

بررسی ویژگی‌های تخته تراشه جهت‌دار (OSB) ساخته شده از مخلوط کلن‌های ده‌ساله صنوبر

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

۱- دانشجوی دکترای تخصصی، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

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

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

۴- دانشیار، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۹۵

تاریخ دریافت: بهمن ۱۳۹۴

چکیده

در این تحقیق اثر رطوبت کیک و حرارت پرس بر خواص فیزیکی و مکانیکی تخته تراشه جهت‌دار سه‌لایه ارزیابی شد. تخته‌های آزمایشگاهی به ضخامت ۱۲ میلی‌متر، درحالی‌که جهت تراشه‌های لایه سطحی در جهت طول تخته و جهت تراشه‌های لایه میانی، عمود بر لایه سطحی بود، از مخلوط چوب سه کلن ده‌ساله صنوبر دورگه (*populus euramericana vernirubensis, p. e. I-1*) با استفاده از دو سطح رطوبت کیک ۷ و ۱۰ درصد و سه سطح حرارت پرس ۱۸۰، ۲۰۰ و ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد ساخته شدند. در کلیه تیمارها، دانسیته تخته‌ها ۰/۷ گرم بر سانتیمتر مکعب، زمان پرس ۸ دقیقه و نوع چسب مصرفی فنل فرمالدئید به میزان ۷ درصد وزن خشک چوب بود. خواص مکانیکی و فیزیکی تخته‌های آزمونی بر پایه استاندارد اروپایی (EN 300) برای تولید تخته تراشه جهت‌دار ارزیابی شد. نتایج حاصل نشان داد که افزایش رطوبت کیک اثر بسیار معنی‌داری بر افزایش ویژگی‌های خمشی تخته‌ها داشت، به طوری‌که بالاترین مدول گسیختگی در رطوبت کیک ۱۰ درصد و حرارت پرس ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد و بالاترین مدول الاستیسیته در رطوبت کیک ۱۰ درصد و حرارت پرس ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد به دست آمد. افزایش حرارت پرس نیز اثر معنی‌داری در افزایش مدول گسیختگی تخته‌ها و همچنین کاهش واکشیدگی ضخامت ۲۴ ساعت تخته‌ها داشت. به طوری‌که کمترین واکشیدگی ضخامت ۲۴ ساعت در رطوبت کیک ۷ درصد و حرارت پرس ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد به دست آمد. البته بالاترین چسبندگی داخلی نیز در رطوبت کیک ۷ درصد و حرارت پرس ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد به دست آمد. در تمامی حالت‌ها خصوصیات تخته‌های تولیدشده بیشتر از حد استاندارد مورد استفاده بود.

واژه‌های کلیدی: تخته تراشه جهت‌دار، صنوبر دورگه، کلن، حرارت پرس، رطوبت کیک، فنل فرمالدئید.

مقدمه

چوبی از منابع غیر جنگلی و تولید محصولات بادوام مورد توجه خاصی قرار گرفته است (Reddy & Yang, 2009; Kurt & Cavus, 2011; Salari et al., 2012; Bayatkashkoli & Faegh, 2014). در این میان تخته

با توجه به رشد روزافزون جمعیت جهان و کاهش چشمگیر سطح جنگل‌ها در سال‌های اخیر به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه، تأمین مواد اولیه صنایع مختلف

چوبی از جمله تخته تراشه جهت دار منبعی قابل اتکا می‌باشند (Roffael & Dix, 1988; Zhou, 1990; Eckenwalder, 1996; Mackes & Lynch, 2001; Zoralioglu, 2003; Kurt & Cavus, 2011; Akrami *et al.*, 2014a,b).

در کشور ایران که طبق گزارش سازمان خواربار جهانی (FAO) جزو مناطق فقیر از لحاظ منابع جنگلی به‌شمار می‌آید (FAO Reaport, 2015)، از سال ۱۹۵۶ علاوه بر گونه‌های بومی صنوبر تعدادی از ارقام مختلف سریع‌الرشد این گونه از سایر کشورها به‌منظور بررسی شرایط رشدی و میزان چوب‌دهی آنها برای تأمین جایگزین‌های قابل اطمینان برای گونه‌های جنگلی در مصارف چوبی وارد شده است (Khial & Sadraie, 1984). در این میان در تحقیقات گسترده‌ی ۱۰ ساله‌ای که توسط Ghasemi و Modir-Rahmati (۲۰۰۴) بر روی انواع گوناگونی از گونه‌های صنوبر سریع‌الرشد انجام شد، مشخص گردید که ۵ کلن *Populus × euarmericana* *P. × e. Costanzo* *P. × e. I-214 vernirubensis* *P. × e. 561/41* و *P. × e. 154* بالاترین میزان چوب‌دهی را طی سال‌های متوالی یک دوره ده‌ساله داشته و برای پرورش به‌عنوان گونه‌های سریع‌الرشد صنعتی به بخش‌های اجرایی معرفی شدند. محققان همچنین توصیه کردند به دلیل محاسنی که جنگل‌کاری‌های آمیخته دارند و نیز به‌منظور پرهیز از مشکلات و مسائل متداول در کاشت انفرادی، به جای استفاده از یک کلن برای کاشت در سطوح وسیع، از مجموعه‌ای از کلن‌های برتر استفاده شود تا در صورت بروز مسائل و مشکلات احتمالی، کل عرصه زیر کشت دچار صدمات شدید و معضلات زیست‌محیطی نگردد.

Kurt و Cavus (۲۰۱۱) گونه صنوبر دورگه *P. e. I-214* را در ساخت تخته الوار با تراشه‌های موازی (PSL_۳) با استفاده از دو نوع چسب اوره فرمالدئید و فنل فرمالدئید به کار بردند و بیان کردند که این گونه برای تولید این محصول مناسب می‌باشد. نتایج همچنین نشان داد که تخته‌های تولیدشده از چسب فنل فرمالدئید خواص فیزیکی و مکانیکی مطلوب‌تری نسبت به چسب اوره برای مصارف

تراشه جهت‌دار (OSB) یکی از فراورده‌های مرکب چوبی است که مصارف متنوعی اعم از کاربرد در ساختمان‌سازی، صنایع مبلمان، صنایع بسته‌بندی و غیره دارد (Biblis, 1985; Lam, 2001; Rebollar *et al.*, 2007) و تولید صنعتی آن به دلیل استفاده از منابع چوبی ارزان با قابلیت دستیابی آسان، برای ساخت یک محصول بادوام، با مقاومت بالا و ارزش زیاد، رو به افزایش بوده (Yin, 1987; Carino *et al.*, 1990; Guse, L.M., 1995; Bauman, 1999; APA., 2001; UN., 2011) و گام مهمی در جهت توسعه پایدار می‌باشد.

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, 2007; Thoemen *et al.*, 2010; Gunduz *et al.*, 2011). البته تحقیقات فراوانی در رابطه با عوامل تأثیرگذار بر خواص کاربردی تخته تراشه جهت‌دار به‌منظور بهبود خواص محصول نهایی و اقتصادی کردن 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; Valentina *et al.*, 2014). در این میان تحقیق روی مواد اولیه جایگزین مانند گونه‌های سریع‌الرشد 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; Jimenez *et al.*, 2005).

گونه‌های صنوبر (*Populus spp.*) از منابع سریع‌الرشد غیرجنگلی می‌باشند که از نظر سهولت در زراعت، تولید چوب بالا و نقش آن در جنبه‌های مختلف اقتصادی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و به‌دلیل دارا بودن خواص فیزیکی، مکانیکی، آناتومیکی و شیمیایی مطلوب برای تأمین مواد اولیه در تولید محصولات چوبی و فراورده‌های مرکب

داخلی تخته‌ها افزایش و حداکثر فشار لازم برای پرس تخته‌ها کاهش می‌یابد. همچنین حداکثر واکنشیدگی ضخامت در تخته‌هایی مشاهده شد که مقدار رطوبت کیک کمتر و میزان مصرف چسب کمتری داشتند.

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.

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 از ۱۷۵ به ۱۸۵ درجه سانتی‌گراد باعث افزایش معنی‌دار مدول گسیختگی و چسبندگی داخلی تخته‌ها و کاهش واکنشیدگی ضخامت آنها شده است.

Edalat و همکاران (۲۰۱۴) اثر میزان نفوذ چسب فتل فرمالدئید بر مقاومت تخته تراشه جهت‌دار را در رطوبت‌های مختلف تراشه‌های صنوبر (۲، ۴ و ۱۰ درصد) مورد بررسی قرار دادند و مشخص شد که با افزایش رطوبت تراشه‌ها مقاومت چسبندگی داخلی تخته‌ها بهبود می‌یابد.

Jahanilomer و Farrokhpayam (۲۰۱۵) اثر رطوبت کیک، 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 با افزایش رطوبت کیک، میزان فشردگی و دانسیته لایه سطحی افزایش یافته و مقاومت خمشی تخته‌ها بهبود می‌یابد.

طبق استاندارد اروپایی EN 300 نوعی از تخته تراشه جهت‌دار OSB/1 می‌باشد که دارای کاربردهای عمومی بوده

بیرونی دارند. محققان همچنین تحقیقی را روی دیگر گونه‌های صنوبر سریع‌الرشد پیشنهاد کردند.

Akrami و همکاران (۲۰۱۴ b) طی تحقیقی در مقایسه تخته تراشه‌های حاصل از ترکیب گونه راش اروپایی و صنوبر نشان دادند که در حالت استفاده از مخلوط درهم تراشه‌های راش و صنوبر، بالاترین مدول گسیختگی و کمترین واکنشیدگی ضخامت و همچنین در حالت استفاده از تراشه‌های صنوبر در سطح و ۳۰ درصد تراشه‌های ریزتر راش در مغز تخته، بالاترین مدول الاستیسیته و در حالت استفاده از تراشه‌های راش در سطح و ۳۰ درصد تراشه‌های ریزتر صنوبر در مغز تخته بالاترین مقاومت چسبندگی داخلی تخته‌ها بدست می‌آید. آنها همچنین بیان داشتند که در تخته‌هایی که از ترکیب ۵۰ درصد تراشه‌های صنوبر در سطح و ۵۰ درصد تراشه‌های راش در مغز ساخته می‌شوند، میزان مدول گسیختگی و مدول الاستیسیته و واکنشیدگی ضخامت تخته‌ها نسبت به حالت استفاده از ترکیب معکوس، بهبود می‌یابد. محققان همچنین پیدا کردن مواد خام جایگزین جدید را کلید طلایی برای توسعه صنعت OSB در آینده بیان کردند.

رطوبت کیک و متغیرهای پرس به‌ویژه حرارت پرس نقش تعیین‌کننده‌ای بر فرایند تولید و ویژگی‌های صفحات فشرده چوبی دارند (Hrazsky, 1978; Kuhne & Belmow, 2011). به طوری که 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 با مشکل مواجه نگردد (Doosthoseini, 2007).

McNatt و Liu (۱۹۹۱) اثر رطوبت کیک خرده چوب (در سه سطح ۶٪، ۱۲٪ و ۱۸٪) و میزان مصرف چسب اوره فرمالدئید را بر واکنشیدگی ضخامت تخته تراشه جهت‌دار گونه صنوبر مورد بررسی قرار دادند و مشخص شد که با افزایش میزان رطوبت کیک به بالاترین سطح مورد آزمایش، نرمی تراشه‌های چوب افزایش یافته، در نتیجه چسبندگی

تصادفی تهیه شدند. متوسط دانسیته و قطر برابر سینه گونه‌ها به ترتیب $0/4 - 0/34$ گرم بر سانتی‌متر مکعب و $33 - 25$ سانتیمتر بود. درختان پس از قطع به قطعاتی به طول 120 سانتی‌متر تبدیل شده و بلافاصله به آزمایشگاه صنایع چوب دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران - کرج منتقل شدند. در آن مکان چوب‌ها توسط یک اره گرد طی چند برش به قطعاتی بدون پوست به ابعاد 150×20 (در جهت الیاف) میلی‌متر تبدیل شدند و در نهایت توسط یک دستگاه تراشه‌گیر صفحه‌ای آزمایشگاهی به تراشه‌هایی با ابعاد (ضخامت به طور میانگین $0/65 - 0/55$)، (پهنا 20)، (طول در جهت الیاف 75 میلی‌متر) تبدیل شدند. تراشه‌ها پس از تولید با هم مخلوط شده و در هوای آزاد تا رطوبت 10 درصد خشک شدند. سپس توسط یک خشک‌کن آزمایشگاهی رطوبت آنها به $2 - 1/5$ درصد رسید. از آنجایی که در این تحقیق رطوبت کیک یک عامل متغیر بود، برای دستیابی به رطوبت کیک مورد نیاز (7 و 10 درصد) با توجه به نوع تیمار و خصوصیات چسب مصرفی، مقدار آب لازم روی تراشه‌ها اسپری شد و در نهایت برای توزیع یکسان رطوبت، تراشه‌ها پس از توزین و کدگذاری در کیسه‌های نایلونی به‌طور جداگانه ذخیره شدند. چسب مایع فنل فرمالدئید از شرکت ایران چوب با مشخصات جدول ۱ تهیه شد.

و تخته‌های تولید شده طبق شرایط آن بیشتر در محیط‌های داخلی و شرایط خشک اعم از تولید مبلمان استفاده می‌شوند (Rebollar et al., 2007) اما OSB/2 تخته‌های ساختمانی برای تحمل بار می‌باشد (DIN EN 300, 1997 E) که مشخصات آن برای مقایسه با نتایج حاصل از این تحقیق استفاده شد.

با توجه به مطالب بیان شده تحقیق پیش‌رو، به منظور بهینه کردن شرایط ساخت و بهبود ویژگی‌های تخته تراشه جهت دار انجام شد و طی آن خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌های آزمایشگاهی ساخته شده از مخلوط 3 کلن برتر صنوبر دورگه سریع‌الرشد اورامریکن *p.e.vernirubensis*, (*p.e.I-214*, *p.e.561/41*) معرفی شده طبق طرح تحقیقاتی پیشین (Ghasemi & Modir-Rahmati, 2004)، مورد بررسی از لحاظ تأثیر 2 سطح رطوبت کیک (7 و 10 درصد) و 3 شرایط دمایی پرس (دماهای 180 ، 200 و 220 درجه سانتی‌گراد) قرار گرفت. همچنین هدف از این مطالعه ارزیابی کاربرد مخلوط صنوبر دورگه به‌کار رفته به‌عنوان یک ماده جایگزین مناسب در ساخت OSB بوده است.

مواد و روش‌ها

درختان سه کلن ده‌ساله صنوبر دو رگه سریع‌الرشد اورامریکن (*p.e.vernirubensis*, *p.e.I-214*, *p.e.561/41*) از مرکز تحقیقات البرز شهر کرج - ایران به صورت کاملاً

جدول ۱- مشخصات چسب فنل فرمالدئید مصرفی

ویسکوزیته (در 20°C)	مواد جامد (درصد)	دانسیته (در 20°C)	PH (در 20°C)	زمان انعقاد
۲۶۰ cp	۶۱	$1/15 \text{ g/cm}^3$	۱۲/۵	۷۰ ثانیه در 160°

لایه سطحی بود و نسبت وزنی لایه‌ها ($25 : 50 : 25$) درصد بود، تشکیل شد. کیک‌ها در یک پرس هیدرولیکی آزمایشگاهی از نوع BURKLE LA-160 ساخت کشور آلمان تا ضخامت نهایی 12 میلی‌متر به مدت 8 دقیقه در سه دمای مختلف 180 ، 200 و 220 درجه سانتی‌گراد پرس

میزان 7% چسب (بر مبنای وزن خشک چوب) توسط یک چسب‌زن آزمایشگاهی دوار (Rotary Blender) روی تراشه‌ها اسپری شد. سپس در یک قالب چوبی به ابعاد $450 \times 450 \times 250$ میلی‌متر به کمک دست جهت‌دهی شدند و کیک سه لایه درحالی‌که جهت تراشه لایه وسط، عمود بر

اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل نتایج با استفاده از آزمون فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و توسط نرم‌افزار MSTATC انجام شد. البته با کمک تکنیک تجزیه واریانس اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشخص شد و برای گروه‌بندی میانگین‌ها از آزمون دانکن استفاده گردید.

نتایج

نتایج آزمایشات در جداول ۲ و ۳ آورده شده است. همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود اثر مستقل رطوبت کیک بر مدول گسیختگی و مدول الاستیسیته خمشی تخته‌ها در سطح احتمال ۹۹ درصد معنی‌دار بوده است. به طوری که با افزایش رطوبت کیک از ۷ به ۱۰ درصد مدول گسیختگی و مدول الاستیسیته خمشی تخته‌ها بهبود یافته است (شکل‌های ۱ و ۲).

شدند. دانسیته نهایی اسمی تخته‌ها ۰/۷ گرم بر سانتیمتر مکعب و فشار حداکثر پرس ۳۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع و سرعت بسته شدن پرس ۵ میلی‌متر در ثانیه بود. در این تحقیق با توجه به دو عامل متغیر رطوبت کیک (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 تخته‌ها کدگذاری شده و به مدت حداقل سه هفته در اتاق مشروط سازی در شرایط رطوبت نسبی ۶۵٪ و دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند و بعد نمونه‌های آزمایشی طبق استاندارد اروپایی EN 326-1 از آنها تهیه شد. مدول گسیختگی (MOR)، مدول الاستیسیته (MOE)، مقاومت چسبندگی داخلی (IB) و واکنشیدگی ضخامت ۲۴ ساعت (TS₂₄) نمونه‌های آزمایشی به ترتیب مطابق با استاندارد اروپایی (EN 310, EN 319, EN 317)

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

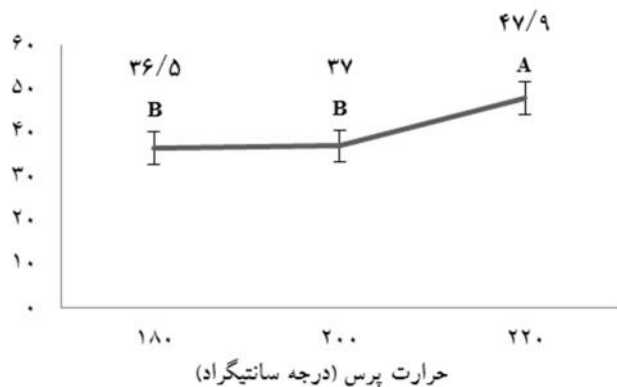
		۷		۱۰		رطوبت کیک (درصد)
		۲۲۰	۲۰۰	۱۸۰	۲۰۰	حرارت پرس (درجه سانتی‌گراد)
		۳/۵	۳/۸	۳/۹	۳/۸	رطوبت تخته‌ها (درصد)
		۰/۶۷	۰/۷۲	۰/۷	۰/۶۷	دانسیته خشک (g/cm ³)
		۳۴/۰	۳۲/۷	۴۲/۲	۳۰/۷	مدول گسیختگی (مگاپاسکال)
		۶۶۶۷	۵۷۱۰	۸۱۰۰	۵۴۵۹	مدول الاستیسیته (مگاپاسکال)
		۰/۴۱	۰/۵۲	۰/۳۵	۰/۴۶	چسبندگی داخلی (مگاپاسکال)
		۱۰/۰۶	۱۱/۶۴	۱۳/۱۳	۱۸/۰۳	واکنشیدگی 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)	واکنشیدگی ضخامت ۲۴ ساعت (F)
رطوبت کیک	۱	۹۶/۴۱۱۱**	۱۴/۴۶۹۷**	۲/۵۴۹۶ ^{ns}	۰/۰۴۲۳ ^{ns}
حرارت پرس	۲	۲۱/۱۱۷۰**	۲/۸۶۱۳ ^{ns}	۲/۰۲۴۴ ^{ns}	۵/۱۳۹۶*
رطوبت کیک × حرارت پرس	۲	۱۳/۶۴۲۹**	۵/۸۵۱۹*	۴/۸۶۰۲*	۴/۱۰۸۹*

** معنی‌دار در سطح ۱ درصد، * معنی‌دار در سطح ۵ درصد، ^{ns} غیر معنی‌دار

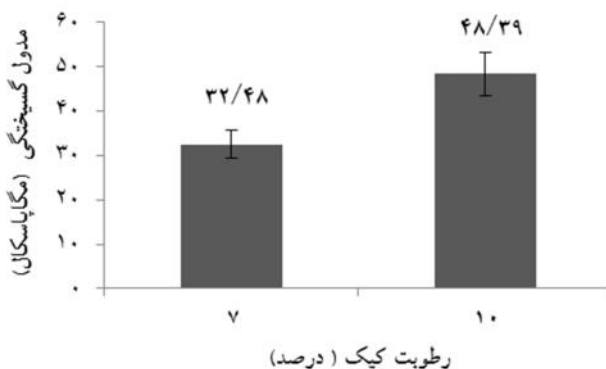
مدول گسیختگی بوده و در گروه A قرار گرفته‌اند اما میان تخته‌های ساخته شده با حرارت پرس ۱۸۰ و ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد اختلاف معنی‌داری نبوده است و هر دو در گروه B جدول دانکن قرار گرفته‌اند (شکل ۳).



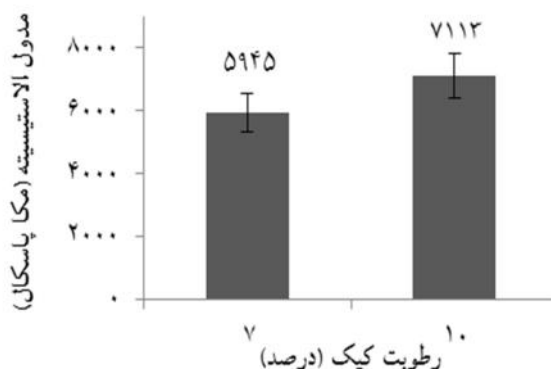
شکل ۳- اثر مستقل حرارت پرس بر مدول گسیختگی

همچنین اثر مستقل حرارت پرس بر مدول الاستیسیته و چسبندگی داخلی تخته‌ها معنی‌داری نبوده است هر چند که از نظر عددی با افزایش حرارت پرس از ۱۸۰ به ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد، مقادیر میانگین مدول الاستیسیته و چسبندگی داخلی تخته‌ها افزایش یافته بود و بالاترین میانگین مدول الاستیسیته در حرارت پرس ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد و بالاترین میانگین چسبندگی داخلی در حرارت پرس ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد به دست آمده است.

نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس اثر مستقل حرارت پرس بر واکنشیدگی ضخامت ۲۴ ساعت تخته‌ها در سطح احتمال ۹۵ درصد معنی‌دار بوده است. به طوری که با افزایش حرارت پرس از ۱۸۰ به ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد، میانگین واکنشیدگی ضخامت ۲۴ ساعت تخته‌ها بهبود یافته است و مقدار آن از ۱۵/۵۷۷ درصد به ۱۱/۱۳۰ درصد کاهش یافته است. گروه بندی میانگین‌ها به وسیله آزمون دانکن نیز واکنشیدگی ضخامت ۲۴ ساعت تخته‌های ساخته شده را در حرارت‌های مختلف پرس در دو گروه مستقل و یک گروه بینابینی قرار داده است. به این صورت که در شرایط استفاده از حرارت پرس ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد،



شکل ۱- اثر مستقل رطوبت کیک بر مدول گسیختگی

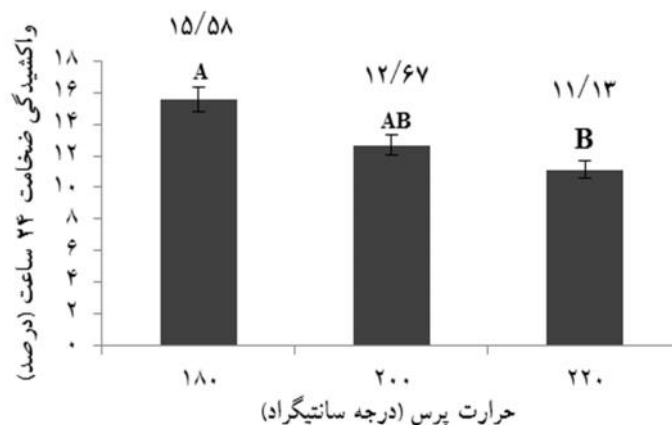


شکل ۲- اثر مستقل رطوبت کیک بر مدول الاستیسیته

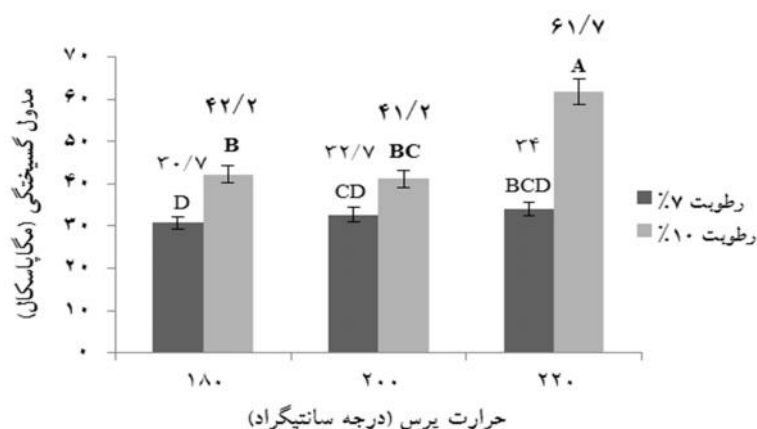
با توجه به جدول تجزیه واریانس اثر مستقل رطوبت کیک بر چسبندگی داخلی و واکنشیدگی ضخامت ۲۴ ساعت تخته‌ها معنی‌داری نبوده است، هر چند که از نظر عددی میانگین چسبندگی داخلی تخته‌ها در رطوبت کیک ۷ درصد بهتر بوده است.

نتایج به دست آمده از جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد که اثر مستقل حرارت پرس بر مدول گسیختگی در سطح احتمال ۹۹ 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 مقدار آن از ۳۶/۴۷۳ مگا پاسکال در ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد به ۴۷/۸۷۱ مگا پاسکال در ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد رسیده است. طبق آزمون دانکن تخته‌های ساخته شده با حرارت پرس ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد دارای بالاترین

واکسیدگی ضخامت ۲۴ ساعت تخته‌ها با حداقل مقدار در گروه B و در شرایط استفاده از حرارت پرس ۱۸۰ درجه گرفته است (شکل ۴).



شکل ۴- اثر مستقل حرارت پرس بر واکسیدگی ضخامت ۲۴ ساعت



شکل ۵- اثر متقابل رطوبت کیک و حرارت پرس بر مدول گسیختگی

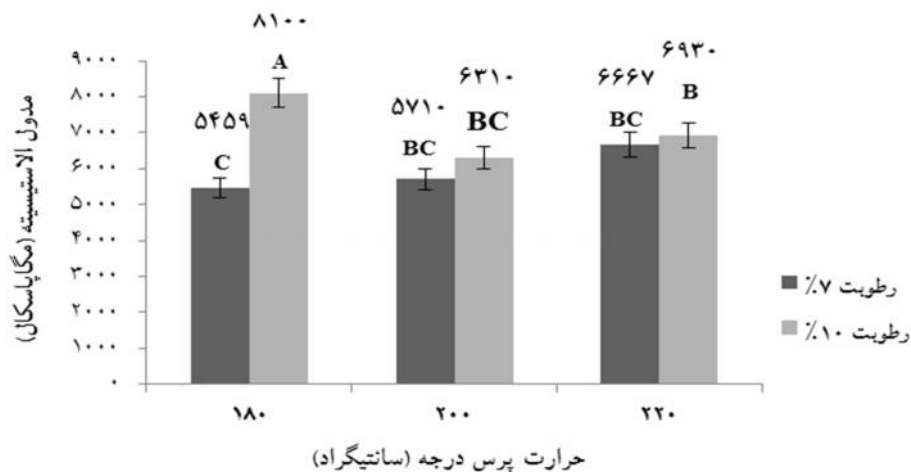
سانتی‌گراد با حداکثر مقدار در گروه A جدول دانکن قرار گرفته‌اند (شکل ۵).

همچنین اثر متقابل رطوبت کیک و حرارت پرس بر مدول الاستیسیته خمشی در سطح احتمال ۹۵ درصد معنی‌دار بوده است و با توجه به نتایج آزمون دانکن، مدول الاستیسیته تخته‌ها در حالت استفاده از رطوبت کیک ۷ درصد و حرارت پرس ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد، با کمترین مقدار در گروه C و در شرایط استفاده از رطوبت کیک ۱۰ درصد و

همچنین نتایج نشان داد که تأثیر متقابل رطوبت کیک و حرارت پرس بر مدول گسیختگی در سطح احتمال ۹۹ درصد معنی‌دار بوده است. به طوری که با افزایش رطوبت کیک و حرارت پرس، مدول گسیختگی تخته‌ها افزایش یافته است و در شرایط استفاده از رطوبت کیک ۷ درصد و حرارت پرس ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد، مدول گسیختگی تخته‌ها با حداقل مقدار در گروه D و در شرایط استفاده از رطوبت کیک ۱۰ درصد و حرارت پرس ۲۲۰ درجه

به شکل ۶، افزایش عوامل متغیر باعث بهبود مدول الاستیسیته شده است.

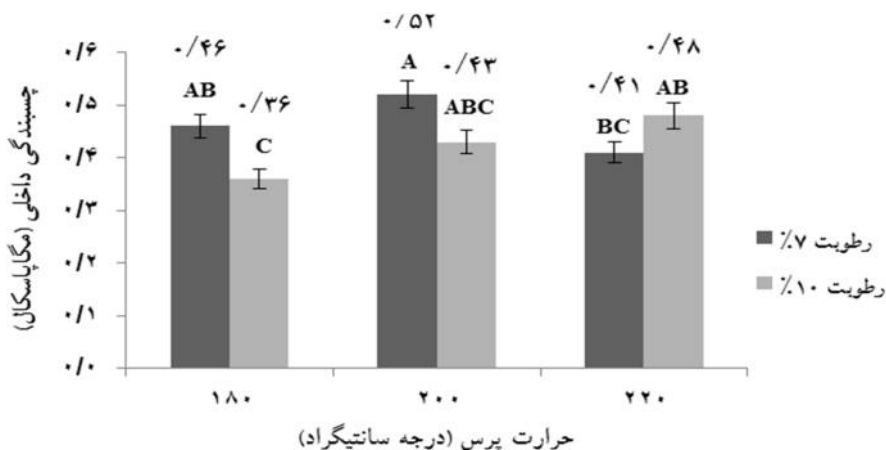
حرارت پرس ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد، با بیشترین مقدار در گروه A جدول دانکن قرار گرفته‌اند اما در مجموع با توجه



شکل ۶- اثر متقابل رطوبت کیک و حرارت پرس بر مدول الاستیسیته

سانتی‌گراد، چسبندگی داخلی تخته‌ها با کمترین مقدار در گروه C و در شرایط استفاده از رطوبت کیک ۷ درصد و حرارت پرس ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد با بیشترین مقدار در گروه A جدول دانکن قرار گرفته‌اند (شکل ۷).

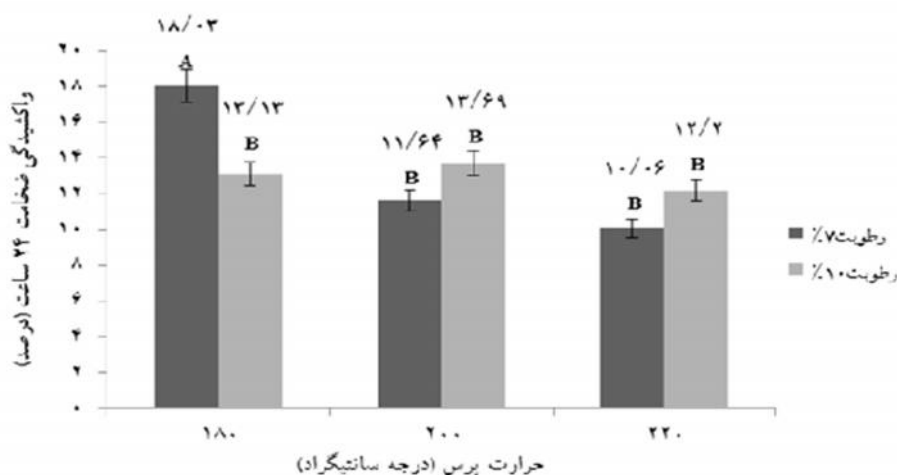
اثر متقابل رطوبت کیک و حرارت پرس بر چسبندگی داخلی تخته‌ها در سطح احتمال ۹۵ درصد معنی‌دار بوده است و با توجه به نتایج آزمون دانکن، در حالت استفاده از رطوبت کیک ۱۰ درصد و حرارت پرس ۱۸۰ درجه



شکل ۷- اثر متقابل رطوبت کیک و حرارت پرس بر چسبندگی داخلی

استفاده از رطوبت کیک ۷ درصد و حرارت پرس ۱۸۰ درجه، واکنش‌دهی ضخامت ۲۴ ساعت تخته‌ها با بیشترین مقدار در گروه A و در بقیه حالت‌ها در گروه B جدول دانکن قرار گرفته‌اند (شکل ۸).

اثر متقابل رطوبت کیک و حرارت پرس بر واکنش‌دهی ضخامت ۲۴ ساعت تخته‌ها در سطح احتمال ۹۵ درصد معنی‌دار بوده است و با توجه به نتایج آزمون دانکن، فقط دو گروه‌بندی برای میانگین‌ها وجود داشته است که در حالت



شکل ۸- اثر متقابل رطوبت کیک و حرارت پرس بر واکنشیدگی ضخامت ۲۴ ساعت

بحث

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; Kord et al., 2015).

نتایج به دست آمده همچنین نشان داد که حرارت پرس اثر معنی‌داری بر بهبود واکنشیدگی ضخامت ۲۴ ساعت تخته‌ها داشته است. به طوری که با افزایش حرارت پرس از ۱۸۰ به ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد مقدار واکنشیدگی ضخامت ۲۴ ساعت تخته‌ها از ۱۵/۵۸ درصد به ۱۱/۱۳ درصد کاهش یافته است (Ramtin et al., 2008). در این راستا تحقیقات انجام شده توسط Faraji (۱۹۹۳) نیز نشان داد که افزایش حرارت پرس موجب بهبود واکنشیدگی 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.

بر اساس نتایج به دست آمده رطوبت کیک اثر بسیار معنی‌داری بر مدول گسیختگی و مدول الاستیسیته تخته‌ها داشته است. به طوری که با افزایش رطوبت کیک از ۷ به ۱۰ درصد مقدار مدول گسیختگی ۴۹ درصد و مدول الاستیسیته تخته‌ها ۲۰ درصد افزایش یافته است. دلیل این امر نرم شدن بیشتر خرده چوب‌ها و فشرده شدن آسانتر آنها در رطوبت‌های بالاتر کیک می‌باشد که در نتیجه باعث افزایش دانسیته سطحی و بهبود ویژگی‌های خمشی تخته‌ها می‌شود (Kehr & Schoelzol, 1966; Latibari et al., 1996; Doosthosseini, 2007; Jahanilomer & Farrokhpayam, 2015).

نتایج به دست آمده همچنین نشان داد که حرارت پرس اثر بسیار معنی‌داری بر مدول گسیختگی تخته‌ها داشته است، به طوری که با افزایش حرارت پرس از ۱۸۰ به ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد مقدار مدول گسیختگی تخته‌ها ۳۱/۲۵ درصد افزایش یافته است. افزایش حرارت پرس باعث ایجاد دو پدیده می‌گردد، به نحوی که با افزایش حرارت صفحات پرس در لایه سطحی، بافت چوب نرم شده و در برابر فشرده شدن مقاومت کمتری از خود نشان می‌دهند (Moslemi, 1974; Ramtin et al., 2008; Hrazsky & Kral, 2011) که این امر موجب کاهش فضای خالی و تراکم بیشتر تراشه‌های چوب در لایه سطحی و در نتیجه افزایش ضریب همپوشانی

سانتی‌گراد باعث بهبود ۱۱/۴۵ درصدی آن شده و بالاترین میزان چسبندگی داخلی تخته‌ها در این حالت به دست آمد. در ادامه با افزایش حرارت پرس از ۲۰۰ به ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد، کاهش معنی‌داری در میزان چسبندگی داخلی تخته‌ها ایجاد شد. با افزایش رطوبت کیک از ۷ درصد به ۱۰ درصد و در حالت استفاده از حرارت پرس ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد، کمترین میزان چسبندگی داخلی تخته‌ها به دست آمد اما در این سطح از رطوبت کیک (۱۰ درصد) افزایش حرارت پرس از ۱۸۰ به ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد، باعث افزایش معنی‌داری در میزان چسبندگی داخلی تخته‌ها شد. البته نتایج مشابهی در تحقیقات پیشین به دست آمده است (Nemli, 2002; Kargarfard, 2003; Iswanto *et al.*, 2014). در تحقیقات انجام شده توسط Latibari و همکاران (۱۹۹۶) آمده است 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. در تحقیقات انجام شده توسط Ramtin و همکاران (۲۰۰۸) و همچنین Heebink (۱۹۷۲) نیز آمده است 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.

نتایج همچنین نشان داد که اثر متقابل رطوبت کیک و حرارت پرس بر واکنشیدگی ضخامت ۲۴ ساعت تخته‌ها معنی‌دار بوده است و تخته‌های ساخته شده با رطوبت کیک ۷ درصد و حرارت پرس ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد با بیشترین مقدار واکنشیدگی ضخامت ۲۴ ساعت در گروه A و میانگین واکنشیدگی ضخامت بقیه حالت‌ها، بدون اختلاف معنی‌داری در گروه B جدول دانکن قرار گرفت و از نظر مقدار عددی در حالت استفاده از رطوبت کیک ۷ درصد و با افزایش حرارت پرس تا ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد کمترین مقدار واکنشیدگی ضخامت ۲۴ ساعت (۱۰/۰۶ درصد) به دست آمد که این امر بیانگر نقش مثبت افزایش حرارت در بهبود اتصالات رزین به‌ویژه در لایه میانی کیک می‌باشد و تقریباً

نتایج به‌دست آمده همچنین نشان داد که اثر متقابل رطوبت کیک و حرارت پرس بر مدول‌گسیختگی، بسیار معنی‌دار بوده، به‌طوری‌که با افزایش رطوبت کیک (۱۰ درصد) و حرارت پرس (۲۲۰°C)، مدول‌گسیختگی تخته‌ها ۵۰ درصد افزایش یافته است. دلیل این امر آن است که نخست در حالت استفاده از حرارت‌های بالای پرس همان‌طور که قبلاً بیان شد اتصالات رزین گرماسخت مصرفی (فنل فرمالدئید) بهبود می‌یابد و درثانی در شرایط استفاده از رطوبت کیک بیشتر، دمای انتقال شیشه‌ای پلیمرهای لیگنین و همی‌سلولز چوب به حداقل رسیده و انعطاف‌پذیری تراشه‌های چوب، به دلیل نرم شدن و کاهش مقاومت آنها در برابر فشار وارده از طرف صفحات پرس به حداکثر می‌رسد که این امر باعث زیادترین کاهش در ضخامت خرده‌چوب‌ها و همچنین کاهش میزان خلل و فرج چوب شده که افزایش دانسیته لایه سطحی و در نتیجه بهبود مدول‌گسیختگی تخته‌ها را به همراه دارد (Kelly *et al.*, 1987; Kargarfard, 2003; Jahanilomer & Farrokhpayam, 2015).

نتایج همچنین نشان داد که اثر متقابل رطوبت کیک و حرارت پرس بر مدول‌الاستیسیته معنی‌دار بوده است و بالاترین مدول‌الاستیسیته در رطوبت کیک ۱۰ درصد و حرارت پرس ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد به دست آمد. همان‌طور که قبلاً بیان شد این امر به دلیل نقش مهم‌تر رطوبت کیک در پرس گرم، در کاهش حداکثری ضخامت تراشه‌های لایه سطحی با حداقل تخریب دیواره سلولی می‌باشد که در نتیجه افزایش قابلیت فشردگی تراشه‌های چوب و به تبع آن افزایش دانسیته لایه سطحی و بهبود مدول‌الاستیسیته را موجب می‌شود (Heebink *et al.*, 1972; Casy, 1987; Latibari *et al.*, 1996; Kargarfard, 2003; Jahanilomer & Farrokhpayam, 2015).

نتایج همچنین نشان داد که اثر متقابل رطوبت کیک و حرارت پرس بر چسبندگی داخلی تخته‌ها معنی‌دار بوده است. به‌طوری‌که در حالت استفاده از رطوبت کیک ۷ درصد، افزایش حرارت پرس از ۱۸۰ به ۲۰۰ درجه

- Biblis, E.J., 1985. Properties of three-layer oriented strand board from southern hardwoods. *Forest Products Journal*, 35(2): 28-32.
- 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.
- 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., 2007. Wood Composite Materials Manufacturing, Applications. University of Tehran, Iran. 705p.
- Doosthosseini. K. and Rowshani, A., 1997. Investigation the possibility of using *Haloxylon* sp. In particleboard manufacturing industry. *Iranian Journal Of Natural Resources*, 49: 87-96.
- Edalat, H.R., Faezipour, M.M., Doosthoseini, K., Tabarsa, T. and Mirshokraie, S.A., 2014. Evaluation of Penetration Effect of Phenol Formaldehyde Rrsin on Internal Bonding and Tensile Strength Parallel to Surface of Oriented Strand Board. *Journal of Wood and Forest Science and Technology*, 21(1):149-163.
- EN 310:1993. Wood-based panels; determination of modulus of elasticity in bending and of bending strength.
- EN 317:1993. Particleboards and fibreboards; determination of swelling in thickness after immersion in water.
- EN 319:1993. Particleboards and fibreboards; determination of tensile strength perpendicular to the plane of the board.
- EN 326-1:1994. Wood-based panels - Sampling, cutting and inspection - Part 1: Sampling and cutting of test pieces and expression of test results.
- Eckenwalder, J.E. 1996. Systematics and evolution of *Populus*: 7-32. In: Stettler, R. F., Bradshaw, H. D., Jr., Heilman, P.E. and Hinckley T.M., [Eds.], *Biology of Populus and Its Implications for Management and Conservation*. NRC Research Press, National Research Council of Canada, Ottawa, Ontario, Canada.
- FAO Reaport, Global Forest Resources Assessment Country Reports, 2015, FAO, <http://www.fao.org/documents/card/en/c/74c6dc1c-f7b7-4030-97a0-6920fdb8c20/>.
- با تغییرات چسبندگی داخلی تخته‌ها در این شرایط هماهنگی دارد (Ramtin *et al.*, 2008; Kargarfard, 2011). در تحقیقات انجام شده توسط Grigoriou و همکاران (۲۰۰۰) نیز آمده است با ایجاد اتصالات کارآمدتر در لایه میانی تخته، واکشیدگی ضخامت نیز کاهش یافته و هماهنگی با چسبندگی داخلی افزایش می‌یابد.
- در مجموع بر اساس استاندارد اروپایی EN 300 حداقل مقدار مدول گسیختگی، مدول الاستیسیته، چسبندگی داخلی و واکشیدگی ضخامت ۲۴ ساعت برای تولید تخته‌های OSB/2 به ضخامت ۱۲ میلی‌متر به ترتیب (۲۰، ۳۵۰۰، ۰/۳۲) مگاپاسکال و ۲۰ درصد می‌باشد که با توجه به نتایج به‌دست آمده، استفاده از مخلوط کلن‌های ده‌ساله صنوبر بکار رفته در این تحقیق، در تمامی تیمارها، خصوصیات لازم ذکر شده را حتی بیشتر از حد استاندارد کسب کرده و می‌تواند به‌عنوان ماده اولیه مناسب و ارزان‌قیمت جایگزین شده و برای تولید صنعتی تخته تراشه جهت‌دار (OSB) در آینده استفاده گردد.

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.
- APA, 2001. The Engineered Wood Association.
- 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.
- 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

- Particleboard Produced from Citrus Tree Wood. *Journal of wood and forest science and technology*, 18(2): 25-40
- Kehr, E. and Schoelzel, S., 1966. The investigation of pressing conditions in the manufacture of particleboard. USDA Translate.FPL-678.
- Kelly, S. S., Rials, T.G. and Glaser, W. G., 1987. Relaxation behavior of the amorphous components of wood. *Journal of Materials Science*, 22(2): 617-624.
- Khial, B., Sadraie, N.S., 1984. Poplar pests investigation in Iran, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran, 107pp (In Persian).
- 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., and Belimow,F., 1978. Ein Beitrag zur Analyse des Heisspressvorgangs dreischichtiger Mobilplatten II.Holzindustrie (2):50-52.
- 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., and Cavus, V. 2011. Manufacturing of parallel strand lumber (PSL) from rotary peeled ybrid poplar I- 214 veneers with phenol formaldehyde adhesives. *Wood Research*, 56(1), 137-144.
- Lam, F., 2001; Modern structural wood productes, *Prog. Strauct. Eng. Mat.* 3(3), 238-245.
- Latibari, A.J., Hossienzadeh, A.B. 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, Technical Publication 148:1-48.
- Liu, J.Y and McNatt, J.D., 1991; Thickness swelling and density variation in aspen flake boards,*Wood Science and Technology*, 25(1): 73-82.
- Mackes, K.H., and Lynch, D. L., 2001, The Effect of Aspen Wood Characteristics and Properties on Utilization, USDA, Forest Service Proceedings RMRS-P-18.
- Maloney, T.M, 1993, *Modern Particle Board and Dry Process Fiberboard Manufacturing*, San Francisco: MillerFreeman, Madison, WI: Forest Products Society.
- McNatt, J.D.; Bach, L.; Wellwood, R.W., 1992. Contribution of flake alignment to performance of strand board. *Forest products Journal*, Madison.v.42, n. (3), p.45-50.
- 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, 215p. (in Persian).
- Ghasemi, R.A. and Modir-Rahmati, A.R. 2004. Investigation on wood production of different poplar clones (wide crown clones) in Karaj area. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*,12(2): 221-249.
- 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.
- Gunduz, G., Yapici, F., Ozcifci, A. and Kalaycioglu. H., 2011. The Effects of Adhesive Ratio and Pressure Time on Some Properties of Oriented Strand Board; *Bio Resources*, 6(2): 2118-2124.
- Guse, L.M., 1995. Engineer Wood Products: The Future Is Bright ,*Forest Product Journal*, 45 (7/8): 17-24.
- Heebink, B.G.,1972. Irreversible Dimensional changes in panel materials. *Forest Product Journal*.22(5):44-48.
- Heebink, B.G., 1972. Irreversible dimensional changes in panel materials. *Forest Prod. J.* 22:5. 44-48.
- 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 Farokhpayam, 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.
- Jime´nez L, Rodriguez A, Ferrer JL, Pe´rez A, Angulo V (2005) Paulownia, a fast growing plant, as a raw material for paper manufacturing. *Afinidad* 62:100–105.
- 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., 2011.The Effect of Resin Gradient and Press Time on the Physical and Mechanical Properties of

- 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 of Wood Science*, 46,289-295
- Tabarsa, T.; Chui, H. 2000. Wood behavior in transverse compression. Part1: apparatus and preliminary results. *Wood and Fiber Science* 32(2):144-152.
- Thoemen, H., Irle, M. and Sernek, M. 2010. Wood-Based Panels. An Introduction for Specialists, Published by Brunel University Press, London, England.
- UN., 2011, Forest products annual market review, 2010-2011, United Nations Food and Agriculture Organization.
- Valentina, D., Ciobanu, O., Zeleniuc A. and Dumitrascu E., 2014 The Influence of Speed and Press Factor on Oriented Strand Board Performance in Continuous Press. *BioResources* 9 (4), 6805-6816
- 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.
- Yin, S., 1987. A study of the technology and properties of oriented bamboo strand board. *Journal of Nanjing Forestry University*, 3: 65-72.
- Youngquist, J.A., 1999. Wood-based composites and panel products, *Wood handbook: wood as an engineering 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.
- Zoralioglu, T., 2003. Some statistical information concerning poplar wood production in Turkey, First International Conference on The Future of Poplar Culture, Italy.
- 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.
- 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 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.
- 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.
- Reddy, N. and Yang, Y., 2009, Properties and potential applications of natural cellulose fibers from the bark of cotton stalks. *BioResour Technology*, 100(14):3563-3569.
- 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.
- 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.
- Stanton, B.J., Eaton, J., Johnson, D., Rice, B., Schuette, B. and Moser, B., 2002. Hybrid poplar in the pacific

Investigation on the properties of oriented strand boards (OSB) made from mixture ten-years-old poplar clones

A. Tamjidi¹, M.M. Faezipour^{2*}, K. Doosthoseini³, Gh. Ebrahimi³ and H. Khademislam⁴

1- Ph.D. student, Department of Wood and Paper Science, Tehran 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- Associate Professor, Department of Wood and Paper Science, Tehran Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Received: May, 2015

Accepted: May, 2016

Abstract

In this study, the effects of mat moisture content and press temperature on physical and mechanical properties of three-layered oriented strand boards were evaluated. Two levels of mat moisture content (7% and 10%) and three levels of press temperature (180°C, 200° and 220 °C) were applied and 12 mm thick laboratory boards were made from mixture of three clones of ten-years-old hybrid poplar (*populus euramericana vernirubensis*, *p. e. I-214*, *P. e. 561/41*) woods. The strands on the surface layers were aligned in the long direction of the board and the middle layer strands are cross aligned to the surface layers. In all treatments, board targeted density of 0.7 g/cm³ and press time of 8 minutes 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. Overall results showed that all boards made from above mentioned conditions exceed the EN 300 standard values for MOR, MOE, IB and TS₂₄. The bending properties (MOR and MOE) of boards were significantly improved as the mat moisture content increased from 7 to 10%. The highest MOR was achieved at 10% mat moisture content and 220 °C press temperature and the highest MOE was achieved at 10% mat moisture content and 180 °C press temperature. The Modulus of Rupture (MOR) and thickness swelling (TS₂₄) were significantly improved as the press temperature increased from 180°C to 220 °C. The lowest TS₂₄ was achieved at 7% mat moisture content and 220 °C press temperature and the highest IB was achieved at 7% mat moisture content and 200 °C press temperature.

Key words: OSB, hybrid poplar, clone, mat moisture content, press temperature, phenol-formaldehyde .