤۰

با توجه به نتایج تدوین شده در جدول ٤ مشخص می‌شود که تأثیر متقابل دو عامل مقدار پلی استایرن و دمای پرس بر خصوصیات فیزیکی و مکانیکی چوب چندان قابل ملاحظه نمی‌تواند باشد. بیشترین مقدار چسبندگی داخلی ۰/٤۳ مگاپاسکال که مربوط به تیمار سطح دمای ١٤٠ درجه سانتی‌گراد و میزان ۱ درصد پلی استایرن بوده و همچنین کمترین مقدار چسبندگی داخلی ۰/۳۱ مگاپاسکال مربوط به تخته دمای ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد و میزان ۵ درصد پلی استایرن بوده است.

بحث و نتیجه‌گیری

با مقایسه نتایج مقاومت چسبندگی داخلی تخته‌های آزمایشی با استانداردهای بین‌المللی (EN319: ۰/۲۵ مگاپاسکال) مشخص شد که کاهش دانسیته به اندازه ۳۰ درصد و افزودن پلی استایرن منبسط شده به بافت تخته به‌این خصوصیت تخته لطمه‌ای وارد نکرده و در برخی مواقع موجب افزایش آن شده است. اما افزایش درصد پلی استایرن در تخته موجب کاهش چسبندگی داخلی شده است. با افزایش پلی استایرن منبسط شده و با توجه به دانسیته بسیار پایین آن (افزایش تصاعدی حجم نسبت به وزن)، مقدار سطح جاذب چسب افزایش یافته و سهم خرده‌های چوب از چسب کم می‌شود و از آن‌جایی که خط چسبندگی بین خرده‌های چوب از خط چسبندگی بین چوب- پلیمر و پلیمر- پلیمر بیشتر است، شاهد روند نزولی چسبندگی داخلی هستیم.

در مرحله نخست پژوهش اگرچه با کم شدن دانسیته شاهد کاهش مقاومت خمشی تخته هستیم، اما در این دامنه با افزایش دانسیته فوم پلی استایرن منبسط شده، مقاومت خمشی از خود افزایش نشان می‌دهد. در نتیجه افزایش مقدار پلی استایرن از ۱ درصد به ۳ و ۵ درصد موجب بالا رفتن دانسیته این ماده در داخل تخته شده که این نیز منجر به افزایش مقاومت خمشی نواحی پراکنده حاوی پلی فوم شده که مجموع آن‌ها نهایتاً کمک به بهبود مقاومت خمشی و مدول‌الاستیسیته کلی کامپوزیت می‌کند. همچنین افزایش مقدار پلیمر به شدت از مقدار خلل و فرج ناشی از حذف خرده چوب در لایه میانی می‌کاهد و باعث فشردگی بیشتر تخته و افزایش مقاومت خمشی آن می‌شود. از طرف دیگر به‌طور کلی پذیرفته شده است که خصوصیات مکانیکی فوم‌های پلی استایرنی شدیداً با افزایش دانسیته بهبود پیدا می‌کند. اگر چه رفتار ورق‌های پلی استایرنی همانند سایر مواد مرکب نیست (اولریچ، ۱۹۹۳).

افزودن پلیمر آبگریز پلی استایرن منبسط شده در لایه میانی تخته میزان واکشیدگی ضخامت و جذب آب تخته‌ها را به‌طور قابل ملاحضه‌ای کاهش داده است. لازم به ذکر است میزان ماده چوبی به

کار رفته در تخته بر میزان جذب آب تخته اثر معنی‌داری دارد، با افزایش مقدار ماده چوبی جذب آب افزایش می‌یابد (کارگر فرد و همکاران، ۱۳۸۵). پلی استایرن از مشتقات نفتی می‌باشد به‌همین دلیل خصوصیات آبدوستی چوب را ندارد و هیچ‌گونه واکنشی در برابر آب ندارد (امیدوار، ۱۳۸۸). در نتیجه افزایش میزان پلیمر پلی استایرن منبسط شده باعث بهبود مقاومت به جذب آب تخته خواهد شد.

تأثیر برهمکنش دو عامل مقدار پلی استایرن و دمای پرس بر اکثر خصوصیات تخته‌های آزمایشی معنی‌دار نبود. با مقایسه گرانول‌های پلی استایرن پیش و پس از ساخت تخته، مشاهده شد که افزایش دما تا ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد در شکل ظاهری و وضعیت هندسی گرانول‌ها تغییری ایجاد نکرده است. همچنین پراکنش مناسب پلی استایرن در بافت لایه میانی حداقل مانع را برای انتقال حرارت در ضخامت تخته ایجاد کرده است، به‌طوری که عمل پلیمریزاسیون چسب در عمق تخته نیز انجام شده است. تأثیر افزایش حرارت بر روی پلی استایرن که قابلیت چسبندگی سطحی پلی استایرن را در حالت عادی افزایش می‌دهد در کنار چروکیدکی سطحی ناشی از گرما و ضریب کم انتقال حرارت این پلیمر، نتایج بر همکنشی این دو عامل را کمی پراکنده و بدون روندی قاطع در افزایش و یا کاهش آن‌ها نشان داده است.

کاربری‌های جدید برای این محصول مرکب چوب و پلیمر منبسط شونده مانند پارتیشن‌های غیر باربر، تخته‌های عایق، اجزایی از سازه‌های مبلمان که تحت بارهای سنگین قرار نمی‌گیرند و اهداف دکوراتیو دارند، متناسب با نتایج استخراج شده از تخته‌های آزمایشی تعریف شده‌اند. ضخامت زیاد این محصول می‌تواند آن‌را جایگزین خوبی برای پانل‌های ساندویچی، حفره دار و لانه زنبوری کند، خصوصا هنگامی‌که نیاز به استحکام بیشتر و پیچ خوری محصولات احساس می‌شود. به هرحال با توجه به کاهش منابع چوبی و آسیب‌پذیرتر شدن اکوسیستم‌های طبیعی، افزایش قیمت چوب و مواد لیگنوسلولزی و تمایل به سبک کردن سازه‌های چوبی، روی آوردن بخش صنعت برای استفاده از مواد سبک در بافت تخته که با رزین‌های مورد استفاده سازگاری داشته باشند، اجتناب‌ناپذیر است. به‌زودی استفاده از پلیمرهای منبسط شده فوق‌العاده سبک راه خود را به صنایع ایرانی نیز پیدا کرده که این تحقیق پنجره‌ای بر این اتفاق گشوده است.

منابع

1.Allen, H.G. 1969. Analysis and design of structural sandwich panels. Pergamon, Oxford.
2.Doost Hoseini, K. 2005. Production and Application Technology of wooden pressed plates. Tehran University Press. Vol. 2. (In Persian)
3.Eslah, F., Enayati, A., Faezipour, M., and Tajvidi, M. 2011. Investigation the Effect of Increasing Board Density and Amount of UF Resin on Particleboard Properties. Journal of Wood and Paper. 2: 1-10.
4.Guler, C., and Ozen, R. 2004. Some properties of particleboards made from cotton stalks (Gossypiumhirsitum L.), HolzRohWerkst, 62: 40-43.
5.Hiziroglu, S., Jarusombuti, S., Fuengrivat, V., Bauchongkol, P., Soontonbura, W., and Darapak, T. 2005. Properties of bamboo- rice straw- eucalyptus composite panels. Forest Prod. J. 55(12): 221-225.
6.Kargarfard, A., Nourbakhsh, A., and Golbabaei, F. 2006. Investigation on utilization of cotton stalk in particleboard production. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research Vol. 21 No.(2)
7.Moslemi, A. 1974. Particleboard, Vols. 1 and 2. Southern Illinois Univ. Georgia, Pp: 67-75.
8.Noorbakhsh, A.E., Hoeinzade, K., Doosthoseini, A., Karegarfard, M., and Radkiyanpoor. 2003. Wood particleboard Making use of wastes backs up a beech wood. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research, 2: 119-129. (In Persian)
9.Omidvar, A. 2009. Wood– polymer composite. Gorgan university of Agricultural Scinces and Natural Resources. 127p.
10.Parsapaju, D. 1994. Wood Technology. Tehran University Press. 404p. (In Persian)
11.Ulrich, H. 1993. Introduction to Industrial Polymers, 2ed, New York: Hanser, Pp: 61-62
12.Vinson, J. 1999. The behavior of sandwich structures of isotropic and composite materials. Technomicpublishing co. In. lancoster,

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 22 (4), 2016
http://jwfst.gau.ac.ir

Light weight particle board using expanded polystyrene

***S. Mir[1], S.R. Farrokhpayam[2], M. Nazerian[2] and H.R. Mansouri[2]**
[1]M.Sc. Applicant, Dept. of Wood Science and Technology, University of Zabol, Iran,
[2]Assistant, Prof, Dept. of Wood and Paper Science and Technology, University of Zabol, Iran
Received: ; Accepted:

Abstract

Background and objectives: In general, wood-based materials have a lower weight than other materials. However, to reducethe cost of production, transportation and the harmful effects of environmental, wood in dustry engineer sinterested in weight loss products. Recently, using ofl ightweight materialsin the composite wood products as an alternative hasoccupiedthe minds of researchers. ultra-light weight expanded polymerscan play the role of some wood in a composites far as the strength of the board is notreduced. In this study,the possibility of applying expanded polystyrene (EPS) to reduce the final density of particleboard were investigated. Theresearch was focused on reducing of particleboard weight with a minimum of resistance reduction.

Materials and methods: In this studythe expanded polystyrene particles (EPS) in the form of small spherical shape,to reduce the weight of the core layerof partileboard were replaced. While, thethickness ofthe final productis maintained. The final product thickness of 25 mm in size does not change. Testboardswith a thickness of 25 mm and weighs 30 percen tless than conventional boards, under thetre atments of adhesives, polystyrene content, and press temperatures were fabricated.

Results: The result of internal bonding test showed that increasing the content of foam polystyrene granules and press temperature has a negative impact on the property. The results clearly showed increasing of press temperature and EPS content caused modulus of rapture and modulus of elasticity was improved. No significant difference was found on the effect of press temperature on screw withdrawal strength while the highest of this strength was found on the panels made with 1 percent EPS contain. Particleboard made with 5 % Expanded polystyrene showed most favorable percent thickness swelling and water absorption.

Conclusion: Generally, removing a partial of wood particles from core layer and replacement of EPS to make available reducing weight with keeping physical characteristics was successful. The expanded polystyrene with the considering applications for this product in the first stage showed the acceptable resistance.

Keywords: Lightweight Particleboard, Expanded Polystyrene, Pressing Temperature, Physical and Mechanical Properties.

*Corresponding author: samane_mir@yahoo.com