

بررسی امکان ساخت تخته تراشه جهت‌دار (OSB) از چوب ممرز

عباس تمجیدی^۱، محمدمهدی فائزی پور^{۲*}، کاظم دوست حسینی^۳، قنبر ابراهیمی^۳ و حبیب اله خادمی اسلام^۴

۱- دانش‌آموخته دکترای تخصصی، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲* - نویسنده مسئول، استاد، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران، پست الکترونیک: mfaezi@ut.ac.ir

۳- استاد، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

۴- استاد، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۹۷

تاریخ دریافت: آذر ۱۳۹۷

چکیده

در این تحقیق امکان ساخت تخته تراشه جهت‌دار سه لایه از چوب گونه ممرز (*Carpinus betulus L.*) ارزیابی شد. برای این منظور تخته‌های آزمایشگاهی به ضخامت ۱۲ میلی‌متر از چوب ممرز، درحالی‌که جهت تراشه‌های لایه سطحی در جهت طول تخته و جهت تراشه‌های لایه میانی عمود بر لایه سطحی بود، با استفاده از دو سطح زمان پرس ۶ و ۸ دقیقه و سه سطح حرارت پرس ۱۸۰، ۲۰۰ و ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد ساخته شدند. در کلیه تیمارها، دانسیته تخته‌ها ۰/۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب، رطوبت کبک ۷ درصد و نوع چسب مصرفی فنل فرمالدئید به میزان ۷ درصد وزن خشک چوب بود. خواص مکانیکی و فیزیکی تخته‌های آزمایشی بر پایه استاندارد اروپایی (EN 300) برای تولید تخته تراشه جهت‌دار ارزیابی شد. نتایج حاصل نشان داد که افزایش زمان پرس اثر معنی‌داری بر چسبندگی داخلی و همچنین اثر بسیار معنی‌داری بر واکنشیدگی ضخامت ۲۴ ساعت تخته‌ها داشت. افزایش حرارت پرس نیز اثر معنی‌داری بر مدول گسیختگی و همچنین اثر بسیار معنی‌داری بر چسبندگی داخلی و واکنشیدگی ضخامت ۲۴ ساعت تخته‌ها داشت. به طوری‌که در مجموع بیشترین مقادیر مدول گسیختگی و چسبندگی داخلی و همچنین کمترین واکنشیدگی ضخامت ۲۴ ساعت در زمان پرس ۸ دقیقه و حرارت پرس ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد به دست آمد و در این حالت تمامی خصوصیات تخته‌های تولیدشده بیشتر از حد استاندارد مورد نیاز بود.

واژه‌های کلیدی: تخته تراشه جهت‌دار (OSB)، ممرز، زمان پرس، حرارت پرس، فنل فرمالدئید.

مقدمه

می‌باشد (Nourbakhsh et al., 2009). بنابراین تولید محصولات چوبی که با استفاده از منابع اولیه موجود به دست آیند ولی خصوصیات کیفی بالایی داشته باشند از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

تخته تراشه چوب جهت‌دار (OSB) یکی از همین فراورده‌ها می‌باشد که در تولید آن خرده چوب‌هایی با شکل هندسی مناسب به نام تراشه و تکنیک‌های لایه‌ای کردن و

در کشور ایران به دلیل محدود بودن سطح جنگلها و همچنین واقع شدن همین منابع محدود جنگلی در دامنه‌های شیب‌دار تأمین مواد اولیه مناسب برای صنایع مختلف چوبی دچار مشکل بوده، از سویی به دلیل افزایش روزافزون جمعیت، تقاضا برای تولید محصولات چوبی به ویژه محصولاتی که مصارف ساختمانی دارند در حال افزایش

مصرف‌کنندگان از ویژگی‌های تکنولوژیکی ممرز، این گونه از ارزش صنعتی کمی برخوردار بوده است اما امروزه با مشخص شدن قابلیت‌ها و ویژگی‌های چوب ممرز و همچنین قابلیت دسترسی فراوان آن به همراه انقلاب صنعتی و پیدایش دستگاه‌ها و تکنولوژی‌های پیشرفته که امکان کاربرد هر گونه چوبی و غیرچوبی را در صنعت فراهم می‌سازد، کاربرد این گونه مهم نیز در صنایع مختلف رو به افزایش است. از سویی در سال‌های اخیر با توجه به فراوانی گونه‌های پهن‌برگ سنگین در نواحی مختلف جهان پژوهش‌های گسترده‌ای برای استفاده مطلوب‌تر از این گونه‌ها در صنایع مختلف چوب و کاغذ انجام شده و یا در حال انجام است. این پژوهش‌ها توانسته‌اند با شناخت و از میان بردن مشکلات کاربرد چوب‌های سنگین، زمینه مصرف آنها را در صنایع پانل‌های چوبی نیز گسترش دهند.

Jahan Latibari و همکاران (۱۹۹۶) در تحقیقی به بررسی تأثیر شرایط پلیمر شدن بر مقاومت اتصال رزین اوره‌فرمالدئید در تخته خرده چوب ممرز پرداختند و بیان کردند که بهترین تخته خرده چوب ممرز در ترکیب شرایط ساخت، رطوبت کیک ۱۳ درصد، حرارت پرس ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد و زمان پرس ۶ دقیقه خواهد بود.

Jahan Latibari و همکاران (۱۹۹۷) در تحقیقی ظرفیت بافرکنندگی و اسیدیته چوب ممرز را به همراه چوب‌های صنعتی دیگر تعیین کردند و بیان کردند که PH چوب ممرز ۵/۱۹ و ظرفیت بافرکنندگی قلیایی آن ۰/۰۳۲۵ و ظرفیت بافرکنندگی اسیدی آن ۰/۰۱۳۱ می‌باشد. PH پوست ممرز نیز ۵/۳۶ است.

Doosthoseini و Parsapajouh (۱۹۹۷) به بررسی تغییرات خواص فیزیکی و طول الیاف چوب گونه ممرز در محورهای شعاعی و طولی درخت پرداختند و میانگین کل رطوبت درختان ممرز مورد مطالعه را ۶۸/۷۷ درصد، میانگین کل جرم ویژه خشک را ۰/۷۵۲ گرم بر سانتی‌متر مکعب و میانگین کل هم‌کشیدگی حجمی را ۱۷/۵۴ درصد و میانگین کل طول الیاف را ۱۴۷۴/۷۴ میکرون اندازه‌گیری کردند.

جهت‌دار کردن ذرات چوب بکار می‌رود، از این‌رو امکان تولید پانلهای ساختمانی با خواص کاربردی برابر و حتی بالاتر از استانداردهای ساختمان را با استفاده از مواد اولیه ارزان قیمت ممکن می‌سازد. OSB علاوه بر مصرف به صورت پانلهای ساختمانی، در تولید مبلمان، تیرهای I شکل، قفسه، پالت، قرقره، آستر تریلی، کف‌پوش، جعبه و وسایل بسته‌بندی بکار می‌رود (Biblis, 1985; Lam, 2001; Rebollar et al., 2007; Akrami et al., 2014a,b; Tamjidi et al., 2016). یکی دیگر از کاربردهای OSB استفاده از آن در ساخت پانلهای ساختمانی عایق (SIP) می‌باشد که به آسانی قابل نصب و استفاده است و خواص عایق‌سازی مناسبی در برابر صدا و حرارت دارد (SBA, 2005).

تحقیقات فراوانی در رابطه با عوامل تأثیرگذار بر روی خواص کاربردی تخته تراشه جهت‌دار به منظور بهبود خواص محصول نهایی و اقتصادی نمودن این فراورده نسبت به مراحل آغازین تولید آن انجام شده است (Canadido et al., 1988; Suzuki et al., 2000; Mendes et al., 2003; Dick, 2009; Thoemen et al., 2010; Ciobanu et al., 2014). در این بین تحقیق روی مواد اولیه جایگزین (مانند گونه‌های جنگلی کم‌مصرف) و شرایط بهینه ساخت می‌تواند نقش مهمی را در فرایند تولید صنعتی OSB در آینده ایفا کند (Banoun et al., 1984; Stanton et al., 2002; Tamjidi et al., 2016; Jime'nez et al., 2005; Kargarfard, 2018). Akrami و همکاران (۲۰۱۴ b) طی تحقیقی در مورد تخته تراشه جهت‌دار، پیدا کردن مواد خام جایگزین جدید را کلید طلایی برای توسعه صنعت OSB در آینده بیان کردند.

ممرز (*Carpinus betulus* L.) فراوان‌ترین درخت جنگل‌های شمال ایران می‌باشد که دامنه انتشار وسیعی دارد (Sabeti, 1990). این گونه ۳۳ درصد از حجم کل درختان جنگل‌های شمال را به خود اختصاص داده است (Arastou, 2009) و بیشترین پراکنش سطح را از لحاظ تعداد در جنگل‌های شمال البرز دارد (Golbabaie et al., 2004). در گذشته به دلیل عدم شناخت کافی صاحبان صنایع و

سنگده مازندران، در کل ممرز گلستان دارای مقاومت‌های مکانیکی متوسطی است.

Bavaneghi و همکاران (۲۰۱۲) اثر استیلایسیون و زمان پرس را بر روند انتقال حرارت پرس گرم در کیک خرده چوب گونه‌ی ممرز مورد بررسی قرار دادند و بیان کردند که افزایش زمان پرس در پلیمریزاسیون رزین تخته‌های استیل شده، در حد اصلاح پایین و متوسط مؤثر می‌باشد اما در سطوح بالا چندان کارآمد نیست.

خصوصیات و ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته تراشه تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله نوع گونه چوبی و جرم ویژه آن، ابعاد و شکل تراشه‌ها و نحوه جهت‌گیری آنها، نوع و مقدار رزین مصرفی، میزان رطوبت کیک، زمان پرس، درجه حرارت پرس و غیره می‌باشد (Geimer, 1976; Maloney, 1993; Youngquist, 1999; Doosthoseini, 2008; Thoemen *et al.*, 2010; Gunduz *et al.*, 2011).

متغیرهای پرس به‌ویژه زمان و حرارت پرس نقش تعیین‌کننده‌ای بر فرایند تولید و ویژگی‌های صفحات فشرده چوبی دارند (Kral; 2011). میزان افزایش درجه حرارت پرس، تأثیر آشکاری روی سرعت پلیمر شدن چسب و بهبود خصوصیات چسبندگی دارد (Winandy & Kamke, 2004) و در صورت کوتاه بودن زمان پرس باید حرارت صفحات پرس را افزایش داد تا پلیمر شدن چسب در لایه میانی کیک با مشکل مواجه نگردد (Nemli *et al.*, 2007). از سویی نیز باید دقت کرد تا اتصالات چسب در لایه سطحی تخته، در مدت بسته بودن صفحات پرس دچار تخریب و کاهش مقاومت نگردد. بنابراین لازم است تا دما و زمان پرس باهم مورد توجه قرار گرفته و بطور دقیق کنترل شوند تا هماهنگی بین این دو عامل، به اقتصادی‌ترین شکل ممکن عملی گردد (Doosthoseini, 2008).

Sellers و Nieh (۱۹۹۱) طی تحقیقی در مورد تخته تراشه بیان کردند که زمان پرس طولانی‌تر (۷ دقیقه در مقابل ۵ دقیقه) و مصرف رزین بیشتر (۷ درصد در مقابل ۵ درصد) باعث افزایش مقادیر چسبندگی داخلی و مدول گسیختگی

Kargarfard و همکاران (۱۹۹۸) طی تحقیقی به بررسی تأثیر PH چوب ممرز و گونه‌های دیگر بر ویژگی‌های تخته‌خرده‌چوب ساخته شده با چسب UF پرداختند و بیان کردند که تخته‌های گونه ممرز دارای مدول گسیختگی و مدول الاستیسیته و چسبندگی داخلی بالاتری نسبت به بعضی گونه‌های به‌کار رفته در این تحقیق (راش، بلوط و انجیلی) می‌باشند؛ دلیل این امر را PH مناسب گونه ممرز (۵/۵۵) و همچنین ظرفیت بافرکنندگی قلیایی کم آن بیان کردند که موجب شده اتصال بین چسب UF و چوب این گونه در حد مطلوب باشد، در نتیجه به سبب اتصال قوی و مقاومت بالا توانسته جرم مخصوص به نسبت بالای ممرز (۰/۶۹ گرم بر سانتی‌متر مکعب) را که باعث عدم فشردگی و تراکم مناسب خرده‌چوب‌ها در تخته می‌گردد را تحت تأثیر قرار داده و موجب افزایش مقاومت‌های مکانیکی تخته‌خرده‌چوب‌های این گونه شود.

Hosseinzadeh و همکاران (۲۰۰۰) در تحقیقی تحت عنوان بررسی ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی چوب گونه ممرز از رویشگاه ویسر مازندران، میانگین جرم ویژه چوب ممرز را در حالت خشک ۰/۷۳۶ گرم بر سانتی‌متر مکعب و حداقل و حداکثر آن را به ترتیب ۰/۶۹۹ و ۰/۷۴۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب بیان کردند و مقاومت‌های خمش استاتیک، مدول الاستیسیته و مقاومت به فشار موازی الیاف را به ترتیب ۱۰۱/۴۷، ۱۴۴۴۹ و ۳۸/۷۵ مگاپاسکال تعیین نمودند.

Golbabaei و همکاران (۲۰۰۴) در تحقیقی تغییرات ویژگی‌های مهندسی چوب گونه ممرز در دو منطقه ارتفاعی جنگل‌های استان گلستان را بررسی و بیان کردند که میانگین دانسیته خشک گونه ممرز در منطقه استان گلستان با توجه به اینکه آزمایش‌ها در دو منطقه ارتفاعی میان‌بند و بالابند انجام شده، برابر ۰/۷۱۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب است و بنابر تقسیم‌بندی چوب‌ها به لحاظ وزن مخصوص، گونه ممرز گلستان جزء پهن‌برگان نیمه‌سنگین قرار می‌گیرد. همچنین بیان کردند با توجه به اندازه‌گیری مقاومت‌های مکانیکی در منطقه استان گلستان و مقایسه آن با مقاومت‌های موجود ممرز امریکا، ممرز منطقه اسالم گیلان و

- تخته‌ها می‌شود. Yadollahi و Tabarsa (۲۰۰۵) شرایط پرس کردن بر کیفیت تخته تراشه را مورد بررسی قرار دادند و بیان کردند که افزایش حرارت و زمان پرس به‌طور مستقل در بهبود خواص تخته‌ها مؤثرند اما اثر متقابل آنها روی بیشتر خواص تخته‌ها تأثیر معکوس داشت، بنابراین در حرارت‌های بالا باید از زمان پرس کوتاه و در حرارت‌های پایین باید از زمان پرس طولانی استفاده نمود.
- Nemli و همکاران (۲۰۰۷) در بررسی اثر زمان پرس بر کیفیت تخته‌خرده‌چوب بیان کردند که زمان پرس بر روی خصوصیات فیزیکی و مکانیکی تخته‌خرده‌چوب تأثیر به‌سزایی دارد. تکمیل گیرایی رزین، تبخیر رطوبت از کیک به‌طور کامل‌تر و فشردگی بهتر سطح در طول زمان پرس باعث این بهبود می‌گردد.
- Ramtin و همکاران (۲۰۰۸) اثر دما و زمان پرس بر خواص تخته‌های OSB ساخته شده با چسب اوره فرمالدئید را مورد بررسی قرار دادند و بیان کردند که افزایش دما و زمان پرس و متعاقب آن بهبود انتقال حرارت باعث افزایش مدول گسیختگی و چسبندگی داخلی تخته‌ها می‌شود و اثر معنی‌داری بر همه خواص فیزیکی تخته‌ها دارد.
- Malanit و همکاران (۲۰۰۹) بیان کردند که دمای بالای پرس از طریق افزایش اتصالات رزین موجب بهتر شدن مقاومت‌های تخته می‌شود. حرارت‌های کم در زمان‌های کوتاه پرس موجب می‌شود چسب خوب سخت نشود، درمقابل حرارت‌های بالا در زمان‌های طولانی نیز موجب می‌شود تا چسب بیش‌ازاندازه سخت شود که هر دو مورد موجب تضعیف مقاومت اتصالات تخته می‌شوند.
- Kurt و همکاران (۲۰۱۱) طی تحقیقی بیان کردند که بین زمان پرس و سخت شدن رزین ارتباط وجود دارد و مدت زمان پرس روی مدت زمان سخت شدن رزین مؤثر است و با افزایش زمان پرس میزان واكشیدگی ضخامت و جذب آب تخته‌ها کاهش می‌یابد.
- Gunduz و همکاران (۲۰۱۱) طی تحقیقی در مورد تأثیر زمان پرس بر روی برخی از خواص تخته تراشه جهت‌دار بیان کردند که افزایش زمان پرس از ۳ به ۷ دقیقه موجب
- Pizzi (۱۹۹۴) طی تحقیقی بیان کرد که زمان پرس مناسب برای ساخت تخته خرده چوب با چسب فنل فرمالدئید بین ۱۲ تا ۱۷ ثانیه به ازای هر میلی‌متر ضخامت تخته در دمای ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.
- Stefka (۱۹۹۹) طی تحقیقی فرایند پرس و سازوکار انتقال حرارت در ساخت تخته خرده چوب را مورد بررسی قرار داد و بیان کرد که در طی توسعه صنعت تخته خرده چوب، هم میزان حرارت پرس و هم فشار حداکثر پرس مورد استفاده، رو به افزایش بوده است.
- Latibari و همکاران (۱۹۹۶) طی تحقیقی اثر رطوبت کیک، حرارت پرس و زمان پرس را در ساخت تخته خرده چوب مورد بررسی قرار دادند و بیان کردند که وجود مقدار مناسب و کافی حرارت در لایه‌های میانی کیک برای سخت شدن رزین امری ضروریست، همچنین در صورت زیاد بودن رطوبت کیک چسبندگی داخلی تخته‌ها کاهش می‌یابد.
- Nourbakhsh و همکاران (۱۹۹۸) طی تحقیقی بیان کردند ضروری است که زمان پرس به نحوی تنظیم گردد تا درجه حرارت در لایه‌های میانی کیک برای سخت شدن چسب به‌اندازه کافی برسد.
- Allegh (۲۰۰۱) از ضایعات لوله بری در ساخت OSB استفاده کرد و بیان کرد با افزایش زمان پرس، مصرف رزین و جهت‌دهی ذرات، خصوصیات فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها بهبود می‌یابد.
- Kargarfard و همکاران (۲۰۰۳) طی تحقیقی تأثیر درجه حرارت و زمان پرس بر انتقال حرارت در فرایند ساخت تخته خرده چوب را مورد بررسی قرار دادند و بیان کردند که در اثر افزایش درجه حرارت پرس، لایه مغزی تخته در زمان کوتاه‌تری به حرارت مناسب (۱۰۰ درجه سانتی‌گراد) برای سخت شدن چسب می‌رسد و افزایش زمان پرس نیز زمان مناسب و کافی را برای ایجاد اتصال بین ذرات خرده چوب توسط چسب فراهم می‌کند و طبق نتایج به‌دست آمده درجه حرارت پرس تأثیر عمیق‌تری نسبت به زمان پرس بر روی انتقال حرارت به لایه مغزی کیک دارد.

ارزیابی امکان کاربرد چوب گونه مرمرز به عنوان یک ماده جایگزین در ساخت OSB و همچنین با هدف بهینه کردن شرایط ساخت و ویژگیهای تخته تراشه جهت دار انجام شد و طی آن خواص فیزیکی و مکانیکی تخته های آزمایشگاهی ساخته شده از چوب گونه مرمرز (*Carpinus betulus L.*) از لحاظ تأثیر ۲ سطح زمان پرس (۶ و ۸ دقیقه) و ۳ شرایط دمایی پرس (دماهای ۱۸۰، ۲۰۰ و ۲۲۰ درجه سانتی گراد) بررسی گردید.

مواد و روش ها

گرده بینه های مرمرز (*Carpinus betulus L.*) از جنگل آموزشی و پژوهشی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در خیرودکنار نوشهر به صورت کاملاً تصادفی انتخاب شدند. متوسط دانسیته خشک چوبها ۰/۷ گرم بر سانتی متر مکعب بود. درختان بلافاصله پس از قطع به آزمایشگاه صنایع چوب دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران - کرج منتقل شدند. در آن مکان چوبها توسط یک ااره گرد طی چند برش به قطعاتی بدون پوست به ابعاد $۷۵ \times ۲۰ \times ۱۵۰$ در جهت الیاف) میلی متر تبدیل شدند و در نهایت توسط یک دستگاه تراشه گیر صفحه ای آزمایشگاهی به تراشه هایی با ابعاد (ضخامت به طور میانگین $۰/۶۵ - ۰/۵۵$)، (پهنا ۲۰)، (طول در جهت الیاف ۷۵) میلی متر تبدیل شدند. تراشه ها پس از تولید باهم مخلوط شده و در هوای آزاد تا رطوبت ۱۰ درصد خشک شدند. سپس توسط یک خشک کن آزمایشگاهی رطوبت آنها به ۲ - ۱/۵ درصد رسید. برای دستیابی به رطوبت یک مورد نیاز (۷ درصد) با توجه به خصوصیات چسب مصرفی، مقدار آب لازم روی تراشه ها اسپری شد و در نهایت برای توزیع یکسان رطوبت، تراشه ها پس از توزین و کدگذاری در کیسه های نایلونی ذخیره شدند. چسب مایع فنل فرمالدئید از شرکت ایران چوب با مشخصات جدول ۱ تهیه شد.

بهبود خواص OSB در پرس های یک دهانه با فشار پرس ۰/۴ مگاپاسکال می شود.

Kamrani و همکاران (۲۰۱۳) اثر زمان و حرارت پرس و درصد اختلاط تراشه های گونه های مصرفی را روی خصوصیات OSB مورد بررسی قرار دادند و بیان کردند که افزایش زمان پرس بر همه ویژگی های فیزیکی و مکانیکی تخته تأثیر معنی داری دارد اما افزایش دمای پرس تنها بر چسبندگی داخلی، واکنشیدگی ضخامت و جذب آب تخته ها اثر معنی داری دارد.

Ciobanu و همکاران (۲۰۱۴) طی تحقیقی بیان کردند که پارامترهای پرس ارتباط نزدیکی با کیفیت محصول (خواص تخته) و هزینه های تولید دارند و کاربرد توأم با مهارت پارامترهای پرس در برخی محدوده ها، موجب بهبود فرایند می شود.

Jahanilomer و Farrokhpayam (۲۰۱۵) اثر رطوبت یک، دمای پرس و زمان بسته شدن دهانه پرس بر پروفیل دانسیته و خصوصیات کیفی تخته خرده چوب را مورد بررسی قرار دادند و بیان کردند که دو عامل رطوبت یک و حرارت پرس به ترتیب تأثیر بیشتری بر پروفیل دانسیته تخته خرده چوب دارند.

Kord و همکاران (۲۰۱۵) در طی تحقیقی اثر حرارت و زمان پرس را روی خصوصیات تخته خرده چوب از ساقه نی مورد بررسی قرار دادند و بیان کردند که تأثیر مثبت حرارت و زمان پرس موجب بهبود خواص فیزیکی و مکانیکی تخته ها می شود که این امر ارتباط نزدیکی با سخت شدن رزین، کاهش رطوبت خرده چوبها و افزایش سطح آنها دارد.

طبق استاندارد اروپایی EN 300, OSB/2 نوعی از تخته تراشه جهت دار ساختمانی برای تحمل بار می باشد که مشخصات آن برای مقایسه با نتایج حاصل از این تحقیق بکار رفت (DIN EN 300, 1997 E).

با توجه به مطالب بیان شده، تحقیق پیش رو به منظور

جدول ۱- مشخصات چسب فنل فرمالدئید مصرفی

ویسکوزیته (در ۲۰°C)	مواد جامد (درصد)	دانسیته (در ۲۰°C)	PH (در ۲۰°C)	زمان انعقاد
۲۶۰ cp	۶۱	۱/۱۵ g/cm ³	۱۲/۵	۷۰ ثانیه در ۱۶۰°C

کدگذاری شده و به مدت حداقل سه هفته در اتاق مشروط سازی در شرایط رطوبت نسبی ۶۵٪ و دمای ۲۰ درجه سانتی گراد نگهداری شدند و بعد نمونه های آزمایشی طبق استاندارد اروپایی EN 326-1 از آنها تهیه شد. مدول گسیختگی (MOR)، مدول الاستیسیته (MOE)، مقاومت چسبندگی داخلی (IB) و واکشیدگی ضخامت ۲۴ ساعت (TS₂₄) نمونه های آزمایشی به ترتیب مطابق با استاندارد اروپایی (EN 310, EN 319, EN 317) اندازه گیری شد. تجزیه و تحلیل نتایج با استفاده از آزمون فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و توسط نرم افزار MSTATC انجام شد. با کمک تکنیک تجزیه واریانس اختلاف معنی دار بین تیمارها مشخص شد و برای گروه بندی میانگین ها از آزمون دانکن استفاده گردید.

نتایج

نتایج آزمایش ها در جدول های ۲ و ۳ آورده شده است.

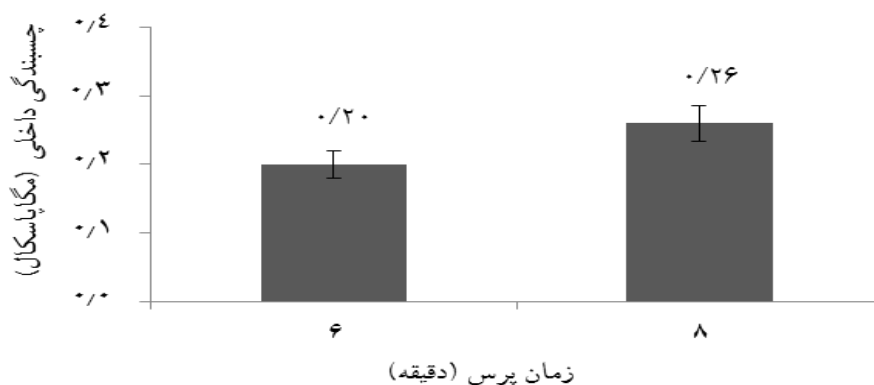
میزان ۷٪ چسب (بر مبنای وزن خشک چوب) توسط یک چسبزن آزمایشگاهی دوار (Rotary Blender) روی تراشه ها اسپری شد. سپس در یک قالب چوبی به ابعاد ۴۵۰ × ۴۵۰ × ۲۵۰ میلی متر به کمک دست جهت دهی شدند و کیک سه لایه در حالی که جهت تراشه لایه وسط، عمود بر لایه سطحی بود و نسبت وزنی لایه ها (۲۵:۵۰:۲۵) درصد بود، تشکیل شد. کیک ها در یک پرس هیدرولیکی آزمایشگاهی از نوع BURKLE LA-160 ساخت کشور آلمان تا ضخامت نهایی ۱۲ میلی متر طی دو زمان ۶ و ۸ دقیقه و در سه دمای مختلف ۱۸۰، ۲۰۰ و ۲۲۰ درجه سانتی گراد پرس شدند. دانسیته نهایی اسمی تخته ها ۰/۷ گرم بر سانتی متر مکعب و فشار حداکثر پرس ۳۰ کیلوگرم بر سانتی متر مربع و سرعت بسته شدن پرس ۵ میلی متر در ثانیه بود. در این تحقیق با توجه به دو عامل متغیر زمان پرس (۲ سطح) و حرارت پرس (۳ سطح) و در نظر گرفتن ۳ تکرار برای هر تیمار، در مجموع ۱۸ تخته آزمایشگاهی ساخته شد. پس از پرس، تخته ها

جدول ۲- مقادیر میانگین خواص فیزیکی و مکانیکی تخته های آزمونی طی تیمارهای مختلف

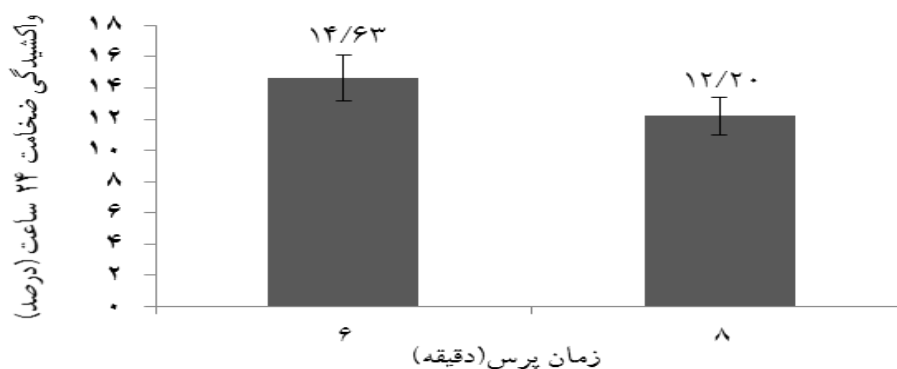
زمان پرس (دقیقه)						
۸	۶			۴		
۲۲۰	۲۰۰	۱۸۰	۲۲۰	۲۰۰	۱۸۰	حرارت پرس (درجه سانتی گراد)
۳/۶	۳/۹	۴	۴	۳/۹	۴/۱	رطوبت تخته ها (درصد)
۰/۶۹	۰/۶۸	۰/۷	۰/۶۷	۰/۶۸	۰/۷۲	دانسیته خشک (g/cm ³)
۲۶/۶	۱۸/۲	۱۷/۸	۲۲/۹	۲۲/۲	۲۱/۹	مدول گسیختگی (مگاپاسکال)
۳۷۵۷	۳۲۳۶	۴۱۷۲	۴۱۲۸	۳۶۱۱	۴۱۸۵	مدول الاستیسیته (مگاپاسکال)
۰/۳۷	۰/۱۸	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۱۶	۰/۲۱	چسبندگی داخلی (مگاپاسکال)
۸/۳۱	۱۲/۳۷	۱۵/۹۱	۱۲/۰۹	۱۱/۹۶	۱۹/۸۲	واکشیدگی ضخامت ۲۴ ساعت (درصد)

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس اثر مستقل و متقابل عوامل متغیر بر ویژگی‌های مکانیکی و فیزیکی تخته‌های آزمونی

منبع تغییرات	درجه آزادی	مدول گسیختگی (F)	مدول الاستیسیته (F)	چسبندگی داخلی (F)	واکسیدگی ضخامت ۲۴ ساعت (F)
زمان پرس	۱	۱/۰۲۵۵ ^{ns}	۰/۸۳۳۴ ^{ns}	۵/۶۰۷۳*	۲۰/۵۶۳۰**
حرارت پرس	۲	۴/۸۷۶۷*	۲/۵۸۲۶ ^{ns}	۸/۷۰۹۷**	۷۳/۶۰۳۹**
زمان پرس × حرارت پرس	۲	۳/۳۳۱۴ ^{ns}	۰/۱۸۶۷ ^{ns}	۲/۸۸۹۴ ^{ns}	۷/۰۲۴۷**

** معنی دار در سطح ۱ درصد، * معنی دار در سطح ۵ درصد، ^{ns}: غیر معنی دار

شکل ۱- اثر مستقل زمان پرس بر چسبندگی داخلی



شکل ۲- اثر مستقل زمان پرس بر واکسیدگی ضخامت ۲۴ ساعت

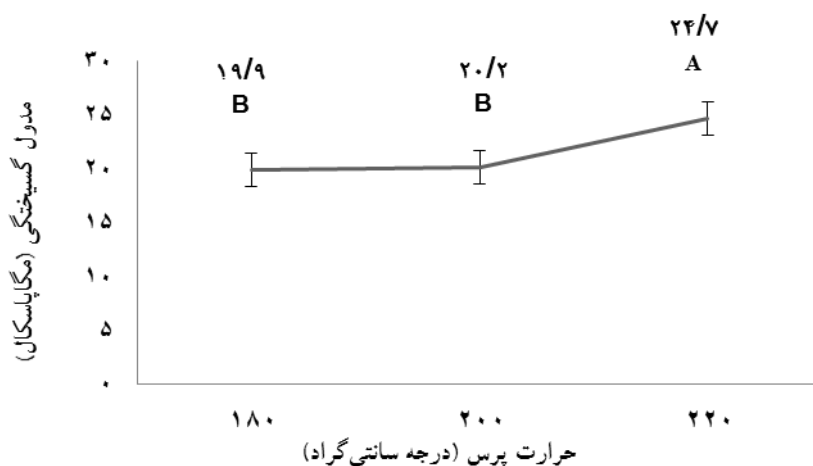
پرس ۶ دقیقه بهتر بوده است.

با توجه به جدول تجزیه واریانس اثر مستقل زمان پرس بر چسبندگی داخلی و واکسیدگی ضخامت ۲۴ ساعت تخته‌ها به ترتیب در سطح احتمال ۹۵ و ۹۹ درصد معنی داری

همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود اثر مستقل

زمان پرس بر مدول گسیختگی و مدول الاستیسیته خمشی تخته‌ها معنی دار نبوده است، هرچند از نظر عددی میانگین مدول گسیختگی و مدول الاستیسیته خمشی تخته‌ها در زمان

مقدار آن از ۱۹/۸۶۷ مگاپاسکال در ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد به ۲۴/۷۳۹ مگاپاسکال در ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد رسیده است. طبق آزمون دانکن تخته‌های ساخته شده با حرارت پرس ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد دارای بیشترین مدول گسیختگی بوده و در گروه A قرار گرفته‌اند اما بین تخته‌های ساخته شده با حرارت پرس ۱۸۰ و ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد اختلاف معنی‌داری نبوده است و هر دو در گروه B جدول دانکن قرار گرفته‌اند (شکل ۳).



شکل ۳- اثر مستقل حرارت پرس بر مدول گسیختگی

مگاپاسکال برای چسبندگی داخلی افزایش و از ۱۷/۸۶۷ به ۱۰/۲۰۰ درصد برای واکنشیدگی ضخامت ۲۴ ساعت تخته‌ها کاهش یافته است. گروه‌بندی میانگین‌ها به وسیله آزمون دانکن نیز چسبندگی داخلی تخته‌های ساخته شده در حرارت‌های مختلف پرس را در دو گروه مستقل و یک گروه بینابینی قرار داده است، به این صورت که در شرایط استفاده از حرارت پرس ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد، چسبندگی داخلی تخته‌ها با حداکثر مقدار در گروه A و در شرایط استفاده از حرارت پرس ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد با حداقل مقدار در گروه B جدول دانکن قرار گرفته است. همچنین طبق آزمون دانکن تخته‌های ساخته شده با حرارت پرس ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد دارای بیشترین مقدار واکنشیدگی ضخامت بوده و در گروه A قرار گرفته‌اند اما بین تخته‌های ساخته شده با

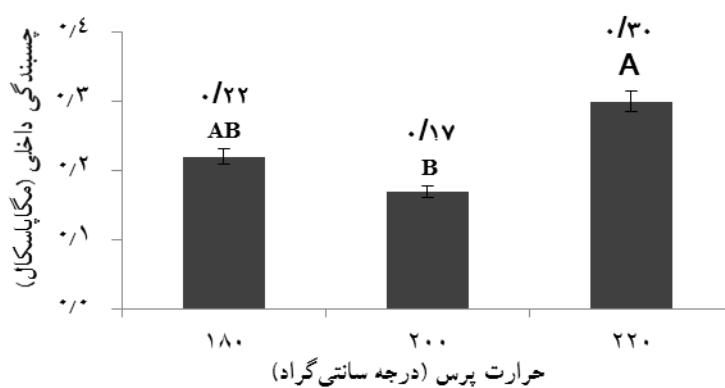
بوده است. به طوری که با افزایش زمان پرس از ۶ به ۸ دقیقه چسبندگی داخلی و واکنشیدگی ضخامت ۲۴ ساعت تخته‌ها بهبود یافته است (شکل‌های ۱ و ۲).

نتایج به دست آمده از جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد که اثر مستقل حرارت پرس بر مدول گسیختگی در سطح احتمال ۹۵ درصد معنی‌دار بوده است، به طوری که با افزایش حرارت پرس از ۱۸۰ به ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد، مدول گسیختگی تخته‌ها با روند صعودی بهبود یافته است و

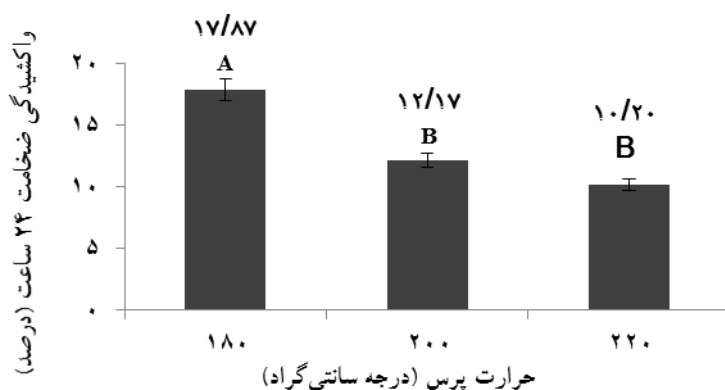
همچنین اثر مستقل حرارت پرس بر مدول الاستیسیته تخته‌ها معنی‌دار نبوده است، هرچند از نظر عددی بیشترین مقدار میانگین مدول الاستیسیته در حرارت پرس ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد به دست آمد. اما با افزایش حرارت پرس از ۲۰۰ به ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد نیز میانگین مدول الاستیسیته تخته‌ها بهبود یافته بود.

نتایج به دست آمده از جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر مستقل حرارت پرس بر چسبندگی داخلی و واکنشیدگی ضخامت ۲۴ ساعت تخته‌ها در سطح احتمال ۹۹ درصد معنی‌دار بوده است، به طوری که با افزایش حرارت پرس از ۱۸۰ به ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد، میانگین چسبندگی داخلی و واکنشیدگی ضخامت ۲۴ ساعت تخته‌ها بهبود یافته است و مقادیر میانگین آنها به ترتیب از ۰/۲۱۹ به ۰/۲۹۷

حرارت پرس ۱۸۰ و ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد اختلاف معنی‌داری نبوده است و هر دو در گروه B جدول دانکن قرار گرفته‌اند (شکل‌های ۴ و ۵).



شکل ۴- اثر مستقل حرارت پرس بر چسبندگی داخلی



شکل ۵- اثر مستقل حرارت پرس بر واکسیدگی ضخامت ۲۴ ساعت

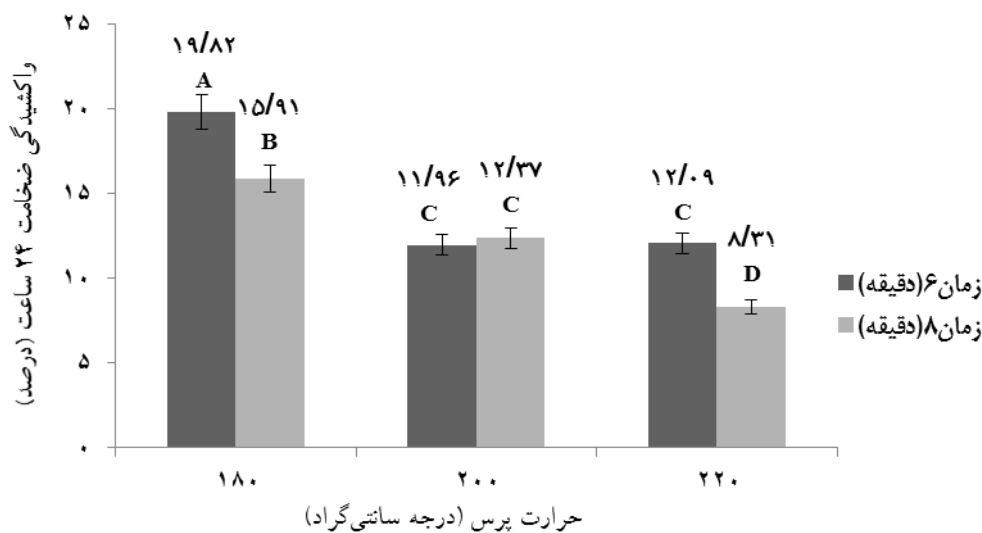
به ترتیب با ۲۶/۶۰۹ و ۰/۳۷۱ مگاپاسکال در شرایط استفاده از زمان پرس ۸ دقیقه و حرارت پرس ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد به دست آمد اما بیشترین مقدار میانگین مدول الاستیسیته برابر با ۴۱۸۵/۳۳۲ مگاپاسکال، در حالت استفاده از زمان پرس ۶ دقیقه و حرارت پرس ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد به دست آمد.

اثر متقابل زمان و حرارت پرس بر واکسیدگی ضخامت ۲۴ ساعت تخته‌ها در سطح احتمال ۹۹ درصد معنی‌دار بوده

همچنین نتایج نشان داد که تأثیر متقابل زمان و حرارت پرس بر مدول گسیختگی، مدول الاستیسیته و چسبندگی داخلی تخته‌ها معنی‌دار نبوده است و از نظر عددی در هر دو زمان پرس ۶ و ۸ دقیقه با افزایش حرارت پرس از ۱۸۰ به ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد، مقادیر میانگین مدول گسیختگی و چسبندگی داخلی تخته‌ها افزایش اما میانگین مدول الاستیسیته آنها کاهش یافته است. به طوری که بیشترین مقادیر میانگین مدول گسیختگی و چسبندگی داخلی

۱۸۰ درجه سانتی‌گراد با بیشترین مقدار ۱۹/۸۲ درصد، در گروه A و در حالت استفاده از زمان پرس ۸ دقیقه و حرارت پرس ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد با کمترین مقدار ۸/۳۰۷ درصد، در گروه D جدول دانکن قرار گرفته‌اند (شکل ۶).

است، به طوری که در هر دو زمان پرس ۶ و ۸ دقیقه با افزایش حرارت پرس از ۱۸۰ به ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد این ویژگی بهبود یافته است؛ همچنین با توجه به نتایج آزمون دانکن، چهار گروه‌بندی برای میانگین‌ها وجود داشته است که در حالت استفاده از زمان پرس ۶ دقیقه و حرارت پرس



شکل ۶- اثر متقابل زمان و حرارت پرس بر واکسیدگی ضخامت ۲۴ ساعت

بحث

همانگی وجود دارد (Ramtin et al., 2008; Kargarfard, 2011; Kargarfard, 2013; Habibi, 1998) و نیز بیان کردند که زمان طولانی‌تر پرس با انتقال بهتر حرارت به واکنش چسب با چوب و ایجاد اتصالات قوی‌تر در ضخامت تخته کمک می‌کند و موجب افزایش چسبندگی داخلی و کاهش واکسیدگی ضخامت تخته‌ها می‌شود. Hosseinaei (2002) نیز طی تحقیقی بیان کرد که رزین فنل فرمالدئید برای رسیدن به پلیمریزاسیون کامل نیاز به زمان پرس کافی دارد و زمان‌های پرس طولانی‌تر موجب رساندن حرارت مناسب توسط رطوبت کیک به لایه‌های مختلف، به‌ویژه لایه میانی کیک شده و فرصت کافی را برای انجام مطلوب‌تر پلیمریزاسیون رزین ایجاد می‌کند. Kargarfard (2003) نیز بیان کرد با افزایش زمان پرس، مقدار رطوبت تجمع یافته در لایه مغزی تخته در طی زمان

بر اساس نتایج به دست آمده زمان پرس اثر معنی‌داری بر چسبندگی داخلی و همچنین اثر بسیار معنی‌داری بر واکسیدگی ضخامت ۲۴ ساعت تخته‌ها داشته است. به طوری که با افزایش زمان پرس از ۶ به ۸ دقیقه میانگین چسبندگی داخلی تخته‌ها ۳۱ درصد افزایش (Faraji, 1993; Ohlmeyer & Kruse, 1999; Allegh, 2001; Kargarfard, 2003; Gunduz, 2011; Reisi et al., 2012; Kargarfard, 2013) و میانگین واکسیدگی ضخامت ۲۴ ساعت تخته‌ها نیز ۱۷ درصد کاهش یافته است (Faraji, 1993; Ohlmeyer & Kruse, 1999). این امر بیانگر نقش مثبت افزایش زمان پرس در بهبود اتصالات رزین به‌ویژه در لایه میانی کیک می‌باشد و در این شرایط تقریباً بین تغییرات چسبندگی داخلی تخته‌ها با واکسیدگی ضخامت آنها

نتایج به دست آمده همچنین نشان داد که حرارت پرس اثر بسیار معنی داری بر چسبندگی داخلی و واکنش پذیری ضخامت ۲۴ ساعت تخته‌ها داشته است. به طوری که با افزایش حرارت پرس از ۱۸۰ به ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد میانگین چسبندگی داخلی تخته‌ها ۳۵/۶۲ درصد افزایش یافت (Heebink, 1972; Faraji, 1993; Hosseinaie, 2002; Ramtin *et al.*, 2008)، همچنین در این حالت میانگین واکنش پذیری ضخامت ۲۴ ساعت تخته‌ها نیز از ۱۷/۸۷ درصد به ۱۰/۲۰ درصد کاهش یافته است (Faraji, 1993; Ramtin *et al.*, 2008; Tamjidi *et al.*, 2016). در تحقیقات انجام شده توسط Hosseinaie (۲۰۰۲) آمده است در حالت استفاده از درجه حرارت بالاتر پرس انتقال حرارت به لایه‌های میانی کیک تسریع شده و منطقه با دانسیته حداکثر به قسمت‌های داخلی تخته جابه‌جا می‌شود و چسبندگی داخلی تخته‌ها افزایش می‌یابد. وی همچنین کامل شدن پلیمریزاسیون رزین فنل فرمالدئید در اثر افزایش حرارت را عامل ثبات ابعادی و کاهش واکنش پذیری ضخامت تخته‌ها بیان کرد. Ramtin و همکاران (۲۰۰۸) و همچنین Heebink (۱۹۷۲) نیز بیان کردند که استفاده از درجه حرارت بالاتر در دوره پرس باعث انتقال سریع‌تر حرارت به لایه میانی و بهبود اتصالات چسب در این لایه شده و چسبندگی داخلی تخته‌ها افزایش می‌یابد. تحقیقات انجام شده توسط Faraji (۱۹۹۳) نیز نشان داد که افزایش حرارت پرس موجب بهبود واکنش پذیری ضخامت ۲۴ ساعت تخته‌های ساخته شده با چسب فنل فرمالدئید می‌شود که وی دلیل آن را نیاز رزین فنل فرمالدئید به حرارت بالا برای پلیمریزاسیون کامل در تمامی قسمت‌های کیک خرده چوب و عدم تخریب حرارتی این رزین در حرارت‌های بالا بیان می‌کند. Latibari و همکاران (۱۹۹۶) نیز طی تحقیقی بیان کردند که وجود مقدار مناسب و کافی حرارت در لایه‌های میانی کیک برای سخت شدن رزین امری ضروریست. در تحقیقات انجام شده توسط Grigoriou و همکاران (۲۰۰۰) نیز آمده است با افزایش چسبندگی داخلی و ایجاد اتصالات کارآمدتر بین خرده‌چوب‌ها به‌ویژه در لایه میانی تخته، واکنش پذیری ضخامت نیز کاهش یافته و هماهنگی با چسبندگی

پرس کاملاً از کناره‌های تخته خارج شده و مقاومت اتصال بین چسب و خرده چوبها به حداکثر کیفیت و کارایی لازم می‌رسد. Kurt و همکاران (۲۰۱۱) نیز طی تحقیقی بیان کردند که بین زمان پرس و سخت شدن رزین ارتباط وجود دارد و مدت زمان پرس روی مدت زمان سخت شدن رزین مؤثر است و با افزایش زمان پرس میزان واکنش پذیری ضخامت و جذب آب تخته‌ها کاهش می‌یابد. Reisi و همکاران (۲۰۱۱) نیز بیان کردند که وضعیت چسبندگی در لایه میانی تخته‌ها به‌طور عمده به انتقال کافی حرارت به این بخش و خروج آب اضافی از آن بستگی دارد که با افزایش زمان پرس فرصت کافی برای این امر فراهم شده و لایه میانی حرارت بیشتری دریافت می‌کند، در نتیجه چسبندگی داخلی تخته‌ها به دلیل گیرایی بهتر و کامل‌تر رزین افزایش می‌یابد.

نتایج به دست آمده همچنین نشان داد که حرارت پرس اثر معنی داری بر مدول گسیختگی تخته‌ها داشته است، به طوری که با افزایش حرارت پرس از ۱۸۰ به ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد مقدار مدول گسیختگی تخته‌ها ۲۴/۵۲ درصد افزایش یافته است. افزایش حرارت پرس باعث ایجاد دو پدیده می‌گردد، به طوری که با افزایش حرارت صفحات پرس در لایه سطحی، بافت چوب نرم شده و در برابر فشرده شدن مقاومت کمتری از خود نشان می‌دهد (Moslemi, 1974; Faraji, 1993; Ramtin *et al.*, 2008; Hrazsky & Kral; 2011; Dorreh *et al.*, 2015) که این امر موجب کاهش فضای خالی و تراکم بیشتر تراشه‌های چوب در لایه سطحی و در نتیجه افزایش ضریب همپوشانی و بهبود ویژگی‌های خمشی تخته‌ها می‌شود (Tabarsa & Chui, 2000; Nazerian *et al.*, 2015). همچنین استفاده از دماهای بالاتر پرس از طریق افزایش قابلیت روانی (جریان) رزین و پخش شدن سریع‌تر مولکول‌های رزین روی تراشه‌های چوب، موجب کامل‌تر شدن اتصالات رزین مصرفی در لایه سطحی و در نهایت بهبود ویژگی‌های خمشی تخته‌ها می‌شود (Doosthosseini & Rowshani, 1997; Malanit *et al.*, 2009; Iswanto *et al.*, 2014; Dorreh *et al.*, 2015; Kord *et al.*, 2015; Tamjidi *et al.*, 2016).

مانند نرم کردن لیگنین و بهبود پیوندهای هیدروژنی موجب افزایش مقاومت اتصالات رزین می‌شود (Nemli, 2002; Ashoria & Nourbakhsh, 2008; Rokiah-Hashim *et al.*, 2011; Iswanto *et al.*, 2014). در مجموع بر اساس استاندارد اروپایی EN 300 مقادیر لازم مدول گسیختگی، مدول الاستیسیته و چسبندگی داخلی برای تولید تخته‌های OSB/2 به ضخامت ۱۲ میلی‌متر به ترتیب حداقل ۲۰، ۳۵۰۰، ۰/۳۲ مگاپاسکال و همچنین مقدار واکشیدگی ضخامت ۲۴ ساعت لازم برای این تخته‌ها حداکثر ۲۰ درصد می‌باشد که با توجه به نتایج به دست آمده در بیشتر تیمارها حداقل لازم برای ویژگی‌های مدول گسیختگی، مدول الاستیسیته به دست آمد. همچنین در مورد واکشیدگی ضخامت ۲۴ ساعت در تمامی تیمارها استاندارد لازم به دست آمد اما در مورد چسبندگی داخلی تنها در حالت استفاده از زمان پرس ۸ دقیقه و حرارت پرس ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد میانگین لازم (۰/۳۷ مگاپاسکال) کسب شد که حتی بیشتر از حد استاندارد مورد نیاز بود؛ بنابراین این تیمار می‌تواند به عنوان تیمار مناسب برای تولید صنعتی تخته تراشه جهت دار (OSB) از گونه ممرز به کار برده شود.

منابع مورد استفاده

- Akrami, A., Barbu, M.C. and Fruehwald, A., 2014a. Characterization of properties of oriented strand boards from beech and poplar. *European Journal of Wood and Wood Products*, 72: 393-398.
- Akrami, A., Fruehwald, A. and Barbu, M.C., 2014b. The effect of fine strands in core layer on physical and mechanical properties of oriented strand boards (OSB) made of beech (*Fagus sylvatica*) and poplar (*Populus tremula*). *European Journal of Wood and Wood Products*, 72: 521-525.
- Allegh, A. M., 2001. Investigation on Apply of Peeler Residues in order to Produce OSB Board. M.Sc. thesis, Department of Wood and Paper Science, Tehran Science and Research Branch, Islamic Azad University, 97 p.
- APA, 2001. The Engineered Wood Association.
- Arastou, S., 1388. Fundamentals of Practical-Economics in Forest Management. University of Tehran, Iran. 705p.

داخلی تخته‌ها بهبود می‌یابد (Kargarfard, 2011). نتایج به دست آمده همچنین نشان داد که اثر متقابل زمان و حرارت پرس بر واکشیدگی ضخامت ۲۴ ساعت تخته‌ها بسیار معنی‌دار بوده است و تخته‌های ساخته شده با زمان پرس ۶ دقیقه و حرارت پرس ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد با بیشترین مقدار واکشیدگی ضخامت ۲۴ ساعت (۱۹/۸۲ درصد) در گروه A و تخته‌های ساخته شده با زمان پرس ۸ دقیقه و حرارت پرس ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد با کمترین مقدار واکشیدگی ضخامت ۲۴ ساعت (۸/۳۱ درصد) در گروه D جدول دانکن قرار گرفت (Faraji, 1993; Hosseinaie, 2002; Tabarsa & Yadollahi, 2005; Kamrani *et al.*, 2015; Kord *et al.*, 2015). همان‌طور که قبلاً بیان شد زمان‌های پرس طولانی‌تر موجب رساندن حرارت مناسب توسط رطوبت به لایه‌های مختلف کیک شده و در صورت استفاده از حرارت‌های بالای پرس، اتصالات رزین گرماسخت مصرفی (فنل فرمالدئید) کامل‌تر شده و خاصیت واکشیدگی ضخامت تخته‌ها بهبود می‌یابد (Lehmann & Hefty, 1973; Moslemi, 1974; Saeki, 1979; Zhou, 1990; Kargarfard, 2013). Tabarsa و Yadollahi (۲۰۰۵) نیز بیان کردند که نرم شدن تراشه‌ها در همه لایه‌ها و تغییر شکل دائمی آنها در پرس گرم دلیل کاهش واکشیدگی ضخامت تخته‌ها می‌باشد. Kamrani و همکاران (۲۰۱۳) نیز بیان کردند با افزایش همزمان حرارت و زمان پرس، از یکسو تراکم و فشردگی ذرات افزایش یافته و از سوی دیگر رزین به‌طور کامل‌تری سخت می‌شود که در نتیجه این امر میزان روزه‌های موجود در تخته کاسته شده و واکشیدگی ضخامت تخته‌ها بهبود می‌یابد. Kord و همکاران (۲۰۱۵) نیز بیان کردند که تأثیر مثبت حرارت و زمان پرس و در نتیجه بهبود خواص فیزیکی تخته‌ها ارتباط نزدیکی با سخت شدن رزین، کاهش رطوبت خرده‌چوب‌ها و افزایش سطح آنها در طی چرخه پرس دارد. حرارت طی چرخه پرس از یکسو با روان کردن و در دسترس قرار دادن مایع چسب، موجب انتشار و نفوذ بهتر مولکول‌های چسب در خرده‌چوب‌ها شده و اتصالات مکانیکی قوی‌تری ایجاد می‌کند و از سوی دیگر با تغییر در زیرساخت‌ها شیمیایی

- 79.
- Doosthoseini, K. and Rowshani, A., 1997. Investigation the possibility of using *Haloxydon* sp. In particleboard manufacturing industry. Iranian Journal of Natural Resources, 49: 87-96.
 - Dorreh-emam, A., Safdari, V.R., Kargarfard, A. and Tajdini, A., 2015. The investigation of the utilization impact of *Alnus subcordata* wast and Poplar wood in particleboard production. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research, 30(1): 37-45.
 - EN310:1993. Wood-based panels; determination of modulus of elasticity in bending and of bending strength.
 - EN317:1993. Particleboards and fibreboards; determination of swelling in thickness after immersion in water.
 - EN319:1993. Particleboards and fibreboards; determination of tensile strength perpendicular to the plane of the board.
 - EN326-1:1994. Wood-based panels- Sampling, cutting and inspection- Part1: Sampling and cutting of test pieces and expression of test results.
 - Faraji, F., 1993. Investigation of PF Resin Polymerization and comparison with UF Resin Polymerization in particleboard manufacturing. M.Sc. thesis, Natural Resources Faculty, Tehran University, 215 p.
 - Geimer, R. I., 1976. Flake alignment in particleboard as affected by machine variables and particle geometry, USDA Forest Service. Research Paper FPL, 275:1-16.
 - Golbabaie, F., Nourbakhsh, A., Fakhryan roghani, A. and Falahdoost, S., 2004. Variation in mechanical properties of hornbeam wood (*CARPINUS BETULUS L.*) grown at different elevation of golestan forests, Iran, 19(2): 259-287.
 - Gunduz, G., Yapici, F., Ozcifici, A. and Kalaycioglu, H., 2011. The Effects of Adhesive Ratio and Pressure Time on Some Properties of Oriented Strand Board; BioResources, 6(2): 2118-2124.
 - Habibi, M.R., 1998, Investigation on Characteristics of Strand board Produced from Beech Veneer Residues. Wood and Paper Research 4, Technical Publication 214:156-213.
 - Heebink, B.G., 1972. Irreversible Dimensional changes in panel materials. Forest Product Journal. 22(5):44-48.
 - Hosseinaie, O., 2002. Evaluation of Making OSB from Aspen and Evaluation its Properties. M.Sc. thesis, Department of Wood and Paper Science and Technology, Natural Resources Faculty, Tehran University, 119 p.
 - Hosseinzadeh, A., Toghraie, N. and Golbabaie, F., 2000.
 - Ashoria, A. and Nourbakhsh, A., 2008. Effect of press cycle time and resin content on physical and mechanical properties of particleboard panels made from the underutilized low-quality raw materials. *Ind Crops Prod* 28: 225–230.
 - Banoun, F., Morgan, D., Viart, M. and Zsuffa, L., 1984. The poplar: A multi-purpose tree for forestry development. *Unasylva* (FAO) 36(3): 23-33.
 - Bavaneghi, F., Ghorbani, M. and Kargarfard, A., 2012. Effects of acetylation and press time on heat transfer in particleboard mat from Hornbeam wood (*Carpinus betulus*). Iranian Journal of Wood and Paper Science Research, 27(3): 510-521
 - Bayatkashkoli, A. and Faegh, M., 2014. Evaluation of mechanical properties of laminated strand lumber and oriented strand lumber made from poplar wood (*populus deltoides*) and Paulownia (*Paulownia fortunei*) with urea-formaldehyde adhesive containing nanoclay. *International Wood Products Journal*, 5 (4): 192-195
 - Biblis, E.J., 1985. Properties of three-layer oriented strand board from southern hardwoods. *Forest Products Journal*, 35(2): 28-32.
 - Canadido, L.S., Saito, F. and Suzuki, S., 1988. Effect of particle shape on the orthotropic properties of oriented strand board. *Mokuzai Gakkaishi*, 34 (1): 21-27
 - Carino, H.F. and foronda, S.U., 1990. SELECT: A model for minimizing blank costs in hardwood furniture manufacturing. *Forest Products journal*, 40(5): 21-36.
 - Casy, I.J., 1987. Changes in wood flake properties in relation to heat, moisture and pressure during flake board manufacture. M.Sc. thesis. Virginia State University, Blacksburg, Virginia. pp. 162.
 - Ciobanu, V.D., Zeleniuc, O., Dumitrascu, A.E., Lepadatescu, B. and Iancu, B., 2014. The Influence of Speed and Press Factor on Oriented Strand Board Performance in Continuous Press. *BioResources* 9(4), 6805-6816
 - Dick, G., 2009. Wafer board and oriented strand board: The history and manufacturing practices. Technical Report 131 of Wood-Based Composites Center.
 - DIN EN 300, 1997 E. Oriented Strand Board (OSB): Definitions, classification and specifications. English version of DIN EN 300.
 - Doosthoseini, K., 2008. Wood Composite Materials Manufacturing, Applications. University of Tehran, Iran.705p.
 - Doosthoseini, K. and Parsapajouh, D., 1997. Physical properties and fiber length variations of *Carpinus betulus* in radial and longitudinal directions of the tree. Iranian journal of natural resources, 50(1): 69-

- Kargarfard, A., 2013. Investigation on the effect of press temperature and time on physical and mechanical properties corn stalk MDF. *Iranian Journal of Wood and Paper Science Research*, 28(1): 97-108
- Kargarfard, A., 2018. The investigation on physical and mechanical properties of orientedstrand board (OSB) produced using corn stalks. *Iranian Journal of Wood and Paper Science Research*, 33(2): 155-165
- Kord, B., Roohani, M. and Kord, B.R., 2015. Characterization and Utilization of Reed Stem ASA lignocellulosic Resource for Particleboard Production. *Maderas. Ciencia y tecnología*, 17(3): 517 – 524.
- Kuhne, G; Belimow, F., 1978. Analysis of the hot press process of furniture chip boards in 3 layers II. *Holzindustrie* 31(2): 50-52.
- Kurt, R., Cil, M., Aslan, K. and Cavus, V., 2011. Effect of Pressure Duration on Physical, Mechanical and Combustibility Characteristics of Laminated Veneer Lumber (LVL) Made with Hybrid Poplar Clones. *BioResources* 6(4), 4886-4894.
- Lam, F., 2001, Modern structural wood productes, *Prog. Struct. Eng. Mat.* 3 (3), 238-245.
- Lehmann, W.F., Hefty, F. V., 1973. Resin efficiency and dimensional stability of flakeboards. *USDA Forest Service Research, Note, FPL 207. Forest Products Laboratory, Madison, WIS.*
- Maloney, T.M, 1993, *Modern Particle Board and Dry Process Fiberboard Manufacturing*, San Francisco: MillerFreeman, Madison, WI: Forest Products Society.
- Mendes, L. M, Iwakiri, S., Matos, J.L.M., JR, S.K., and Saldanha, L.K., jan./jul.2003. Effects of panels Density, Composition and Resin content on OSB panels properties, *Floresta e Ambiente*, 10(1):P.01-17.
- Malanit, P., Barbu, M.C. and Fruhwald, A., 2009. The gluability and bonding quality of an Asian bamboo (*Dendrocalamus Asper*) for the production of composite lumber. *Journal of Tropical Forest Science*, 21(4): 361-368.
- Moslemi, A.A., 1974. *Particleboards. Volume I-materials and volume II technology*. Southern Illinois University Press, IL 62902-3697, Carbondale, USA.
- Nazerian, M., Beyki, Z., Mohebbi-Gargarii, R. and Kool, F., 2016. The effect of some technological production variables on mechanical and physical properties of particleboard manufactured from cotton ("*Gossypium hirsutum*") stalks. *Maderas: Ciencia y tecnología*, 18(1): 167-178.
- Nemli, G., 2002. Factors Affecting the Production of E1 Type Particleboard. *Turk Journal Agriculture Forestry*, 26:31-36.
- Engineering properties of Hornbeam wood in Veisar Region, 5(9): 109-149.
- Hrazsky, J and Kral, P., 2011, Optimization of a Pressing Diagram in OSB Pressing, *Dravna Industrija*, 62 (1): 27-35.
- Iswanto, A.H., Azhar, I., Supriyanto, M. and Susilowati, A., 2014. Effect of resin type, pressing temperature and time on particleboard properties made from sorghum bagasse. *Agriculture, Forestry and Fisheries*, 3(2): 62-66.
- Jahanilomer, Z. and Farrokhpayam, S.R., 2015. Vertical density profile, a keyparameter for evaluating of particleboard quality. *Journal of Wood and Forest Science and Technology*, 21(4):1-21.
- Jahan Latibari, A., Hossienzadeh, A. and Tabarsa, T., 1996. Investigation on the Effect of UF Resin Polymerization Variables on Strength of UF Bonded Hornbeam Particleboard. *Wood and Paper Research*, 1(148): 1-48.
- Jahan Latibari, A., Nourbakhsh, A., Kargarfard, A. and Arabtebar, H., 1997. Acidity and buffering capacity of Iranian industrial wood. *Research and Reconstruction*, 4(33): 39-45
- Jiménez L, Rodríguez A, Ferrer JL, Pérez A. and Angulo V., 2000. Paulownia a fast growing plant, as a raw material for paper manufacturing. *Afinidad* 62:100–105.
- Kamrani, S., Moradifar, A., Yadollahi, S. and Saraeyan, R., 2013. The investigation feasibility of Oriented Strand Board to parquet production from mixed residual veneer Poplar and Beech. *Iranian journal of wood and paper industries*, 3(2): 25-38.
- Kargarfard, A., Enayati, A.A., Jahan Latibari, A. Hosseinzadeh, A. and Nourbakhsh, A., 1998. Investigation on the effect of wood PH on particleboard properties. *Wood and Paper Research*, 181: 51-155
- Kargarfard, A., 2003. Investigation on the Effect of Production Variables on Heat Transfer Mechanism During Particleboard Pressing. ph.d. thesis, Department of Wood and Paper Science, Tehran Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran.
- Kargarfard, A., Doosthosseini, K., Jahan Latibari, A. and Hosseinzadeh, A., 2003. Press time and temperature effect on heat transfer in particleboard production process. *Research & Reconstruction*, 16 (1): 56-62.
- Kargarfard, A., 2011. The Effect of Resin Gradient and Press Time on the Physical and Mechanical Properties of Particleboard Produced from Citrus Tree Wood. *Journal of wood and forest science and technology*, 18(2): 25-40

- plywood manufacture. Weyerhouser selence symposium Phenolic resins chemistry and application: 315-323.
- Salari, A., Tabarsa, T., Khazaeian, A. and Saraeian, A., 2012. Effect of nanoclay on some applied properties of Sci., oriented strand board (OSB) made from underutilized low quality paulownia (*Paulownia fortunei*) wood. *J Wood*, 58: 513-524.
- SBA, 2005.OSB Performance by Design, Oriented Strand Board in Wood Frame Construction, U. S. Edition, Structural Board Association, Canada.
- Stanton, B.J., Eaton, J., Johnson, D., Rice, B., Schuette, B. and Moser, B., 2002. Hybrid poplar in the pacific northwest, the effects of market driven management. *Journal of Forestry* 100(4): 28-33.
- Stefka, V., 1999. Particleboard pressing process and transfer phenomena. TU Zvolen, 61p.
- Suzuki, S., and Takeda, K., 2000. Production and properties of Japanese oriented strand board .I: Effect of strand length and orientation on strength properties of Sugi oriented strand board, *journal Wood science*, 46,289-295
- Tabarsa, T. and Chui, H., 2000. Wood behavior in transverse compression. Part1: apparatus and preliminary results. *Wood and Fiber Science* 32(2):144-152.
- Tabarsa, T. and Yadollahi, S., 2005. Effect of strand orientation and press cycle on properties of OSB made from Iranian beech strand. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 12(4): 162-167
- Tamjidi, A. Faezipour, M.M., Doosthoseini, K., Ebrahimi, Gh. and Khademieslam, H., 2016. Investigation on the properties of oriented strand boards (OSB) made from mixture ten-year-old poplar clones. *Iranian Journal of Wood and Paper Science Research*, 31(4): 647-661.
- Thoemen, H., Irle, M., and Sernek, M. 2010. Wood-Based Panels. An Introduction for Specialists, Published by Brunel University Press, London, England.
- Winandy, J.E and Kamke, F.A., 2004. Fundamentals of composite processing. Proceeding of a Workshop. Gen. Technical Report, FPL-GTR-149. Madison, WI: USDA. Forest Service.FPL.118 P.
- Youngquist, John A, 1999, Wood-based composites and panel products, *Wood handbook: wood as an engineerin material*.
- Zhou, D., 1990. A study of oriented structural board made from hybrid poplar Physical and mechanical properties of OSB. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 48: 293-296.
- Nemli, G., Aydin, I. and Zekovic, E., 2007. Evaluation of some of the properties of particleboard as function of manufacturing parameters. *Material and Design*, 28: 1169-1176.
- Nieh, W. L.S., Sellers, J. T., 1991. Performance of flake board Bonded with three PF resins of different moleratios and Molecular weights. *Forest product Journal*. 41(6): 49-53.
- Nourbakhsh, A., Hosseinzadeh, A., Kargarfard, A., Golbabaei, F., Hosseinkhani, H. and Salehi, K., 1998. Investigation on the Possibility of Particleboard Production from Lignocellulosic Sources on Southern Region of Iran. *Wood and Paper Research* 7, Technical Publication 102:1-42.
- Nourbakhsh, A., Kargarfard, A. and Golbabaei, F., 2009. Investigation of physical and mechanical properties of *paulownia* wood in particleboard Industry. *Iranian Journal of Wood and Paper Science Research*, 24(1): 15-25.
- Ohlmeyer, M. and Kruse, K., 1999. Hot stacking and its effects on panel properties. *Proceeding of European Panel Products Symposium, Cardiff*, pp: 293-300
- Pizzi, A., 1994. *Advanced Wood Adhesive Technology*. CRC Press Book. 304p.
- Ramtin, A., Dadkhah Tehrani, B. and Doosthoseini, K., 2008. Investigation of press temperature and press time on physical and mechanical properties of OSB board made of Aspen. *Iranian Journal of Wood and Paper Science Research*, 23(1): 74-82.
- Rebollar, M., Perez, R. and Vidal, R. 2007. Comparison between oriented strand boards and other wood-based panels for the manufacture of furniture. *Elsevier, Materials and Design*, 28: 882-888.
- Reisi, M., Enayati, A.A., Doosthoseini, K. and Pourtahmasi, K., 2012. Evaluation of layering technique effect with poplar and resin content in surface layer and press time on physical and mechanical properties of Particleboard. *Journal of Wood and Forest Science and Technology*, 19(1): 135-148.
- Roffael, E. and Dix, B., 1988. Zur Bedeutung von schnellwüchsigen Baumarten als Rohmaterial für die Werkstoff, *Holzwerkstoffherstellung unter besonderer Berücksichtigung von Pappelholz für Spanplatten*. *Holz Roh*, 46(7): 245-252.
- Rokiah-Hashim, R., Said, N., Lamaming, J., Baskaran, M., Sulaiman, O. Sato, M.; Hizirolu, S. and Sugimoto, T., 2011. Influence of press temperature on the properties of binderless particleboard made from oil palm trunk. *Mater Des* 32: 2520-2525.
- Sabeti, H., 1990. *Forests, Trees and Shrubs of Iran*. University of Yazd, Iran, 806p.
- Saeki, y., 1979. The application of phenolic resins to

Investigation on the possibility of oriented strand board (OSB) production from hornbeam wood

A. Tamjidi¹, M. M. Faezipour^{2*}, K. Doosthoseini³, Gh. Ebrahimi³ and H. Khademieslam⁴

1- Ph.D. Graduate, Department of Wood and Paper Science, College of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

2*-Corresponding Author, Professor, Department of Wood and Paper Science and Technology, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Tehran, Iran, Email: mfaezi@ut.ac.ir

3- Professor, Department of Wood and Paper Science and Technology, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Tehran, Iran

4-Professor, Department of Wood and Paper Science, College of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Received: Nov., 2018

Accepted: Feb., 2019

Abstract

In this study, the possibility of three-layered oriented strand board production from hornbeam (*Carpinus betulus L.*) wood was investigated. Two press times (6 and 8 minutes) and three press temperatures (180°C, 200°C and 220°C) were applied and 12 mm thick laboratory boards were made from hornbeam wood strands. The strands on the surface layers were aligned in the longitudinal direction of the board and the middle layer strands are cross aligned to the surface layers. In all treatments, board density of 0.7 g/cm³ and mat moisture content of 7% and phenol-formaldehyde resin (PF) content of 7% based on the oven dry weight of the strands were kept constant. The mechanical and physical properties of the boards were measured as defined in relevant European standards test methods EN 300. The internal bond (IB) and thickness swelling (TS₂₄) of boards were significantly improved as the press time increased from 6 to 8 minutes. The modulus of rupture (MOR) and internal bond (IB) and thickness swelling (TS₂₄) were significantly improved as the press temperature increased from 180°C to 220°C. Overall results showed that the highest MOR and IB and the lowest TS₂₄ were reached at 8 minutes press time and 220°C press temperature and the properties of all boards made applying these conditions exceed the EN 300 standards values for MOR, MOE, IB and TS₂₄.

Keywords: Oriented strand board (OSB), hornbeam, press time, press temperature, phenol-formaldehyde.