بررسی مقاومت‌های مکانیکی اتصال ساخته شده از دوبل ممرز و مقایسه آن با دوبل پالونیا و صنوبر فشرده شده

عبدالله نجفی[1]، حسن نصیری تمسکنی[2]، مجتبی سلطانی [3]

چکیده

در این تحقیق مقاومت انفصالی، برشی و لنگرخمشی اتصالات ساخته‌شده از چوب راش (*Fagus oreintalis*) و سه نوع دوبل از جنس ممرز (*Carpinus betulos*)، پالونیا (فشرده شده 30%) و صنوبر (فشرده شده 30%) بررسی شد. محل قرارگرفتن دوبل با دستگاه کم‌کن‌به قطر 10 میلی‌متر و به طول 25 میلی‌متر که فاصله سوراخ‌های تعبیه‌شده در این تحقیق در سه سطح 10،12،15 میلی‌متر مشخص گردید. دوبل با چسب آغشته و در داخل سوراخ جاسازی و سپس با پیچ‌دستی تحت فشار قرار گرفت. نمونه ساخته‌شده اتصالات تحت آزمون‌های انفصالی، برشی و گشتاور خمشی قرار گرفتند. اثرات مستقل و متقابل متغیرهای مورد بررسی در قالب طرح آماری با سطح اطمینان 95 درصد بررسی گردید. نتایج نشان‌داد که نوع دوبل بر مقاومت انفصالی اثر معنی‌داری دارد، به‌طوری‌که اتصالات ساخته‌شده از دوبل‌های پالونیای فشرده بیش از سایرین مقاومت نشان می‌دهد. نتایج مربوط‌به نیروی‌برشی نشان‌داد که نوع دوبل و فاصله بین دو دوبل بر آن اثر معنی‌داری دارد به‌طوری‌که اتصالات ساخته‌شده از دوبل‌ممرز بیش از سایرین مقاومت نشان می‌دهد. به‌علاوه اگر فاصله بین دو دوبل 10 میلی‌متر باشد نسبت‌به دو حالت دیگر مقاومت‌برشی بیشتری دارد درصورتی‌که نتایج مربوط به گشتاورخمشی حاکی است که اگر فاصله بین دو دوبل 15 میلی‌متر باشد بیش از دو حالت دیگر مقاومت نشان می‌دهد. اتصالات ساخته‌شده از دوبل ممرز گشتاور بیشتری را تحمل کردند.

واژه‌های کلیدی: اتصال دوبل، فشرده‌سازی، نیروی‌برشی، لنگرخمشی، نیروی‌انفصالی، فاصله بین دو دوبل

1- استادیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس

ab_najafi@ yahoo.com

2- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع چوب و کاغذ دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس

3- عضو هیات علمی گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

چوب ماده‌ی خام طبیعی است که بعد از ذغال‌سنگ و نفت جایگاه سوم را در دنیا به‌خود اختصاص داده‌است. به‌سختی می‌توان ماده خام مشابه چوب یافت که به‌طور گسترده در دسترس باشد و با کمترین کار پرداخت‌شده و به‌شکل دلخواه آماده شود. این ماده‌ی خام دارای خصوصیات منحصربه فردی است که با شناخت هرچه بیشتر آن می‌توان استفاده های بهتری از آن به‌عمل آورد [8]. از جهت دیگر چوب به‌عنوان ماده‌ای برتر در میان پرمصرف‌ترین موادساختمانی است و در مقیاس‌جهانی بین سایر موادخام، از موقعیت بهتری برخوردار است. به‌دلیل تقاضای روزافزون برای فرآورده‌های چوبی به‌علاوه محدودیت تولید چوب، نیازبه فرآورده‌های چوبی واجد خواص‌مهندسی هرروز بیشتر از گذشته احساس می‌شود. در تمام سازه‌های چوبی، قطعات به‌طریقی به‌یکدیگر وصل شده‌اند و اتصالات یکی از بخش‌های اصلی و حلقه‌های حساس بین عناصر یک سازه به‌شمار می‌آیند و به‌اعضا پیوستگی داده ثبات و استحکام سازه را موجب می‌شوند[1]. اتصالات بار وارده را به‌طور پیوسته تحمل‌کرده و بنیان سازه را به‌وجود می‌آورند در نتیجه نادیده‌گرفتن اهمیت اتصال صحیح سبب شکست سازه خواهدشد. در گذشته کمتر توجهی به طراحی مهندسی‌سازه مبلمان صورت می‌گرفت، اما باتوجه‌به کمبود چوب به‌خصوص در ایران و همچنین استقبال از مصنوعات چوبی سبک‌تر و با حجم کمتر، لزوم طراحی مهندسی در سازه‌های مبلمان بیشتر مورد توجه قرار می‌گیرد.

متاسفانه هنوز در کشور ما بر ساخت‌وساز مبلمان روال سنتی و استادکاری حاکم است و قطعات مبلمان از چوب‌آلاتی تهیه می‌شود که بر آنها فرآوری درست و درجه‌بندی کیفیت و طبقه-بندی جایگاه مصرف اعمال نشده‌است [1]. لذا مصنوعات ساخته‌شده نیز از کیفیت لازم برخوردار نبوده و دارای ضایعات فراوانی می‌باشند. از دلایل عمده بی‌توجهی به طراحی-علمی مبلمان می‌توان به این نکته اشاره نمود که ایمنی و حداقل وزن مصالح ساخت، کمتر مورد توجه بوده و بنابراین انگیزه برای تحلیل علمی موضوع وجود نداشته‌است. بدون وجود نیاز، انگیزه‌ای هم برای تحقیقات در زمینه سازه‌مبلمان وجود نداشت. در نتیجه اطلاعات تفصیلی لازم در طراحی تحلیلی مبلمان، به مقدار کم فراهم آمده و یا هنوز ناقص است. ولی این اطلاعات در مورد سایر سازه‌ها مانند پل‌ها و ساختمان‌ها فراهم آمده و نتایج پژوهش‌های علمی منسجم، باعث پیشرفت‌های متعدد و تدوین استانداردهای مختلفی گردیده که به اجتماعات انسان‌ها، بهره-های فراوان می‌رساند. اما در مورد مبلمان، قیمت و خوش‌نامی سازنده آن، همچنان معیار قضاوت روی کیفیت‌سازه مبلمان می‌باشد. بنابراین به-منظور استفاده معقول از این ماده پرارزش در صنعت و افزایش کیفیت و عمرمفید مبلمان یکی از راهکارهای بالابردن عمرمفید اتصالات می-باشد. علی‌رغم این‌که در چوب و فرآورده‌های آن به سهولت می‌توان اجزای سازه‌ها را با دامنه‌ی

Archive of SID

www.SID.ir

وسیعی از اتصال‌دهنده‌ها، شامل چسب و اتصال-دهنده‌های مکانیکی به یکدیگر متصل نمود، اما در بسیاری از آنها دامنه عمل محدود می‌باشد [1].

امروزه تقاضای چوب برای مصارف مختلف مانند مبلمان و دکوراسیون و بسیاری موارد دیگر به‌طور گسترده‌ای در حال افزایش است. ولی محدودیت سطح جنگل‌های صنعتی، افزایش مصرف فرآورده‌های چوبی، طولانی‌بودن زمان بهره‌برداری گونه‌های جنگلی، روند روبه کاهش مجوز قطع سالیانه و تلاش برای حفاظت از جنگل‌ها موجب شده‌است که توجه مراکز تحقیقاتی برای تامین مواداولیه، به‌سوی کاشت گونه‌های تند رشد (مانند پالونیا و صنوبر) جلب شود که در کوتاه‌مدت قابل بهره‌برداری هستند[14]. کمبود مواداولیه چوبی در سال‌های اخیر صنعت چوب را با چالش‌های مهمی روبه‌رو کرده‌است [4 و14]. زراعت درختان تندرشد یکی از راه‌های مقابله با این چالش‌ها است ولی از-طرف‌دیگر چوب این درختان به‌دلیل دانسیته‌کم در کاربردهایی که اولویت با مقاومت‌های مکانیکی است، ارزش چندانی ندارد [11]. فشرده‌سازی مکانیکی ازجمله راه‌های افزایش دانسیته و متعاقب آن خواص‌مکانیکی چوب ماسیو است که می‌تواند با بهبود بخشیدن خواص‌مکانیکی ارزش‌اقتصادی چوب‌های‌سبک را افزایش دهد [7 و 11و 13].

تحقیقات متنوعی در مورد اتصالات دوبل و روش‌های بهبود آن در چوب و فرآورده‌های چوبی انجام گرفت. ویلکینسون[1] (1991) تحمل-بار دوبل را بررسی کرده و نشان‌داد که تحمل‌بار دوبل بارگذاری شده در جهت الیاف متناسب با جرم‌ویژه چوب است ولی تحمل بار در دوبل-هایی که در جهت عمودبر الیاف بارگذاری شوند، متناسب با جرم‌ویژه و قطردوبل است[21]. اکلمان[2] و همکاران (2002) مقاومت‌خمشی و کششی اتصال دوبل را در تخته لایه و OSB[3] ارزیابی کردند. بر اساس نتایج این تحقیق در-خصوص نمونه‌هایی با یک اتصال دوبل، مقاومت‌کششی به قطر و عمق‌نفوذ (طول) دوبل و دانسیته تخته وابسته است. در نمونه‌های ساخته-شده با دو اتصال دوبل، نامبردگان علاوه بر تعیین مقاومت‌اتصال نشان‌دادند که می‌توان مقاومت-خمشی سازه‌های ساخته‌شده از تخته لایه و OSB را باروش توسعه‌یافته برای چوب ماسیو محاسبه نمود [17]. جونگ[4] و همکاران (2009) در بهبود اتصال با استفاده از دوبل چوبی متراکم (فشرده-شده) بیان کردند که آن می‌توان جایگزین مناسبی برای دوبل‌های چوبی معمولی باشد. نتایج نشان-داد که دوبل چوبی متراکم نه تنها مقاومت‌انفصالی بلکه چسبندگی مناسبی نیز دارند[18]. لتیباری و همکاران (1382) به بررسی مقاومت‌کششی و برشی اشکال مختلف اتصال دوبل گونه‌ممرز در تخته‌خرده‌چوب پرداختند. نتایج نشان‌داد اثر مستقل عامل قطر بر مقاومت‌اتصال در برابر بار کششی و اثر متقابل عوامل نوع سطح، قطر و آزادی دوبل در سوراخ تخته بر مقاومت‌اتصال در برابر باربرشی و کششی معنی‌دار بودند. دوبل‌های

[1] Wilkinson

[2] Eckelman
[3] Oriented Strand Board
[4] Jung

Archive of SID
www.SID.ir

آجدار با قطر 10 میلی‌متر و عمق‌نفوذ 40 میلی-متر مقاومت بیشتری در برابر بارهای واردشده داشتند [10]. محمدپور فرد و همکاران (1388) با هدف بررسی مقاومت‌انفصالی اتصال با دوبل چوبی، دوبل‌هایی ازجنس ممرز انتخاب و با استفاده از چوب راش اتصالات T شکل ساختند. آزمون‌انفصالی بر نمونه‌های آزمونی انجام گرفت و تاثیر سطح‌اتصال (مماسی یا شعاعی) و قطرسوراخ (هم‌اندازه با قطر دوبل و نیم میلی‌متر کمتر) بر مقاومت‌انفصالی در دوسطح رطوبت تعادل (10 و 15 درصد) را بررسی کردند. نتایج نشان‌داد که در رطوبت تعادل 15 درصد مقاومت انفصالی به‌طور نامحسوسی کاهش یافت. همچنین قطر سوراخ به‌طور معنی‌داری بر مقاومت‌انفصالی موثر بود. تاثیر سطح اتصال بر مقاومت‌انفصالی نیز معنی‌دار بوده و سطح شعاعی مقاومت بیشتری را نشان‌داد [12]. سلطانی و همکاران (1389) به بررسی مقاومت انفصالی اتصال T شکل ساخته-شده از چوب راش و دوبل ممرز پرداخته و نتیجه گرفتند که سوراخ هادی اثر معنی‌داری بر مقاومت‌انفصالی می‌گذارد [6]. ویسی و همکاران تاثیر ارتفاع و ضخامت زبانه‌اتصال ساخته‌شده از گونه‌راش و ممرز را بر مقاومت‌خمشی اتصال کام و زبانه مورد توجه قرار داده و نتیجه گرفتند که بیشترین مقدار مقاومت‌خمشی در اتصال ساخته-شده از گونه ممرز بوده‌است [16]. لشگری و همکاران به مطالعه مقاومت‌کششی و گشتاور-خمشی در اتصال کام و زبانه در اتصال T شکل از گونه‌های راش، توسکا و نوئل پرداخته و نتیجه گرفتند که اثر متقابل دو عامل طول زبانه و نوع گونه بر مقاومت‌های مورد بررسی معنی‌دار بوده و اتصال ساخته‌شده از گونه راش بیش از سایر گونه‌ها ظرفیت گشتاورخمشی نشان می‌دهد [9]. بهمنی و همکاران با هدف بررسی متغیرها در اتصال با دوبل تعبیه‌شده روی تخته‌فیبر با دانسیته-متوسط (MDF) و به‌دست آوردن معادله‌تجربی با پیش‌بینی مقاومت‌کششی اتصال مذکور انجام دادند تا اطلاعات بنیادی و مقدماتی در رابطه اتصال با دوبل چوبی فراهم سازند. در این تحقیق، اثر متغیرهای قطر پین در سه سطح 6، 8 و 10 میلی‌متر و عمق‌نفوذ در دو سطح 9 و 12 میلی‌متر، بر نیروی‌انفصال بررسی شده‌است. نتایج نشان‌داد که بالاترین میزان مقاومت‌کششی اتصال با پین در تخته‌فیبر با دانسیته‌متوسط از پین با قطر 8 میلی‌متر در اعضای اتصال ایجاد می‌شود. درپایان با تحلیل‌های صورت‌گرفته معادله‌تجربی برای پیش‌بینی نیروی‌انفصال حاصل‌شد[5]. تحقیقات دیگری در زمینه فشرده‌سازی انجام گرفته‌است. شریفی‌نیا و همکاران (1388) اثر تیمارگرمایی مکانیکی را بر چوب صنوبر مورد ارزیابی قراردادند، چوب صنوبر پس از گرمادهی تحت پرس قرار گرفت و فشرده‌شد. نتایج تحقیق نشان‌داد که فشرده سازی منجر به افزایش دانسیته گونه‌چوبی مورد مطالعه و در نتیجه بهبود خواص‌مکانیکی آن می‌گردد [7]. جنینگز (2003) نیز دریافت با فشرده‌سازی خواص مکانیکی چوب افزایش می یابد. دانسیته مهم‌ترین خاصیت چوب است که افزایش آن افزایش خواص-مکانیکی را به‌همراه دارد[19]. ولزباکر[1] و

[1] Welzbacher

Archive of SID

www.SID.ir

همکاران (2007) در زمینه فشرده‌سازی مکانیکی-حرارتی صنوبر نروژ در مقیاس صنعتی تحقیقاتی انجام‌دادند. ایشان تیمار حرارت- روغن را در کاربردهای بیرونی ساختمان مناسب تشخیص دادند[20]. یو و همکاران در مورد فشرده‌سازی چوب پالونیا و برگشت‌پذیری آن تحقیقاتی انجام دادند. آنها دریافتند که چوب پالونیا در 1 دقیقه و دمای 200 درجه سانتی‌گراد یا 8 دقیقه در دمای 180 درجه سانتی‌گراد هیچ برگشتی ندارد و کمترین کاهش خواص‌مکانیکی را به‌همراه داشته و سختی آن نیز افزایش می‌یابد [22].

این تحقیق تلاش دارد رفتارهای مکانیکی شامل مقاومت‌های گشتاورخمشی، نیروی‌انفصالی و نیروی‌برشی، اتصال ساخته‌شده از چوب راش و دوبل ممرز، پالونیا فشرده‌شده و صنوبر فشرده-شده را مورد بررسی قرار داده و در پی اهداف زیر می باشد:

1- بررسی اثر دوبل‌های چوبی فشرده‌شده پالونیا و صنوبر بر مقاومت‌های مکانیکی اتصال در مقایسه با دوبل‌های ممرز؛ که به‌طورمعمول مورد استفاده قرار می‌گیرند؛

2- بررسی اثر فاصله بین دوبل‌ها بر مقاومت‌های مکانیکی اتصال؛

3- بررسی امکان جایگزینی دوبل‌های چوبی اصلاح‌شده (فشرده‌شده) پالونیا و صنوبر به‌جای دوبل‌های ممرز که معمولا استفاده می‌شود.

مواد و روش‌ها

مواد: برای ایجاد اتصال از چوب راش برداشت‌شده از طرح جنگلداری علی‌آبادکتول استان‌گلستان استفاده شده است. قبل‌از ساخت اتصال، نمونه‌های چوب راش تا رطوبت 13/5 درصد خشک گردیدند و جهت جلوگیری از تبادل رطوبت در نایلون قرار داده‌شدند.

در این بررسی از سه نوع دوبل به قطر 10 میلی‌متر و با بدنه صاف استفاده شد. سه‌نوع دوبل از گونه‌های ممرز، صنوبر فشرده‌شده و پالونیای فشرده‌شده ساخته شدند. چوب ممرز از طرح جنگلداری النگدره گرگان، چوب صنوبر از طرح دست‌کاشت دانشگاه علوم‌کشاورزی و منابع-طبیعی گرگان و چوب پالونیا از طرح دست-کاشت دانشگاه منابع‌طبیعی گرگان مورد استفاده قرار گرفت. گونه‌های مورد اشاره تا رطوبت2 ±14 درصد خشک‌شدند. در این تحقیق از چسب پلی‌وینیل‌استات (چسب سفید نجاری) با مارک مشهد برای استحکام اتصال استفاده‌شد.

فشرده‌سازی و روش تهیه دوبل

تخته‌های شعاعی چوب ممرز به ابعاد مقطع 1/2×1/2 سانتی‌مترمربع و به‌طول 200 سانتی‌متر بریده و سپس از دستگاه دوبل‌زن عبور داده‌شدند تا باریکه استوانه‌ای شکل به‌قطر10 میلی‌متر به-دست آید. گونه ممرز به‌دلیل این‌که گره‌کم و دانسیته بالا دارد جهت دوبل استفاده می‌شود. از باریکه‌ها، دوبل ممرز به‌طول 5 سانتی‌متر تهیه-گردید. با استفاده از پرس سرد ضخامت 17 میلی‌متر تخته‌های شعاعی چوب صنوبر و پالونیا

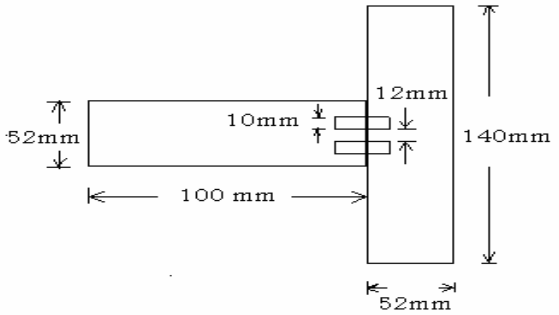
Archive of SID

www.SID.ir

به‌ضخامت12/5 میلی‌متر رسانده‌شدند (30% فشرده سازی). سپس تخته‌های فشرده‌شده پالونیا و صنوبر جهت تهیه دوبل به ابعاد 1/2x1/2 سانتی‌مترمربع و به‌طول 60 سانتی‌متر بریده و همانند ممرز از دستگاه دوبل زن عبور داده‌شدند. از هرگونه‌چوبی دوبل به طول5 سانتی‌متر تهیه گردید.

ساخت نمونه اتصال

اتصالات به‌صورتT شکل با 3 تکرار ساخته‌شدند. تخته‌های شعاعی راش به‌ابعاد 14x5/2x3/5 و 10x5/2x3/5 سانتی‌مترمکعب تهیه‌شدند. تخته‌ها به‌وسیله دستگاه کم‌کن به‌قطر 10 میلی‌متر و طول سوراخ 25 میلی‌متر سوراخ‌شدند. فاصله سوراخ‌ها از هم در سه سطح 10میلی‌متر، 12 میلی‌متر و15 میلی‌متر در نظر گرفته‌شد. دو قطعه اتصال و دوبل‌ها به‌مقدار ثابت چسب سفید آغشته‌شده و در سوراخ قرار گرفته و اتصال ایجادشده با گیره دستی به‌مدت 14 ساعت تحت فشار قرار گرفتند. شکل1 ابعاد نمونه اتصال مورد مطالعه را نشان‌می‌دهد. اتصالات کدگذاری شدند (جدول 1) و سپس در نایلون قرار گرفته تا بدون تغییر رطوبت بر آنها آزمون های اتصال انجام گیرد.



شکل 1- ابعاد نمونه اتصال مورد مطالعه

جدول 1- تیمارهای آزمون‌های مورد مطالعه

ردیف	جنس دوبل	فاصله بین دو دوبل(میلی‌متر)
1	پالونیا فشرده شده	10
2		12
3		15
4	صنوبر فشرده شده	10
5		12
6		15
7	ممرز	10
8		12
9		15

Archive of SID
www.SID.ir

آزمون‌های مکانیکی

جهت اندازه‌گیری مقاومت اتصالات ساخته‌شده در برابر بار برشی، گشتاورخمشی و بارانفصالی از دستگاه تست‌مکانیکی Schenck آزمایشگاه مکانیک چوب دانشگاه علوم‌کشاورزی و منابع‌طبیعی گرگان، به‌کمک فک‌هایی که بارهای موردنظر را در هر آزمون وارد می‌کنند، استفاده گردید. سرعت بارگذاری براساس تحقیق Eckelman و همکاران (2002) 1/2 میلی‌متر بردقیقه درنظر گرفته شد[17].

طرح آماری

اثر مستقل و متقابل عوامل مورد مطالعه با‌استفاده از آزمون فاکتوریل در قالب طرح کاملا‌تصادفی و با سطح اطمینان 95 درصد مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج

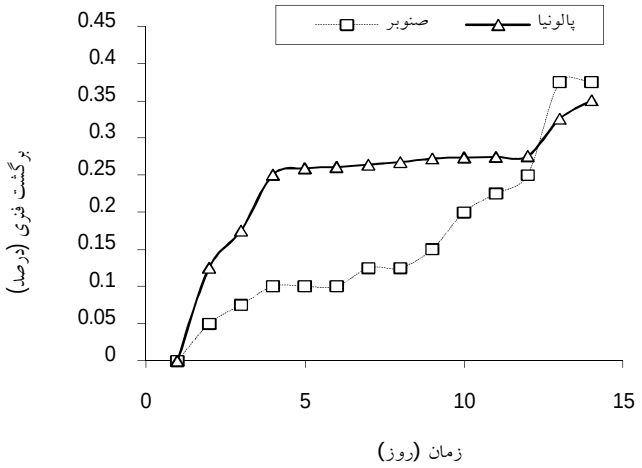
بازگشت فنری[1]

متعاقب فشرده‌سازی از تخته‌های هر گونه 5 نمونه برداشت شده و تغییرات ضخامت آن در طی 14 روز در شرایط یکسان رطوبت و حرارت اندازه‌گیری شد. نمونه‌ها در اتاق کلیماتیزه در رطوبت 65 درصد و دمای 25 درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. میانگین تغییرات‌ضخامت در شکل 1 نشان‌داده شده‌است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود پالونیا در روزهای اولیه تغییرات بیشتری نسبت‌به صنوبر از خود نشان داده‌است.

[1] Spring Back

Archive of SID

www.SID.ir



شکل 2- تغییرات ضخامت پالونیا و صنوبر بعد از فشرده‌سازی

تغییرات دانسیته بعد از فشرده‌سازی

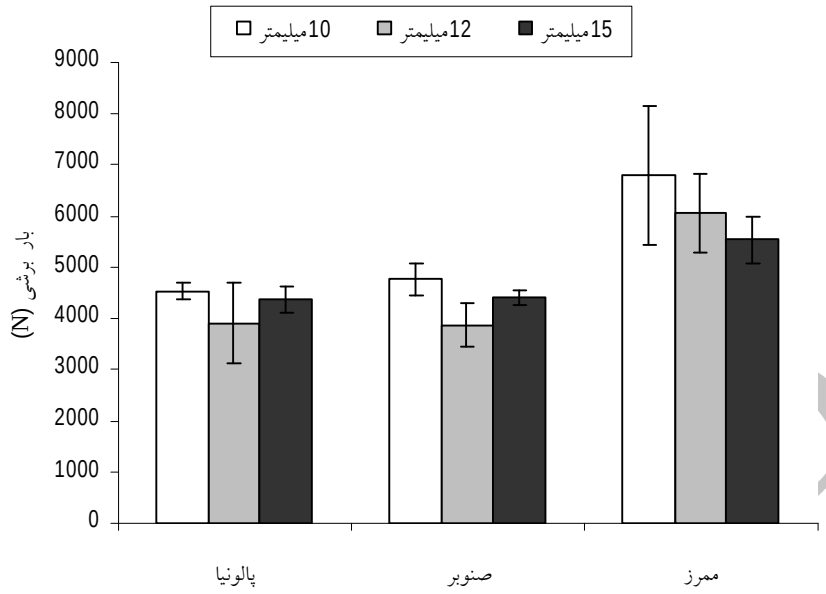
جدول 2 نتایج مربوطبه تغییرات دانسیته بعداز عملیات فشرده‌سازی را نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود ممرز بیشترین مقداردانسیته و پالونیا فشرده‌شده کمترین مقدار دانسیته را نشان می‌دهد.

جدول 2- نتایج تغییرات دانسیته بعد از عملیات فشردگی

نوع گونه	قبل از فشردگی(g/cm^3)	بعد از فشردگی(g/cm^3)
ممرز	0/8	-
پالونیا فشرده	0/25-0/24	0/35-0/34
صنوبر فشرده	0/46	0/6

بار برشی: شکل3 نتایج آزمون‌برشی اتصالات مورد مطالعه همراه‌با خطای استاندارد را نشان می‌دهد. همان‌طورکه مشاهده می‌شود، بیشترین مقدار باربرشی در اتصال ساخته‌شده از دوبل‌ممرز و با فاصله بین دو دوبل 10 میلی‌متر و کمترین مقدار در اتصال ساخته‌شده از پالونیای‌فشرده و با فاصله بین دو دوبل 12 میلی‌متر اندازه‌گیری شده‌است. جدول 3 نتایج آماری اثرات متغیرها در آزمون‌های مورد بررسی را نشان می‌دهد. در آزمون‌برشی اثر مستقل جنس دوبل و نیز اثر مستقل فاصله بین دو دوبل بر باربرشی وارد بر اتصال معنی‌دار می‌باشد. بر اساس جدول 3 اثر متقابل این دو عامل بر بار برشی معنی‌دار نبود.

Archive of SID
www.SID.ir



شکل3- نتایج آزمون باربرشی اتصالات مورد مطالعه

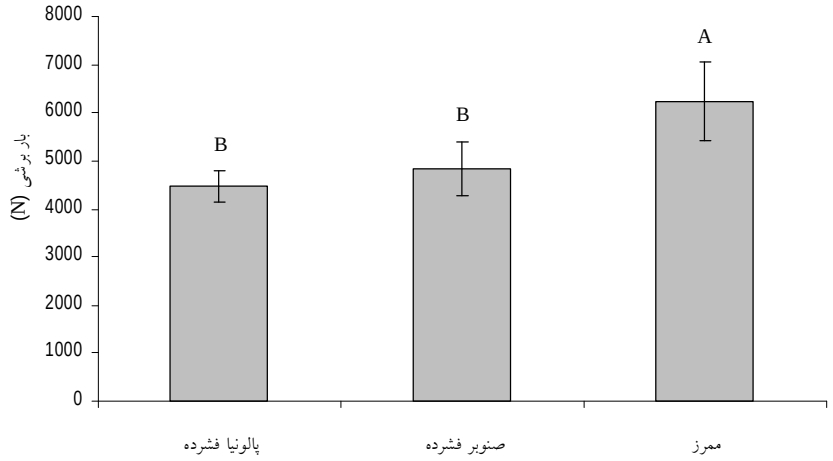
جدول 3- نتایج آماری اثرات متغیرها در آزمون های مورد بررسی

نوع آزمون	منابع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	سطح معنی داری
بار برشی	جنس دوبل	$1/98\times10^{7}$	2	9925966	24/63	0/000
	فاصله دو دوبل	2806718	2	1403359	3/48	0/05
	جنس دوبل * فاصله دو دوبل	1433195	4	358298/8	0/889	0/490
بار انفصالی	جنس دوبل	6600872	2	3300435/8	13/265	0/000
	فاصله دو دوبل	86779/63	2	43389/8	0/174	0/841
	جنس دوبل * فاصله دو دوبل	1419611	4	354902/76	1/426	0/266
گشتاور خمشی	جنس دوبل	1951/79	2	975/90	13/24	0/000
	فاصله دو دوبل	1475/96	2	737/98	10/01	0/000
	جنس دوبل * فاصله دو دوبل	84/158	4	21/04	0/285	0/885

شکل4 اثر مستقل جنس دوبل بر باربرشی وارد بر اتصال را نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، بیشترین مقدار باربرشی در اتصال ساخته‌شده از دوبل ممرز می‌باشد. بر اساس گروه‌بندی میانگین‌های آزمون دانکن، اثر مستقل جنس دوبل بر باربرشی را در دو گروه دسته‌بندی کرده‌است. این آزمون دو دوبل پالونیا

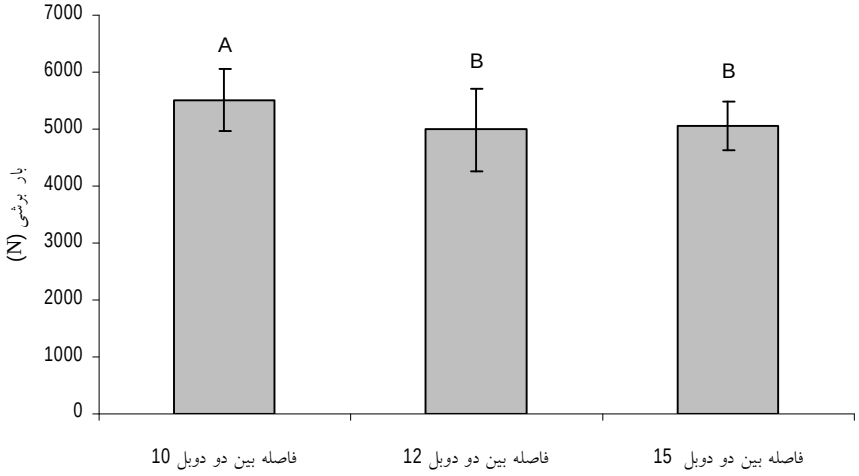
Archive of SID
www.SID.ir

و صنوبر فشرده‌شده را در یک گروه و دوبل ممرز را به‌تنهایی در گروه دیگر قرار داد.



شکل4– اثر جنس دوبل بر باربرشی اتصالات

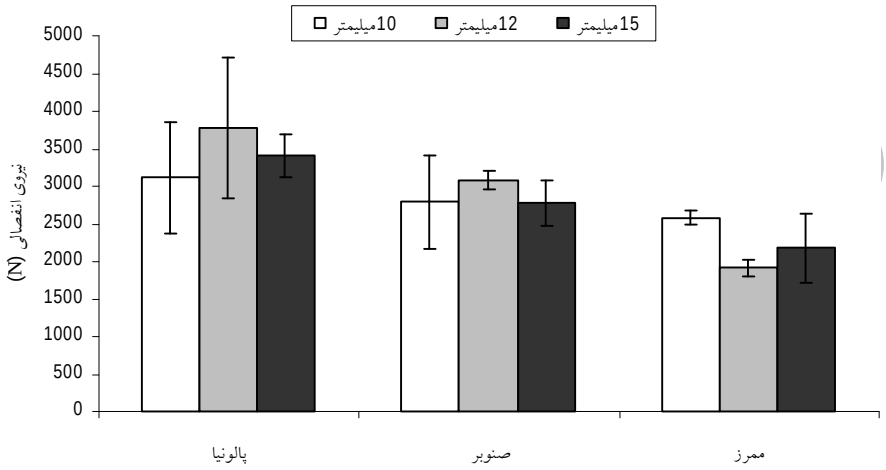
شکل 5 اثر فاصله بین دو دوبل بر باربرشی همراه با خطای استاندارد را نشان می‌دهد. برطبق شکل افزایش فاصله بین دو دوبل کاهش مقدار باربرشی را به‌همراه دارد. بیشترین مقدار باربرشی در اتصال ساخته‌شده با فاصله بین دو دوبل 10 میلی‌متر اندازه‌گیری شده‌است. گروه‌بندی میانگین‌ها براساس آزمون دانکن نیز فاصله 10 میلی‌متری دو دوبل را در یک گروه و دو فاصله 12 و 15 میلی‌متری را در گروه دیگر قرارداده‌است.



شکل5– اثر فاصله بین دو دوبل بر باربرشی اتصالات

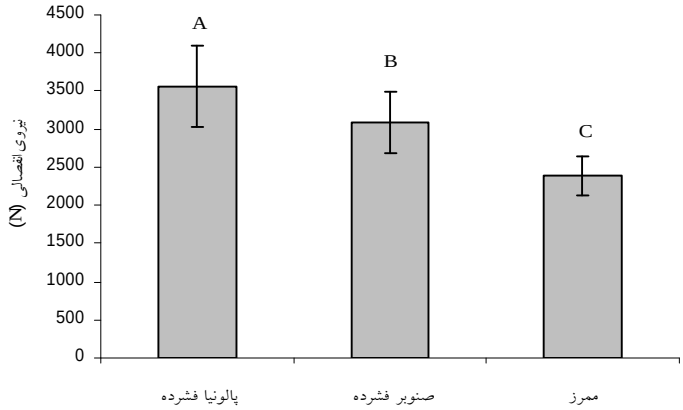
www.SID.ir

بارانفصالی: بر اساس جدول3 تنها اثر جنس دوبل بر بارانفصالی وارد بر اتصال معنی‌دار می‌باشد. شکل 6 نتایج آزمون انفصالی اتصالات مورد مطالعه همراه‌با خطای‌استاندارد را نشان می‌دهد. بر اساس شکل، بیشترین مقدار بارانفصالی در اتصال ساخته‌شده از دوبل پالونیای فشرده و با فاصله بین دو دوبل 12 میلی‌متر و کمترین مقدار در اتصال ساخته‌شده از دوبل ممرز و با فاصله بین دو دوبل 12 میلی‌متر اندازه‌گیری شده‌است.



شکل6- نتایج آزمون بارانفصالی اتصالات مورد مطالعه

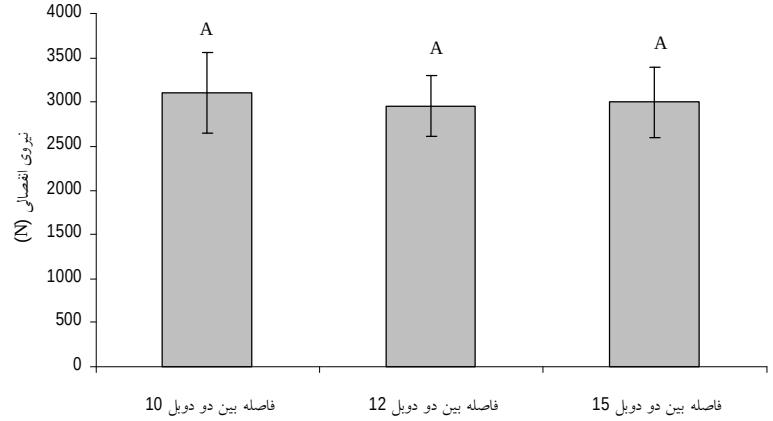
شکل 7 اثر جنس دوبل بر بارانفصالی اتصالات مورد مطالعه همراه با خطای‌استاندارد را نشان می‌دهد. بر اساس شکل 7 بیشترین مقدار باربرشی در اتصال ساخته‌شده از دوبل پالونیای فشرده‌شده و کمترین مقدار در اتصال ساخته‌شده از دوبل ممرز مشاهده می‌شود. گروه‌بندی میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن نیز هر یک از دوبل‌ها را در یک گروه قرار داده‌است.



شکل7– اثر جنس دوبل بر بار انفصالی اتصالات

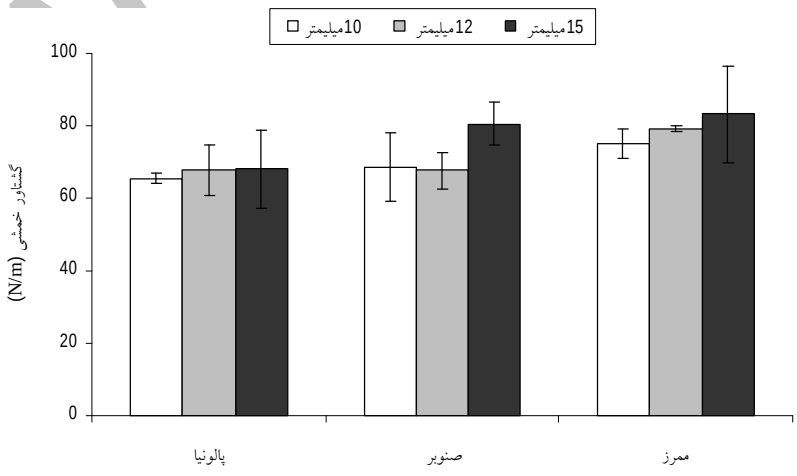
Archive
www.SID.ir

شکل 8 اثر فاصله بین دو دوبل بر بارانفصالی همراه با خطای استاندارد را نشان می‌دهد. برطبق شکل، عدم تاثیر فاصله بین دو دوبل در بارانفصالی در شکل کاملا روشن است. دانکن نیز هر سه را در یک گروه دسته‌بندی کرده‌است.



شکل8– اثر فاصله بین دو دوبل بر بار انفصالی اتصالات

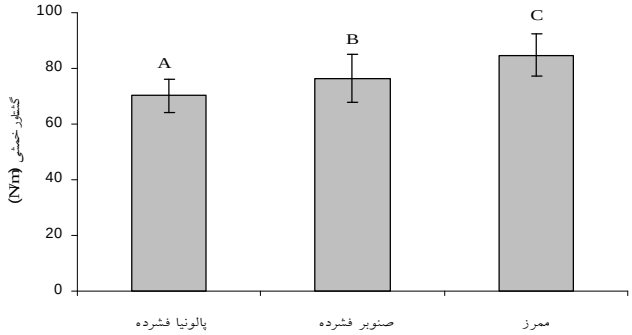
گشتاورخمشی: اثر مستقل جنس دوبل و نیز اثر مستقل فاصله بین دو دوبل بر گشتاورخمشی در اتصالات مورد بررسی معنی‌دار می‌باشد (جدول 3). شکل9 نتایج آزمون گشتاورخمشی را نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، بیشترین مقدارگشتاور خمشی در اتصال ساخته-شده از دوبل ممرز و با فاصله بین دو دوبل 15 میلی‌متر و کمترین مقدار در اتصال ساخته‌شده از دوبل پالونیای فشرده و با فاصله بین دو دوبل 10 میلی‌متر اندازه‌گیری شده‌است.



شکل9- نتایج آزمون گشتاورخمشی اتصالات مورد مطالعه

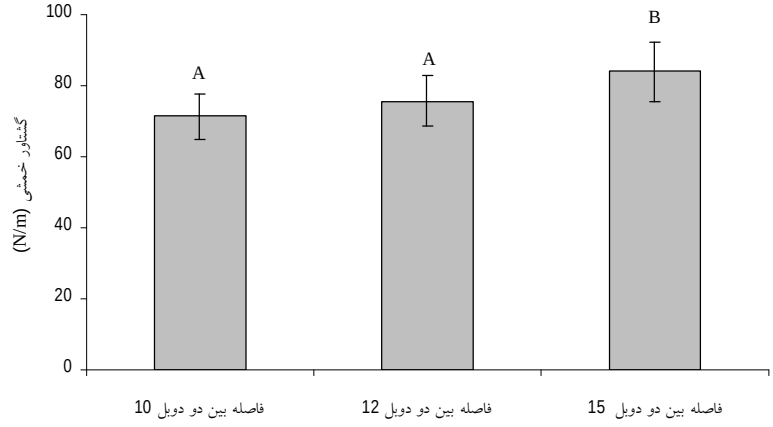
www.SID.ir

شکل10 اثر جنس دوبل بر گشتاورخمشی اتصالات مورد مطالعه همراه‌با خطای استاندارد آن را نشان می‌دهد. براساس شکل بیشترین مقدار ظرفیت گشتاورخمشی در اتصال ساخته‌شده از دوبل ممرز و کمترین مقدار در اتصال ساخته‌شده از دوبل پالونیای فشرده‌شده مشاهده می‌شود. اتصال ساخته از صنوبر فشرده‌شده در حالت بینابین قرار دارد. گروه‌بندی میانگین‌ها براساس آزمون دانکن نیز هریک از دوبل‌ها را در یک گروه جای داد.



شکل10– اثر جنس دوبل بر گشتاورخمشی اتصالات

شکل11 اثر فاصله بین دو دوبل بر گشتاور-خمشی همراه با خطای استاندارد را نشان می‌دهد. برطبق شکل بیشترین مقدار گشتاورخمشی در اتصالی که فاصله بین دو دوبل 15 میلی‌متر بوده و کمترین مقدار گشتاورخمشی در اتصالی که فاصله بین دو دوبل 10 میلی‌متر بوده، اندازه‌گیری شده‌است. مشاهده می‌شود که با افزایش فاصله بین دو دوبل بر مقدار گشتاورخمشی افزوده می‌شود. گروه‌بندی میانگین‌ها براساس آزمون دانکن نیز اتصالی که فاصله بین دو دوبل 15 میلی‌متر بوده را به‌تنهایی در یک گروه و اتصالاتی که فواصل بین دو دوبل 10 و 12 میلی‌متر بودند را در گروه دیگر جای داد.



شکل 11– اثر فاصله بین دو دوبل بر گشتاورخمشی اتصالات

www.SID.ir

بحث و نتیجه‌گیری

باربرشی: بررسی آماری متغیرهای مورد بررسی بر باربرشی وارد بر اتصالات نشان‌داد که اثر مستقل نوع دوبل (با اطمینان 99 درصد)و نیز فاصله بین دو دوبل(با اطمینان95 درصد) بر بار برشی معنی‌دار است. عامل مهم در بار برشی وارد بر اتصال دانسیته دوبل‌هاست. دوبل ممرز دانسیته‌بیشتری نسبت‌به دو دوبل دیگر دارد با ثابت‌بودن چسب در اتصال، نیروی‌برشی واردبر اتصال تنها بر دوبل اثر می‌گذارد [1]. بنابراین با درنظر گرفتن تنها عامل جنس دوبل، دوبل ساخته‌شده از ممرز به‌دلیل داشتن دانسیته بیشتر تحمل باربرشی بیشتری را می‌نماید. اثر دانسیته بر مقاومت‌های مکانیکی چوب در بسیاری از منابع قابل ذکر است [2و 3]. در بررسی آماری، فاصله دوبل‌ها نیز بر مقاومت‌برشی اثر معنی‌داری داشته‌است. اگر فاصله دو دوبل 10 میلی‌متر باشد نسبت‌به دو حالت دیگر نیروی‌برشی بیشتری لازم داشته و به‌تنهایی در یک گروه دسته‌بندی شده‌است و دو حالت فاصله 12 و 15 میلی‌متر در گروه دیگر قرار دارند.

بارانفصالی: در واقع بارکششی دو قطعه اتصال در خلاف جهت یکدیگر را بارانفصالی می‌نامند. عامل جنس دوبل بر نیروی‌انفصالی اثر معنی‌داری نشان داده‌است (در سطح اطمینان 99 درصد). اثر غیر معنی‌دار فاصله بین دو دوبل بر نیروی انفصالی کاملا منطقی به‌نظر می‌رسد و هر سه سطح فاصله بین دو دوبل در یک گروه دسته‌بندی شده‌اند. تاثیر نوع گونه از آنجا ناشی می‌شود که به‌دلیل فشرده‌شدن پالونیا و صنوبر و مختصر افزایش بعد در داخل سوراخ تعبیه‌شده برای دوبل، می‌تواند بر نیروی‌انفصالی اثرگذار باشد. در حالت عکس نیز نتایج محمدپور و همکاران (1388) درهنگامی‌که سوراخ برای اتصال دوبل نیم میلی‌متر تنگ‌تر تعبیه‌شده بود که افزایش معنی‌دار نیروی انفصالی واردبر اتصال را درپی‌داشت نیز، دلیلی برای افزایش نیروی انفصالی در اتصالات ساخته‌شده از دوبل‌های فشرده شده می‌باشد [6و12].

گشتاورخمشی: نقش گشتاورخمشی در مقاومت اتصال ترکیبی از دو حالت بار انفصالی و برشی است. زیرا بر دوبل در محل اتصال باربرشی و انفصالی وارد می‌گردد [1]. در اکثر مواقع اتصال دسته‌های صندلی بر پایه‌عقبی آن در معرض گشتاورخمشی است. اثر مستقل جنس دوبل، فاصله بین دو دوبل بر گشتاورخمشی در این مطالعه معنی‌دار بوده‌است (با اطمینان 99 درصد). دوبل‌های ممرز به‌دلیل داشتن دانسیته‌بیشتر نسبت‌به دوبل‌های فشرده شده پالونیا و صنوبر ظرفیت گشتاورخمشی بیشتری دارند. آزمون دانکن نیز هر یک از دوبل‌های موردمطالعه را در یک گروه قرار داد. صنوبر فشرده‌شده به‌دلیل داشتن دانسیته‌بیشتر نسبت‌به پالونیا در گروه میانه قرار گرفته‌است. اثر فاصله بین دو دوبل بر گشتاورخمشی نیز معنی‌دار بوده‌است. عضو افقی اتصال شبیه به یک تیر گیردار عمل می‌نماید، پس هنگامی که فاصله بین دو دوبل تغییر می‌کند می‌توان دوبل‌ها را دو تکیه‌گاه فرض نمود که

Archive of SID
www.SID.ir

هرچه فاصله آن‌دو بیشتر شود بر ظرفیت گشتاورخمشی افزوده می‌شود. گروه‌بندی میانگین‌ها نیز دو اندازه 10 و 12 میلی‌متری را در یک گروه و فاصله 15 میلی‌متری را به‌تنهایی در گروه دیگر قرار داد. نتایج فوق با نتایج سایر محققین نیز سازگاری دارد[17].

نتیجه‌گیری کلی نشان‌داد که در اتصالاتی که بیشتر در معرض بارانفصالی قرار می‌گیرند استفاده از دوبل‌های پالونیا و صنوبر فشرده‌شده می‌تواند تحمل بار را افزایش دهد. در هنگامی‌که باربرشی بر اتصال وارد می‌گردد عامل دانسیته دوبل عامل مهمی خواهد بود و دوبل ممرز با داشتن دانسیته بیشتر مقاومت بیشتری بوجود می‌آورد. دوبل ممرز نیز ظرفیت گشتاورخمشی بیشتری نسبت‌به سایر دوبل‌ها نشان داد. هنگامی که عرض قطعه کار محدودیت ایجاد نکند و فاصله بین دو دوبل قابل تغییر باشد پیشنهاد می‌شود فاصله بین دو دوبل بیشتر درنظر گرفته شود تا تحمل گشتاورخمشی بیشتری بنماید.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

1- ابراهیمی، ق، 1386. طراحی مهندسی سازه مبلمان، انتشارات دانشگاه تهران ، 491 صفحه

2- ابراهیمی ق.1367: مقاومت‌های مکانیکی چوب و عناصر آن و تحلیل تاب اوراق لایه‌ای چوب، انتشارات دانشگاه تهران،چاپ اول، ص 380.

3- ابراهیمی، ق، 1368، مکانیک چوب و فرآورده‌های مرکب آن، ترجمه، انتشارات دانشگاه تهران، 680صفحه

4- بی‌نام، 1385، گزارش صنوبر کارهای ایران، دفتر فنی صنایع چوب، سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور.

5- بهمنی، م.، فتحی، لیلا.، ابراهیمی، ق.، 1389، بررسی امکان استفاده از گونه چوبی ممرز برای ساخت اتصال با دوبل چوبی در تخته فیبر با دانسیته متوسط (MDF)، نخستین همایش ملی فناوری‌های نوین در صنایع چوب و کاغذ، اردیبهشت 1389.

6- سلطانی، م.، نجفی، ع.، محمدپور فرد. ک.، 1389. بررسی مقاومت انفصالی اتصال T شکل چوب راش و دوبل ممرز، مجله علوم و فنون منابع طبیعی.

7-شریفی نیا.ح.،1387، بررسی اثر تیمار ترکیبی گرمابی بر ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی صنوبر دلتوئیدس پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده منابع‌طبیعی و علوم دریایی.

8-عنایتی ع.، 1385: فیزیک چوب، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ اول، ص. 293.

9- لشگری، ا.، خادمی اسلام، ح.، حمصی، ا.، 1388. بررسی مقاومت کششی و گشتاور خمشی در اتصال زانه و کم در سازه‌های چوبی، دو فصانامه علمی پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران، جلد24 ، شماره2، 294-285.

10- لتیباری. ج، ا.، نوری. ح.، غفرانی، م.، 1384، بررسی مقاومت برشی اتصال دوبل در اتصال تخته خرده چوب،مجله علوم کشاورزی، شماره (1):148-135

11-محمدی.ع ر،1387، اثرات جهت فشردگی درصد فشردگی تیمار بخار بر خواص مکانیکی چوب پالونیا، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه منابع طبیعی گرگان، دانشکده چوب و کاغذ

12- محمد پور فرد. ک.،1388 ، مقایسه رفتار های مکانیکی اتصال پینی با دوبل چوبی اصلاح شده واصلاح نشده، پایان‌نامه کارشناسی-ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس، دانشکده کشاورزی

13-محبی،ب،1382.اصلاح چوب ومواد لیگنو سلولزی وفناوری‌هایشان، همایش ملی فراوری و کاربرد مواد سلولزی9تا10 مهر، رضوان شهر 405-40/12

14-مشیر وزیری ه.، مخدومی ع.، 1371: صنوبرهای ایران پشتوانه حیات جنگل و توسعه صنعت، دفتر فنی صنایع چوب، سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور، ص. 336.

Archive of SID
www.SID.ir

15- نوری. ح.، 1382 بررسی مقاومت برشی جانبی انواع اتصالات دوبل، پیچ وگوشه‌ای فلزی در تخته خرده‌چوب روکش‌دار و بدون-روکش، مجله پژوهش و سازندگی، شماره 72-2-5

16- ویسی، ج.، ابراهیمی، ق.، بهمنی، م.، 1389، بررسی تاثیر ارتفاع و ضخامت زبانه اتصال ساخته شده از گونه‌های راش و ممرز روی مقاومت خمشی اتصال کام و زبانه، دو فصانامه علمی پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران، جلد25 ، شماره1، 137-128.

17- Eckelman, C.A., Y.Z. Erdil, and J. Zhang. 2002. Withdrawal and Bending Strength of Dowel Joints constructed of Plywood and Oriented Strand Board. Forest Products Journal 52(9):66-74

18- Jung, K., Murakami, S., Kitamori, A., Komatsu, K., (2009). Improvement of Glued in Rod (GIR) joint system using compressed wooden dowel.

19- Jennings, J.D., 2003: Investigation the Surface Energy and Bond Performance of Compression Densified Wood, M. Sc. Thesis, Virginia Polymeric Institute and State University, 147 pages.

20- Welzbacher,C.R. J, Wehsener. A.O, Rapp & P,Haller.2007.Thermo-mechanical densification combined with thermal modification of norway spruce(picea abies karst)in industrial scale-Dimensional stability and durability aspects.Holz Roh werkst.vol 66:39-49.

21- Wilkinson, T. L., 1991. Dowel bearing strength . Research paper forest products laboratory. No.FPL-505, 9P.

22- Yuhe,C. & James H, Meehl.1999. Factors of affecting the spring back of compressed Paulownia wood. J of Forestry Research, volume10, No 3

Archive of SID

www.SID.ir