

بررسی مقاومت برشی جانبی انواع اتصالات دابل، پیچ و گوشه‌ای فلزی در تخته خرده چوب روکش دار و بدون روکش

• حبیب نوری، کارشناس ارشد رشته صنایع چوب، دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه شهید رجایی
• محمد غفرانی، عضو هیأت علمی گروه صنایع چوب دانشکده فنی مهندسی دانشگاه شهید رجایی

تاریخ دریافت: آبان ماه ۱۳۸۳ تاریخ پذیرش: تیرماه ۱۳۸۴

E-mail: habibnoori@yahoo.com

چکیده

با توجه به جایگاه صنعت مبلمان در ایران و اهمیت سازه‌های صفحه‌ای در این صنعت، در تحقیق حاضر مقاومت انواع مختلف اتصالات پیچ، دابل و گوشه‌ای فلزی در برابر بار برشی جانبی مورد بررسی و مقایسه با یکدیگر قرار گرفته است. هدف از این مطالعه دستیابی به قوی‌ترین حالت اتصال تعبیه شده در تخته خرده چوب روکش دار و بدون روکش به‌طور جداگانه، اندازه‌گیری و تجزیه و تحلیل مقاومت حالت‌های مختلف هر یک از اتصالات است؛ اتصالات بررسی شده عبارتند از: دابل‌های آجدار با قطر ۸ و ۱۰ میلی‌متر که با چسب‌های پلی‌وینیل استات و اوره فرم آلدئید آغشته شده، پیچ‌های شماره ۵ و ۶ در حالت‌های بدون چسب، با چسب پلی‌وینیل استات و یا اوره فرم آلدئید و انواع اتصالات فلزی گوشه‌ای با مهره ۲ و بدون مهره؛ بدین ترتیب عوامل مطالعه شده عبارتند از ۲۰ نوع اتصال و اندازه‌گیری مقاومت اتصالات مذکور بر اساس استاندارد GSA انجام گرفته است. این نمونه‌ها که در کارگاه دانشگاه شهید رجایی ساخته و متعادل سازی گردیدند عبارتند از ۲ قطعه تخته به ابعاد ۸×۲۰ سانتی‌متر که توسط اتصال مورد نظر به یکدیگر وصل شده‌اند. با توجه به نتایج به دست آمده، اتصالات پیچ بیشترین مقاومت برشی را نسبت به سایر اتصالات بررسی شده داشتند. محاسبات آماری نیز این نتیجه را تأیید کرده و بر اساس آن مقاومت انواع اتصالات پیچ مطالعه شده با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشته اما مقاومت این اتصالات با سایر اتصالات آزمایش شده دارای اختلاف معنی‌داری است. با توجه به نتیجه مذکور می‌توان از انواع پیچ برای وضعیت‌های مشابه استفاده کرد، هرچند که از نظر اقتصادی تعبیه اتصال پیچ شماره ۵ بدون مصرف هیچ گونه چسبی در محل اتصال، نسبت به سایر اتصالات مناسب‌تر می‌باشد.

کلمات کلیدی: اتصالات چوبی، اتصال پیچ، اتصال فلزی گوشه‌ای، مقاومت اتصال در برابر بار برشی، چسب پلی‌وینیل استات، چسب اوره فرم آلدئید، تخته خرده چوب

Pajouhesh & Sazandegi No:72 pp: 2-14

Lateral holding strength of dowel, screw and metal corner joints constructed of particleboard and veneer particleboard.

By: H. Noori., Senior Expert, Wood Paper Industry, Engineering Department Shahid Rajaee University.

M. Ghofrani, Assistant Professor, Engineering Department, Shahid Rajaee University.

The dowel, screw and metal corner are the joints that are used in different field of industries to a great extent. This

present study has been done to find the best form of joints used in the wooden sheets (such as bookcase, cabinets) from the lateral shear strength point of view. The researched joints are dowel joints in 8 and 10 mm Diam. With smooth or spotted (corrugated) surfaces and those which are soaked with P.V.A. or U.F. resins as well as types of metal corners form and screws with or without resin; this way, we studied the strength of 20 different joints using GSA standards and T- samples. The results proved that screw joints showed the most lateral shear strength comparing to other kinds of joints. The results also indicated that the strength of the samples showed no significance difference between different types of screw joints; however, due to some economic privileges, we recommend screw joint No 5 without soaking in resin.

Key words: Wooden joints, Screw, Dowel joint, Lateral shear strength, P.V.A. resin, U.F. resin, Particleboard.

مقدمه

یکی از گرایش‌های اصلی رشته صنایع چوب، صنایع مبلمان می‌باشد. در کشور ایران حدود ۵۱۰۰۰ واحد تولیدی کوچک و بزرگ صنایع چوب وجود دارد (۱۳/۹ درصد کل واحدهای صنعتی کشور) که ۸۰٪ آنها در تولید مصنوعات چوبی و مبلمان فعالیت دارند (۱۰). مصنوعات چوبی و مبلمان عبارتند از: انواع میزها، صندلی و سایر سازه‌های مخصوص نشستن، دراور، فایل، کمد، بوفه، تخت خواب و ... (۹). اساس فرآیند انجام گرفته در تمام واحدهای تولید کننده مبلمان یکسان و شامل انتخاب مواد اولیه، برش و آماده سازی آنها، اتصال دادن قطعات برش خورده به یکدیگر و بالاخره مونتاژ مبلمان است که در این میان از مواد کمکی نیز استفاده می‌گردد. پس از طی مراحل مذکور و پرداخت نهایی و در صورت لزوم رنگ، یک سازه مبلمان شکل گرفته و برای استفاده به بازار ارائه می‌گردد.

با توجه به گستردگی صنایع مبلمان در کشور ایران، اهمیت اتصالات در سازه‌های مبلمان و جایگاه تخته‌های ترکیبی در این صنعت، تحقیق حاضر به بررسی اتصالات مورد استفاده در تخته خرده چوب روکش دار و بدون روکش پرداخته است.

مواد اولیه اصلی مورد مصرف برای ساخت مبلمان عبارتند از چوب ماسیو، تخته خرده چوب، تخته لایه، روکش و تخته فیبر (۳) که با توجه به مزایایی از قبیل سهولت در کاربرد، قیمت ارزان، بهبود خواص کیفی، مقاومت در برابر عوامل مخرب، تولید در ابعاد بزرگ، سطوح صاف و مترآکم، همگنی و یکنواختی در تمام قسمت‌ها همواره به تنوع و مقدار مصرف تخته خرده چوب افزوده می‌شود (۲) چنانچه مصرف این تخته در مقایسه با سایر مواد اولیه اصلی صنایع مبلمان، چه در جهان و چه در کشور ایران، در حد بالایی قرار دارد (جداول ۱، ۲ و ۳).

اتصالات

با توجه به این که در تمام سازه‌های چوبی قطعات مختلف به یکدیگر وصل شده‌اند، پس یکی از بخش‌های اصلی و مهم هر سازه چوبی اتصالات آن است و این اتصالات، حلقه‌های حساس بین عناصر یک سازه هستند. اتصالات بار وارده را به‌طور پیوسته تحمل کرده و بنیان سازه را بوجود می‌آورند (۱۷). قدمت استفاده انسان از اتصالات چوبی به چند هزارسال قبل می‌رسد، میز تحریر لوئی پانزدهم از جمله قدیمی‌ترین سازه‌های دارای اتصالات چوبی است که تا به حال باقی مانده است؛ به‌علاوه بارتون در کتاب

کنده کاری روی چوب، تصویری از یک جعبه جواهر را که در سال ۱۵۴۶ در کشور سوئیس ساخته شده است، ارائه می‌کند؛ در این جعبه نیز از اتصالات چوبی استفاده شده است (۱۲).

در حال حاضر به دلیل تنوع تولید مبلمان با استفاده از مواد مختلف، اتصالاتی متفاوتی نیز ساخته شده که برای هر یک از انواع سازه‌ها با توجه به مقاومت و شکل مورد نیاز، در محل مربوطه تعبیه می‌شوند. از جمله اتصالاتی که دارای کاربرد گسترده‌ای برای متصل کردن قطعات تخته خرده چوب در کشور ایران هستند، می‌توان به اتصالات دوپل، پیچ فلزی و انواع اتصالات گوشه‌ای اشاره کرد (۱). چنانچه امروزه تولید مبلمان‌هایی که امکان باز وبسته کردن قطعات آن در منزل وجود دارد به دلیل راحتی جابجایی و خواص دیگر آن رشد چشمگیری داشته است؛ در این گونه مبلمان از اتصالات فلزی گوشه‌ای واشو مهره‌دار و بدون مهره به تنهایی، و یا در محل‌هایی که نیاز به استحکام بیشتری دارد با تلفیقی از اتصال دوپل استفاده می‌شود. در این مطالعه نیز به بررسی مقاومت ۲ نوع از انواع اتصالات واشو در حالت‌های مختلف پرداخته شده است (جدول ۸).

از پیچ برای اتصالات باز شدنی استفاده می‌شود و چنانچه طبق اصول صحیح به کار رود از میخ محکم‌تر بوده و در صورت لزوم باز شده و مجدداً بسته می‌شود. از جمله پیچ‌های مورد استفاده برای اتصال تخته خرده چوب در صنایع چوب ایران می‌توان به پیچ سر مخروطی شکاف دار، پیچ سرگرد با شکاف طولی و شکاف چهار سو، پیچ سر عدسی، پیچ سر تخت خزینه‌ای و پیچ تلگرافی اشاره کرد (۷). این اتصال به دلیل فلزی بودن، اتصال قوی بوده و انواع پیچ‌های شماره ۵ و ۶ (جدول ۶) سر تخت خزینه‌ای در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفته‌اند (جدول ۸).

دوپل عبارت است از یک استوانه چوبی به قطر ۶ تا ۱۶ میلی‌متر که سطح آن صاف یا آجدار بوده و به صورت مخفی و آغشته به چسب در داخل سازه تعبیه می‌گردد؛ از گونه‌های چوبی راش و ممرز تولید شده و با توجه به نتایج تحقیق نوری مینی بر مقاومت بیشتر انواع دوپل‌های ضخیم، آجدار و طویل (۸)، اتصالاتی با مشخصات ذکر شده در جدول ۸ در این تحقیق بررسی گردیدند.

چسب

یکی از مهمترین پیشرفت‌های فن آوری در ساخت اتصالات چوبی از گذشته تاکنون، استفاده از چسب در محل اتصال است. چسب‌های مورد مصرف در صنایع چوب دارای تنوع زیادی هستند، در گذشته استفاده از

استات، تعیین مقاومت برشی جانبی ۲۰ نوع اتصال مورد نظر و مقایسه آنها با یکدیگر اشاره کرد، کاربرد متداول چسب اوره فرم آلدئید در پرس گرم بوده و اطلاعات جامعی در ارتباط با کیفیت بکارگیری آن به صورت سرد در دسترس نیست؛ در این تحقیق، در جهت امکان استفاده از چسب مذکور برای مصارف کارگاهی و مقایسه آن با چسب پلی وینیل استات، این چسب نیز مورد بررسی قرار گرفته است.

دلایل استفاده از تخته خرده چوب در تحقیق حاضر عبارت است از: مصرف زیاد این تخته در صنعت و تسهیل در امر جایگزینی آن با تخته‌های چوب ماسیو در جهت حفاظت از منابع طبیعی. اتصالات بررسی شده نیز عبارت از انواع اتصالات پیچ، دابل و گوشه‌ای فلزی می‌باشند.

تحقیقات انجام گرفته در زمینه اتصالات چوبی در کشور ایران انگشت شمار و در خارج کشور نیز بیشتر به تحلیل سازه‌های مبلمان پرداخته شده و تحقیقی دقیقاً مانند این تحقیق مشاهده نگردیده است؛ از جمله تحقیقات داخلی و خارجی مشابه انجام شده می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

Somechai - Vetechacam مقاومت اتصالات زبانه و دابل را در چوب گونه تیک^۶ بررسی کرده‌اند. نتایج این بررسی نشان می‌دهد که مقاومت اتصال ایجاد شده متناسب با طول اتصال (عمق نفوذ)، تغییر خواهد کرد.

سریشم بسیار رایج بود ولی امروزه در بیشتر موارد چسب‌های شیمیایی به جای آن استفاده می‌شود و مصرف چسب‌های حیوانی نیز بسیار محدود شده است، چسب پلی وینیل استات^۴ (چسب سفید نجاری) رایج ترین چسبی است که در صنایع چوب زمان حاضر مصرف دارد و به صورت سرد به کار می‌رود، به وسیله آب می‌توان آن را رقیق کرد و پس از سخت شدن در مقابل رطوبت دوام ندارد. این چسب در دمای معمولی پس از چند ساعت بسته به رطوبت و دمای محیط خشک می‌شود. اوره فرم آلدئید^۵ چسب دیگری است که بوسیله ترکیب کردن با آب، آرد به عنوان پرکننده و مواد اسیدی به عنوان سخت کننده، به صورت سرد در مرحله اول بر روی چوب و مواد مصنوعی چوبی به کار رفته و سپس بر اثر حرارت پرس منعقد می‌شود. از این چسب به صورت سرد نیز استفاده می‌گردد(۶).

در تحقیق حاضر، اثر طول نفوذ اتصال دهنده‌ها در داخل سازه، قطر آنها، مصرف چسب و عدم مصرف آن و همچنین نوع چسب بر مقاومت برشی جانبی اعضای اتصال اندازه‌گیری شده است. تجزیه و تحلیل شکست اتصال نیز انجام گرفته تا نتایج آن راهنمایی برای کاربرد اتصالات چوبی باشد. از جمله اهداف این تحقیق می‌توان به بررسی امکان بکارگیری چسب اوره فرم آلدئید در کارگاه‌های صنایع چوب و مقایسه آن با چسب پلی وینیل

جدول ۱- آمار تولید چوب‌های بریده و فرآورده‌های چوبی در جهان (میلیون متر مکعب)

چوبهای بریده	پانلهای چوبی	روکش	تخته لایه	تخته خرده چوب	تخته فیبر
۰/۵۰۱	۰/۱۲۹	۷/۴	۰/۵۱	۰/۵۵	۰/۸۸

منبع ۱۸

جدول ۲- میانگین آمار تولید پانلهای چوبی در ایران از سال ۱۳۶۴ تا ۱۳۷۳ (متر مکعب)

روکش	تخته لایه	تخته خرده چوب	تخته فیبر
۶۵۳۹	۱۷۳۱۲	۲۳۸۴۶۳	۱۲۴۱۴

منبع ۴

جدول ۳- روند مصرف تخته خرده چوب طی سال‌های ۱۳۶۴ تا ۱۳۷۳

۱۳۷۴	۱۳۷۵	۱۳۷۶	۱۳۷۷	۱۳۷۸	۱۳۷۹	۱۳۸۰
۳۳۹۸۲۰	۳۲۵۱۸۶	۳۶۹۸۴۲	۴۱۲۶۴۵	۴۳۰۰۱۳	۴۵۱۰۰۴	۴۶۰۳۷۷

منبع: پیام نوپان گنبد، سال سوم، شماره ۱۱

جدول ۴ - خواص فیزیکی و مکانیکی تخته خرده چوب های استفاده شده .

مشخصات نوع تخته	MOR(Mpa)	MOE) (Mpa)	دانسیته gr/cm ^۳	ضخامت (میلی متر)
تخته خرده چوب بدون روکش	۱۳/۳۵	۲۱۱۵/۹	۰/۷	۱۶/۵ ± ۰/۳
تخته خرده چوب روکش دار	۲۵/۰۱	۲۹۹۶/۹۵	۰/۷۸ ^۶	۱۷ ± ۰/۵

اثر مستقل عامل قطر بر مقاومت اتصال در برابر بار کششی و اثر متقابل عوامل نوع سطح، قطر و آزادی دوپل در سوراخ تخته، بر مقاومت اتصال در برابر بار برشی و کششی معنی‌دار بودند. دوپل‌های آجدار با قطر ۱۰ میلی‌متر و عمل نفوذ ۴۰ میلی‌متر مقاومت بیشتری در برابر بارهای وارد شده داشتند (۷).

مواد و روش‌ها مواد اولیه و کمکی مصرفی

مواد اولیه مصرفی در این تحقیق عبارتند از: تخته خرده چوب روکش دار، تخته خرده چوب بدون روکش، دوپل، پیچ، چسب پلی‌وینیل استات، چسب اوره فرم آلدئید، اتصال گوشه فلزی مهره‌دار از جنس آلومینیوم و اتصال فلزی گوشه‌ای از جنس فولاد.

تخته خرده چوب: تخته خرده چوب مورد استفاده از نوع تخته‌های ساخت کشور ایران و با استاندارد ملی بوده و فورمینگ این تخته‌ها در ضخامت بصورت لایه‌ای (غیر تدریجی) می‌باشد. در انواع روکش دار، تخته مذکور بوسیله روکش چوب راش ایران که ضخامت آن 0.2 ± 0.5 میلی‌متر است، توسط چسب اوره فرم آلدئید و در پرس گرم روکش شده است. (سایر مشخصات تخته‌های استفاده شده در جدول ۴)

چسب: چسب‌های مورد استفاده در این بررسی عبارتند از چسب پلی‌وینیل استات که نوع استاندارد ایرانی آن موجود بوده و از همین چسب نیز استفاده گردیده است و چسب اوره فرم آلدئید که به صورت مایع خریداری شده و با ترکیب ۸۶ درصد چسب مایع و ۱۴ درصد آرد گندم مورد استفاده قرار گرفته است (مشخصات چسب‌های مذکور در جدول ۵).

نوع و درصد سخت کننده چسب پلی‌وینیل استات جزء فرمول تجاری کارخانه سازنده می‌باشد

دوپل چوبی: در این تحقیق از دوپل گونه ممز ۱۷ آجدار که بصورت آماده مصرف در بازار عرضه می‌شود، استفاده گردیده که این دوپل‌ها فاقد هر گونه معایب ساختاری و کاملاً راست تار بودند.

پیچ: در ساخت نمونه‌های اتصال پیچ از پیچ‌های شماره ۵ و ۶ استفاده گردیده است (جدول ۶).

اتصال گوشه‌ای فلزی آلومینیومی مهره‌دار: این اتصال به شکل نبشی بوده و از دو بخش عمود بر هم تشکیل شده است. ابعاد هر بخش که بر روی یکی از تخته‌ها قرار می‌گیرد $3 \times 24 \times 28$ میلی‌متر است (شکل ۱). در هر بخش سوراخی جهت تعبیه پیچ وجود داشته و این اتصال به وسیله پیچی به طول $1/2$ سانتی‌متر و قطر ۴ میلی‌متر به تخته متصل می‌شود. اتصال پیچ به تخته نیز با مهره (رولپلاک) است، این رولپلاک‌ها از پلاستیک فشرده، آجدار و به قطر ۱۰ میلی‌متر می‌باشند. اتصال مهره (رولپلاک) با تخته بوسیله چسب صورت گرفته و تاثیر نوع چسب نیز بررسی شده است.

اتصال گوشه‌ای فلزی فولادی بدون مهره: شکل این اتصال نیز مانند اتصال قبل می‌باشد با این تفاوت که ابعاد هر بخش صفحه نبشی شکل $2 \times 40 \times 40$ میلی‌متر و اتصال نیز بوسیله پیچ و بدون استفاده از چسب و رولپلاک به تخته وصل می‌شود (شکل ۲) ^{۱۹}.

مراحل ساخت نمونه

ساخت نمونه‌های این تحقیق در کارگاه صنایع چوب دانشگاه شهید رجایی انجام گرفته است. برای ساخت نمونه‌های آزمایش به قطعات تخته

همچنین اتصالات فاق و زبانه در حالت L شکل حدود ۵/۱۹ درصد قوی‌تر از اتصالات دوپل هستند و در حالت T شکل نیز اتصالات فاق و زبانه حدود ۸/۲۹ درصد قوی‌تر هستند، به علاوه اتصالات T همواره محکم‌تر از اتصالات L بوده و این اختلاف حدود ۸/۱۸ درصد است (۱۶).

Grbac مقاومت اتصالات گوشه‌ای چوب راش^۸ و کاج^۹ را بررسی کرده است. بر اساس نتایج این آزمایش، در ابعاد و شکل مشابه، مقاومت اتصالات Minifix fastening و Minifix harpoon در مقایسه با اتصالات چوبی آغشته به چسب کمتر بود. با توجه به این نتایج این گونه اتصالات به‌طور معنی‌داری در اثر بارهای استاتیکی شکسته نمی‌شوند (۱۳).

Liu و همکاران اثر تعداد اتصال تعبیه شده در جعبه را بررسی کرده‌اند. بر اساس نتایج این تحقیق، مقاومت خمشی با نزدیک شدن به منطقه اتصال به سرعت افزایش می‌یابد در حالی که در نقاط خارج از منطقه اتصال، هیچ افزایشی در مقاومت مشاهده نشد. آزمایش اتصال پیچ نشان داد که اثر طول پیچ بر مقاومت اتصال خیلی بیشتر از قطر آن است. نتایج اتصال دوپل نیز نشان داد که به علت استفاده از چسب در منطقه اتصال، مقاومت خمشی این منطقه از خود تخته زیاد تر است (۱۴).

در تحقیق دیگری Wang و همکاران به بررسی خستگی میلان پرداختند. در این مطالعه ۵ نوع اتصال شامل: oval end؛ دوپل و oval end؛ دوپل مضاعف؛ دوپل پیچ؛ و پیچ مضاعف مورد آزمایش قرار گرفتند. بر اساس نتایج این تحقیق، اتصال پیچ مضاعف دارای بیشترین مقاومت بیرون کشی و ممان خمشی بود (۱۹).

در بررسی دیگری Rammer، تحمل بار موازی با الیاف دوپل چوب دو گونه از گواتمالا را ارزیابی کرده است. نتایج این تحقیق نشان داد که صلبیت تحت تاثیر قطر پیچ قرار داشته ولی تحمل بار تحت تاثیر قطر پیچ قرار ندارد. در اتصال دوپل، هم مقاومت و هم صلبیت دوپل تحت تاثیر قطر آن قرار دارد (۱۵).

Edril و همکاران مقاومت اتصال با پیچ فلزی را در سطح ولبه تخته لایه و O.S.B.^{۱۰} بررسی کرده‌اند. نتایج این تحقیق نشان دهنده اختلاف فاحش مقاومت به نگهداری پیچ در سطح و لبه تخته لایه و O.S.B. در بین تخته‌ها و همچنین در یک تخته است که این اختلاف ناشی از فرآیند ساخت تخته و گونه چوبی می‌باشد (۱۲).

در ارتباط با صنایع میلان و اتصالات در حال حاضر در کشور ایران تنها ۳ تحقیق در دسترس می‌باشند، این تحقیقات عبارتند از: فرخ پیام استحکام اتصال با پیچ را روی گونه‌های راش^{۱۱} و توسکا^{۱۲} اندازه‌گیری کرد. نتایج بدست آمده از گونه توسکا مشخص ساخت که این گونه با چوبی سبک برای استفاده ساختمانی در محل‌هایی که بارچندان زیادی به آن وارد می‌شود بسیار مناسب است (۶).

طبرسا و همکاران به بررسی امکان ساخت تیر لایه‌ای با اتصالات انگشتی از ضایعات کارخانجات روکش پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داده است که مقاومت خمشی تحت تاثیر بارگذاری عمود بر سطح، در چوب ماسیو و تخته لایه تفاوت معنی‌داری ندارند و لذا استفاده از تیر لایه‌ای در مواردی که نیرو بر سطح خط چسب وارد می‌شود، توصیه می‌گردد (۵).

نوری به بررسی مقاومت کششی و برشی اشکال مختلف اتصال دوپل گونه ممز^{۱۳} در تخته خرده چوب پرداخته است. بر اساس نتایج بدست آمده

جدول ۵ - مشخصات چسب های استفاده شده

مشخصات نوع چسب	رنگ ظاهری	ویسکوزیته (سانتی پواز)	P.H	دانسیته gr/cm ³	درصد مواد جامد چسب مایع	نوع سخت کننده	درصد سخت کننده به کل چسب
پلی وینیل استات	سفید	۱۴۹۰۰	۳	۰/۷	۴۰	-	-
اوره فرم آلدیند	سفید	۴۹۰۰	۳	۰/۷ تا ۰/۸	۶۰	سولفات آمونیوم	۱/۵

جدول ۶ - مشخصات پیچ های استفاده شده برای تحقیق

مشخصات شماره پیچ	طول پیچ (میلی متر)	طول قسمت دندانه دار (میلی متر)	تعداد دندانه	قطر پیچ (میلی متر)	جنس پیچ	نوع پیچ
۵	۶۴	۴۰	۱۹	۴	فولاد کم کربن	پیچ سر تخت خزینهای
۶	۴۹	۳۵	۱۴	۵	فولاد کم کربن	پیچ سر تخت خزینهای

جدول ۷ - مشخصات دستگاه آزمایشگر

نوع دستگاه	قابلیت تنظیم سرعت بارگذاری	قابلیت سنجش میزان حرکت سینی متحرک	نرم افزار کنترل کننده	دقت سرعت بارگذاری	حساسیت نیرو سنج
دستگاه تست کشش و فشار یونیورسال سری T	۱ تا ۵۰۰ میلی متر در دقیقه	۰/۱ میلی متر	PTS (۷۳/۰۰)	۰/۱ میلی متر در دقیقه	-۰/۵۰۰

ضخامت تخته بوده است (طول = ۴ برابر قطر).
روش ساخت اتصالات پیچ بدین ترتیب بوده که در تخته‌ها سوراخی به طول پیچ و به قطر ۱ میلی متر کمتر از قطر پیچ تعبیه شده و پیچ‌ها در محل اتصال پیچانده شدند. در تخته عمودی خزانه نیز به عمق ۳ میلی متر زده شده تا سر پیچ درون تخته قرار گیرد. در انواع اتصالات پیچ با چسب، به غیر از تعبیه پیچ ناحیه اتصال بین دو تخته نیز آغشته به چسب شده است.
برای ساخت اتصالات گوشه‌ای فلزی مهره دار سوراخی به ابعاد مهره در تخته تعبیه شده و پس از آغشته کردن سوراخ به چسب، مهره در داخل سوراخ قرار داده شده است. در اتصالات گوشه‌ای فلزی بدون مهره قطر سوراخ تعبیه شده ۱ میلی متر کمتر از قطر پیچ بوده و در این نوع اتصالات از چسب استفاده نشده است؛ در انواع دابل دار اتصالات مذکور، دوبلی به ابعاد ۴۰×۱۰ میلی متر بدون استفاده از هیچ گونه چسبی در محل اتصال دو تخته تعبیه شده است.

با ابعاد ۲۰×۸ سانتی متر نیاز بود لذا از تخته‌های تهیه شده بوسیله اهر گرد قطعات بریده و شکل نمونه‌ها و سایر مشخصات آزمایش با توجه به شکل سازه‌های صفحه‌ای رایج در بازار و استاندارد GSA تعیین گردید (۱۱).
نمونه‌های اتصال یافته بوسیله چسب به مدت ۲۴ ساعت در شرایطی با رطوبت نسبی ۶۵±٪ و دمای ۲۰±۳ درجه سانتی گراد در پرس دستی قرار داده شد و به مدت یک ماه نیز در همین شرایط متعادل سازی شدند. پرس‌های مذکور که به پرس پیش دستی نیز مشهورند از نوع شماره ۳۰ (با طول بازوی ۳۰ سانتی متر) بوده و پیچ آنها پس از برخورد با نمونه در طی ۴ الی ۵ ثانیه بوسیله نیروی دست کاملاً سفت می‌شود. نیرویی که وارد می‌سازند ۱۲۰۰ نیوتن و شرایط دمایی آنها همان دمای آزمایشگاه است (از نوع سرد).
برای ساخت اتصالات دابل از مته‌هایی با قطر مساوی قطر دابل استفاده شده و طول سوراخ‌های تعبیه شده در دابل‌هایی با قطر ۱۰ میلی متر، ۴۰ میلی متر و در دابل‌هایی با قطر ۸ میلی متر، ۳۲ میلی متر در

فاکتورهای هر یک از آنها در جدول نشان داده شده است. از ترکیب انواع اتصالات ۲۰ نوع اتصال بدست آمده که با توجه به ۵ تکرار هر یک از این اتصالات جمعاً ۱۰۰ نمونه اتصال تخته خرده چوب معمولی و ۱۰۰ نمونه اتصال تخته خرده چوب روکش دار ساخته آزمایش شدند.

طرح آماری

میانگین مقاومت‌ها با استفاده از نمونه‌های تکرار شده هر حالت اتصال محاسبه شده است. برای مقایسه کلی میانگین میزان مقاومت‌ها در هر یک از انواع اتصالات از تجزیه واریانس یک طرفه و آزمون‌های تکمیلی Tukey و R.E.G.W.Q و برای بررسی اثر هر یک از سطوح اتصالات مشابه نیز از تجزیه واریانس دوطرفه و چند طرفه استفاده شده است.

نتایج و بحث

با توجه به اینکه یک اتصال دوبل، پیچ و یا گوشه‌ای فلزی که بین دو قطعه عمود بر هم قرار دارد در حین بارگذاری تحت تأثیر بار برشی جانبی قرار می‌گیرد، در این بررسی مقاومت این اتصالات در برابر بار مذکور اندازه‌گیری و نتایج آن در جدول ۹ نشان داده شده است. هر یک از ارقام این جداول میانگین مقاومت ۵ نمونه می‌باشد. برای نشان دادن تغییرات در هر یک از مقاومت‌ها، انحراف از معیار مقادیر اندازه‌گیری شده نیز محاسبه شده است. ضریب تغییرات نتایج آزمایش تخته خرده چوب بدون روکش ۱۱/۴۳٪ و ضریب تغییرات نتایج آزمایش تخته خرده چوب روکش دار ۱۲/۱۷٪ است.

برای مقایسه مقاومت تک تک اتصالات با یکدیگر ابتدا آزمون همگنی^{۲۰} و آنالیز واریانس یک طرفه^{۲۱} محاسبه (جداول ۱۰ و ۱۱) و با توجه به معنی دار بودن مقدار P در سطح ۹۹٪ برای هر دو نوع تخته بدون روکش و روکش دار، آزمون‌های تکمیلی برای مقایسه‌های چندگانه محاسبه و اتصالات هم گروه از نظر مقاومت برشی تعیین گردیدند (جداول ۱۲ و ۱۳).

با توجه به معنی دار بودن مقدار P (جدول ۱۰) فرضیه صفر دال بر عدم اختلاف بین گروه‌ها رد می‌شود و از آنجایی که آزمون F در کل معنی‌دار است، آزمون‌هایی برای مقایسه اختلاف میانگین‌های مقاومت اتصالات انجام می‌شود. بر اساس این نتیجه حداقل مقاومت یکی از تیمارهای مطالعه شده با



شکل ۱- اتصالات گوشه‌ای فلزی مهره‌دار آلومینیومی



شکل ۲- اتصالات گوشه‌ای بدون مهره فولادی

آزمایش مقاومت‌ها

برای آزمایش مقاومت نمونه‌ها در برابر بار برشی جانبی از دستگاه آزمایشگر ساخت کشور ایران استفاده و پس از آزمایش هر نمونه حداکثر مقاومت آن با استفاده از منحنی ترسیم شده، ثبت گردید (جدول ۷).

سرعت بارگذاری: سرعت بارگذاری آزمایش نمونه‌ها با توجه به روش استاندارد پیش گفته ۱ میلی متر در دقیقه تنظیم شد. نحوه بارگذاری در شکل و انواع اتصالات بررسی شده و

جدول ۸- تشریح انواع اتصالات بررسی شده

شماره تیمار	نوع چسب	قطر	نوع سطح	نوع اتصال	
۱	UF.	۸	صاف	دوبل	
۲	P.V.A.				
۳	UF.	۱۰			
۴	P.V.A.				
۵	UF.	۸	آجدار		
۶	P.V.A.				
۷	UF.	۱۰			
۸	P.V.A.				
۹	UF.	۴	-	پیچ	
۱۰	P.V.A.		-		
۱۱	بدون چسب		-		
۱۲	UF.		-		
۱۳	P.V.A.	۵	-		
۱۴	بدون چسب		-		
۱۵	P.V.A.	-	بادوبل		گوشه‌ای فلزی مهره‌دار
۱۶	UF.	-			
۱۷	P.V.A.	-	بدون‌دوبل		
۱۸	UF.	-			
۱۹	-	-	با دوبل	گوشه‌ای فلزی بدون مهره	
۲۰	-	-	بدون دوبل		

اتصالات را به کار گیرند. در ارتباط با علت مقاومت بیشتر اتصالات پیچ نسبت به سایر اتصالات بررسی شده می‌توان به چند نکته اشاره کرد، اولاً جنس پیچ از فولاد بوده و با توجه به نتایج این تحقیق نیز مشخص است که مقاومت پیچ به تنهایی از دوبل و اتصالات گوشه‌ای فلزی بیشتر است، چنانچه بررسی نمونه‌های شکسته شده نیز نشان دهنده عدم شکسته شدن خود پیچ است؛ در این نمونه‌ها (نمونه‌های اتصال پیچ) تخته خرده چوب در لایه میانی تخریب و پیچ نیز خم شده است (شکل ۴). دلیل دوم را می‌توان اتصال محکم پیچ به تخته دانست، بر اساس نتیجه این بررسی اتصال ایجاد شده بین دندان‌های پیچ‌ها و تخته خرده چوب محکم تر از سایر اتصالات بررسی شده می‌باشد. اختلاف معنی‌دار مقاومت برشی جانبی اتصال پیچ نسبت به سایر اتصالات را می‌توان به ضعیف بودن سایر اتصالات بررسی شده نیز نسبت داد، بررسی نمونه‌های اتصال گوشه‌ای فلزی واشو نشان دهنده خروج خیلی راحت پیچ‌های نسبتاً کوچک این اتصالات از داخل تخته و بررسی نمونه‌های دوبل نیز نشان دهنده شکستن دوبل‌ها در داخل تخته است.

در جدول ۱۴ نتایج آنالیز واریانس چند طرفه برای اتصالات دوبل تعبیه

سایر تیمارها دارای اختلاف معنی‌داری است و آزمون‌های تکمیلی نیز نشان دهنده این مسئله با دقت بیشتری هستند؛ از آنجایی‌که آزمون همگنی واریانس معنی‌دار است (جدول ۱۱) برای اتصالات تعبیه شده در انواع تخته‌های روکش دار و بدون روکش از آزمون‌های تکمیلی Tukey و R-E-G-WQ استفاده شده است (جداول ۱۲ و ۱۳).

بر اساس نتایج این گروه بندی، در هر دو نوع تخته مقاومت اتصالات پیچ دارای اختلاف معنی‌داری با مقاومت سایر اتصالات بوده ولی اختلاف مقاومت انواع اتصال پیچ از نظر آماری معنی‌دار نمی‌باشد، بنابراین در مواردی که اتصالی با حداکثر مقاومت و حداقل هزینه مورد نظر است، اتصال پیچ نمره ۵ به عنوان اتصالی که نیاز به چسب نداشته و ارزان تر از پیچ‌های بزرگتر نیز می‌باشد، توصیه می‌گردد. این نتیجه با نتیجه تحقیق Wang و همکاران یکسان بوده، چنانچه به نظر ایشان نیز اتصال پیچ دارای بیشترین مقاومت نسبت به سایر اتصالات مشابه (دوبل و.....) است (۲۰). بر اساس نتایج جداول مذکور، مقاومت انواع اتصالات دوبل و گوشه‌ای فلزی واشو از نظر آماری با یکدیگر یکسان بوده و صنایع می‌توانند با توجه به مقاومت مورد نیاز و سایر محدودیت‌ها و قابلیت سازه، انواع مختلف این

نوع اتصال	نوع سطح	قطر	نوع چسب	تخته خرده چوب بدون روکش		تخته خرده چوب روکش دار		
				میانگین (نیوتن)	انحراف معیار	میانگین (نیوتن)	انحراف معیار	
دوبل	صاف		U.F.	۵۵/۴۸	۱۱/۴۲	۷۰/۵۲	۱۵/۳۶	
			P.V.A.	۶۱/۸۰	۱۹/۶۰	۷۷/۸۸	۷/۸۸	
			U.F.	۶۸/۰۸	۱۰/۵۴	۸۷/۸۲	۹/۶۷	
			P.V.A.	۶۹/۴۴	۴/۸۲	۸۱/۸۰	۱۰/۱۲	
	آجدار			U.F.	۴۷/۵۶	۴/۱۲	۶۴/۴۴	۷/۸۶
				P.V.A.	۵۳/۲۲	۱۴/۳۸	۹۱/۲۲	۶/۶۱
				U.F.	۳۷/۰۷	۳/۷۵	۹۶/۵۲	۶/۲۶
				P.V.A.	۸۴/۸۸	۳۶/۸۸	۹۲/۲۰	۱۵/۵۵
پیچ			U.F.	۱۵۴/۶۶	۲۲/۴۱	۲۰۸/۱۸	۲۱/۶۵	
			P.V.A.	۱۵۲/۴۸	۱۳/۶۶	۱۹۱/۵۰	۱۳/۳۱	
			بدون چسب	۱۵۱/۶۸	۷/۸۴	۱۷۶/۷۲	۱۹/۰۸	
			U.F.	۱۳۲/۲۰	۸/۶۳	۱۳۲/۸۰	۱۰/۷۸	
				P.V.A.	۱۴۴/۲۰	۱۷/۵۱	۱۸۵/۲۰	۲۷/۸۰
				بدون چسب	۱۵۴/۶۸	۲۲/۹۲	۱۷۶	۲۸/۲۶
				U.F.	۵۲/۳۱	۸/۹۹	۷۴/۳۰	۱۶/۴۲
				P.V.A.	۵۴/۴۸	۴/۰۷	۸۹/۸۴	۱/۸۶
گوشه‌ای فلزی مهره‌دار	بدون‌دوبل		U.F.	۶۲/۹۸	۲/۳۰	۸۳/۹۴	۱/۸۶	
			P.V.A.	۵۶/۰۸	۲/۹۳	۷۶/۵۷	۶/۹۷	
	با دوبل			-	۴۶/۸۱	۲/۹۳	۶۴/۳۰	۷/۸۶
				-	۳۴/۸۹	۷/۷۴	۴۹/۹۶	۸/۳۱
گوشه‌ای فلزی بدون مهره	بدون دوبل		-	-	-	-	-	
			-	-	-	-	-	

است. نتیجه تحقیق نوری نیز نشان دهنده مقاومت حداکثر اتصال دوبل با قطر ۱۰ میلی متر است (۱۶،۱۵،۷).

همانطور که ذکر گردید مقاومت انواع اتصالات پیچ دارای اختلاف معنی‌داری با مقاومت سایر اتصالات بررسی شده بود، اما در مقاومت اتصالات ساخته شده با پیچ‌های متفاوت اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. نتایج آنالیز واریانس دو طرفه که در جدول ۱۵ نشان داده شده است این مسئله را در ارتباط با اتصالات تعبیه شده در تخته خرده چوب بدون روکش تایید کرده و بر اساس این جدول هیچ یک از عوامل بررسی شده تاثیر معنی‌داری بر مقاومت اتصال ندارند، اما در تخته‌های روکش دار تاثیر معنی‌دار عامل مستقل شماره پیچ، (قطر و طول) و عامل متقابل شماره پیچ و نوع چسب مصرفی بر مقاومت اتصال مشاهده می‌شود، این تاثیر معنی‌دار عوامل مذکور را می‌توان به مقاومت بیشتر تخته خرده چوب روکش دار نسبت داد، چنانچه در تخته بدون روکش تخته سریع‌تر از اتصال تخریب شده و لذا تاثیر عوامل اتصال بر مقاومت مشخص نمی‌باشد اما به دلیل مقاومت بیشتر تخته‌های روکش دار، در این نمونه‌ها تخته نسبتاً سالم بوده و تخریب

شده در انواع تخته‌های بدون روکش و روکش دار، در جهت تعیین اثر عوامل مستقل و متقابل بررسی شده، نشان داده شده است.

بر اساس جدول ۱۴ اثر مستقل دوبل در اتصالات تعبیه شده در هر دو نوع تخته از نظر آماری و در سطح ۹۹٪ معنی‌دار می‌باشد. با توجه به اینکه اتصالات ساخته شده از دو نوع دوبل با قطر ۸ و ۱۰ میلی‌متر بودند، لذا بر اساس این نتیجه مقاومت اتصالاتی با قطر دوبل ۱۰ میلی‌متر دارای اختلاف معنی‌داری با اتصالات دوبل با قطر ۸ میلی‌متر هستند. بر اساس این نتیجه و با توجه به عدم معنی‌دار بودن سایر عوامل، اتصالاتی با قطر دوبل ۱۰ میلی‌متر، سطح آجدار و آغشته با چسب پلی‌وینیل استات به عنوان اتصالاتی با مقاومت و شرایط تولید مناسب از سایر اتصالات دوبل بررسی شده متمایز می‌گردد. قابل ذکر است که با توجه اینکه طول دوبل مضربی از قطر است (طول=۴برابر قطر) لذا دوبل‌های قطورتر بلندتر نیز هستند. نتیجه بدست آمده با نتیجه تحقیق Someehai-Vetechakam یکسان می‌باشد چنانچه نامبرندگان نیز مقاومت اتصال دوبل را متناسب با طول اتصال عنوان می‌کنند. بر اساس تحقیق Rammer نیز مقاومت و صلیبیت دوبل تحت تاثیر قطر آن

در اتصال است، لذا متغیرهای اتصال مشخص شده است، بر اساس این نتیجه می‌توان اتصالاتی را که با پیچ‌های شماره ۶ ساخته شده و منطقه اتصال نیز آغشته به چسب است به عنوان اتصالاتی که مقاومت آن با سایر اتصالات پیچ دارای اختلاف معنی داری است، معرفی کرد؛ نتایج تحقیق Rammer نیز نشان دهنده تاثیر قطر پیچ بر صلبیت آن است که با نتایج بدست آمده در این مطالعه یکسان می‌باشد (۱۵).

همانطور که در شکل ۱ مشهود است، اتصالات گوشه‌ای فلزی مهره‌دار دارای ضخامت بیشتر و ابعاد کوچکتری نسبت به اتصالات گوشه‌ای فلزی بدون مهره می‌باشند. بر اساس جدول ۱۶ اثر عوامل نوع چسب و استفاده از دابل در مقاومت اتصالات مهره‌دار تعبیه شده در تخته خرده چوب بدون روکش معنی‌دار نبوده و علت این امر را نیز می‌توان به خارج شدن پیچ از تخته یا مهره نسبت داد، چنانچه در اثر وارد شدن بار ابتدا پیچ از تخته خارج شده و لذا تاثیر سایر عوامل بر مقاومت آن مشهود نیست. اما اثر استفاده از دابل در مقاومت اتصال بدون مهره تعبیه شده در این تخته معنی‌دار است، این نوع اتصال هرگز شکسته نشده و تنها خم می‌شود و یا پیچ‌های آن از تخته خارج می‌گردند، در نتیجه تاثیر استفاده از دابل در آن معنی‌دار می‌باشد، با توجه به این نتیجه ساخت اتصال مذکور به طریقی که دابل نیز به آن اضافه گردد توصیه می‌شود.

جدول ۱۶ تاثیر عوامل متغیر را بر مقاومت اتصالات گوشه‌ای مهره‌دار و بدون مهره که در تخته روکش دار تعبیه شده‌اند، نشان می‌دهد. بر اساس این جدول تاثیر متقابل استفاده از دابل و چسب اوره فرم آلدئید در اتصال مهره‌دار معنی‌دار است، دلیل این امر را می‌توان ثبات بیشتر پیچ‌ها در تخته‌های روکش دار دانست، چنانچه پیچ‌ها از خود مقاومت نشان داده و در نتیجه تاثیر عامل دابل و چسب در سطح ۰/۹۵٪، بر مقاومت اتصال معنی‌دار است. این جدول نشان دهنده تاثیر معنی‌دار استفاده از دابل در اتصالات بدون مهره است که دلیل این امر نیز در ارتباط با تخته‌های بدون روکش ذکر گردید.



شکل ۳- نمونه‌های اتصال در حین انجام آزمایش



شکل ۴- نمونه‌هایی که آزمایش و بوسیله تستینگ شکسته شده‌اند - از سمت راست، نمونه‌های اول و سوم مربوط به تخته‌های بدون روکش و دو نمونه دیگر مربوط به تخته‌های روکش‌دار هستند

جدول ۱۰ - نتایج آزمون F تحلیل واریانس یک طرفه آزمایش تخته بدون روکش و روکش دار

گروه‌ها	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	Sig.
Corrected model	۱۹	۹۳۳۱/۱۴۱	۴۵/۷۰۲	...
Intercept	۱	۷۲۵۳۵۸/۸	۳۵۵۲/۶۷۲	...
group	۱۹	۹۳۳۱/۱۴۱	۴۵/۷۰۲	...
Corrected model*	۱۹	۱۲۴۲۱/۱۳۶	۶۱/۵۵۸	...
Intercept*	۱	۱۱۷۹۰۷۵	۵۸۴۲/۳۹۰	...
Group*	۱۹	۱۲۴۲۱/۰۳۶	۶۱/۵۵۸	...

جدول ۱۱ - آزمون همگنی واریانس

F	درجه آزادی ۱	درجه آزادی ۲	Sig.
۳/۰۹۷	۱۹	۸۰	...
۲/۶۴*	۱۹*	۸۰*	...×

- اعداد و اصطلاحاتی که علامت × در منتهی الیه سمت راست آنها قرار دارد، اطلاعات تخته‌های روکش دار و اعداد و اصطلاحات بدون علامت، اطلاعات تخته‌های بدون روکش و می‌باشند؛ تقسیم بندی جداول آتی نیز بدین طریق می‌باشد.
 **** معنی دار در سطح ۹۹٪

جدول ۱۲ - آزمون تکمیلی Tukey HSD نتایج آزمایش تخته بدون روکش

تیمارها	مقاومت تیمارهایی که بصورت افقی و عمودی درمقابل یکدیگر نشان داده شده اند فاقد اختلاف معنی دار است				
	۱	۲	۳	۴	۵
۲۰					
۱۹					
۵					
۱۵					
۶					
۱۶	-	-			
۱	-	-	-		
۱۸	-	-	-		
۲	-	-	-		
۱۷	-	-	-		
۳	-	-	-		
۴	-	-	-		
۷	-	-	-		
۸	-	-	-		
۱۲				-	
۱۳				-	
۱۱				-	
۱۰				-	
۹				-	
۱۴				-	

جدول ۱۳ - آزمون تکمیلی Tukey HSD نتایج آزمایش تخته روکش دار

تیمارها	مقاومت تیمارهایی که بصورت افقی و عمودی درمقابل یکدیگر نشان داده شده اند فاقد اختلاف معنی دار است				
	۱	۲	۳	۴	۵
۲۰	-				
۱۹	-	-			
۵	-	-			
۱	-	-			
۱۵	-	-			
۱۸	-	-			
۲	-	-			
۴	-	-			
۱۷		-			
۳		-			
۱۶		-			
۶		-			
۸		-			
۷		-			
۱۲					
۱۴			-	-	
۱۱				-	
۱۳				-	
۱۰				-	
۹				-	

- تیمارهای ۹ تا ۱۴ مربوط به اتصالات پیچ می باشد، آزمون تکمیلی Ryan-Einot-Gabriel-Welsch range محاسبه گردید که نتایج آن مانند جداول فوق می باشد
- اختلافات فوق در سطح ۹۹٪ معنی دار می باشند

جدول ۱۴- نتایج آزمون F تحلیل واریانس دو طرفه نمونه های تخته بدون روکش و روکش دار (اتصال دابل)

متغیر	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	Sig.
S	۱	۹/۷۲۲	۰/۰۳۵	-
D	۱	۳۷۴۵/۹۸۶	۱۳/۳۳۵	...
A	۱	۳۹۵/۲۶۴	۱/۴۰۷	-
S*D	۱	۸۵۲/۴۸۳	۳/۰۳۵	-
S*A	۱	۵۹/۸۷۸	۰/۲۱۳	-
D*A	۱	۰/۸۶۴	۰/۰۰۳	-
S*D*A	۱	۷۶/۹۵۱	۰/۲۷۴	-
S*	۱	۴۳۴/۲۸۱	۳/۹۴۵	-
D*	۱	۱۸۴۱/۴۴۹	۱۶/۷۲۶	...
A*	۱	۳۴۵/۰۲۵	۳/۲۱۶	-
S*D*	۱	۸۷/۶۱۶	۰/۷۹۶	-
S*A*	۱	۲۷۸/۷۸۴	۲/۵۳۲	-
D*A*	۱	۱۲۳۶/۵۴۴	۱۱/۲۳۲	-
S*D*A*	۱	۱۹۶/۲۴۹	۱/۷۸۳	-

S: سطح دابل (صاف و آجدار) D: قطر دابل (۸ و ۱۰ میلی متری) A: نوع چسب
- غیر معنی دار :... معنی دار در سطح ۹۹٪

جدول ۱۵- نتایج آزمون F تحلیل واریانس دو طرفه نمونه‌های تخته بدون روکش و روکش دار (اتصال پیچ)

متغیر	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	Sig.
D	۱	۱۱۴۷/۰۰۸	۴/۱۵۴	-
A	۲	۵۲۷/۹۱۰	۱/۹۱۲	-
D*A	۲	۷۶۸/۲۲۲	۲/۷۸۲	-
D*	۱	۵۶۵۸/۱۳۳	۱۲/۵۸۱	...
A*	۲	۸۲۸/۶۶۱	۱/۸۴۳	-
D*A*	۲	۳۲۳/۸۷۴	۲/۶۱۴	...

-: غیر معنی دار ...: معنی دار در سطح ۹۹٪ × در منتهی الیه سمت راست: مربوط به تخته‌های روکش دار

جدول ۱۶- نتایج آزمون F تحلیل واریانس دو طرفه نمونه‌های تخته بدون روکش و روکش دار (اتصال گوشه ای فلزی مهره دار)

متغیر	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	Sig.
Dowel*	۱	۶۴۳۲۹/۵۵۶	۲۳۱۲/۳۱۲	-
A*	۱	۲۱۶/۶۵۲	۷/۸۹۵	-
Dowel*A*	۱	۴۰/۹۵۵	۱/۴۷۲	-
Dowel**	۱	۳۵۵/۴۵۴	۱۰/۳۸۲	...
A**	۱	۱۶۶۸۸/۸۵۹	۴۸۷/۴۴۷	...
Dowel*A**	۱	۳۵۵/۴۵۴	۱۰/۳۸۲	...
Dowel***	۱	۱۶/۵۰۷	۰/۲۰۳	-
A***	۱	۸۳/۳۵۴	۱/۰۲۶	-
Dowel*A***	۱	۶۵۶/۳۹۴	۸/۰۶۸	...
Dowel****	۱	۵۱۴/۵۱۹	۴/۸۵۷	..
A****	۱	۳۲۶۳۷/۲۲۶	۴۹۸/۳۹۱	...
Dowel*A****	۱	۵۱۴/۵۱۹	۷/۸۵۷	..

ستاره‌های نشان داده شده در منتهی الیه سمت راست

*: اتصال گوشه‌ای فلزی مهره‌دار در تخته بدون روکش **: اتصال گوشه‌ای فلزی بدون مهره در تخته بدون روکش
 : اتصال گوشه‌ای فلزی مهره‌دار در تخته روکش دار *: اتصال گوشه‌ای فلزی بدون مهره در تخته بدون روکش
 Dowel: دوپل A: چسب

-: غیر معنی دار ...: معنی دار در سطح ۹۹٪ ..: معنی دار در سطح ۹۵٪

منابع مورد استفاده

- ۱- توبه خواه فرد، داوود؛ م، قاسمی‌افشار، ۱۳۷۳؛ رسم فنی ۲، چاپ و نشر ایران، ص ۳۲:۴۱
- ۲- دوست حسینی، کاظم؛ ۱۳۸۰؛ فناوری تولید و کاربرد صفحات فشرده چوبی، انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، ص ۱۴
- ۳- روشن بخش یزدی، احمد؛ م، خواجه شرف آبادی؛ ع، منانی؛ ۱۳۷۷؛ تکنولوژی مواد، چاپ و نشر کتابهای درسی ایران، ص ۵
- ۴- سازمان جنگلها و مراتع کشور، ۱۳۷۵؛ طرح جمع آوری آمار و اطلاعات از واحدهای بزرگ صنایع چوبی تبدیل اولیه در سطح کشور. دفتر فنی صنایع چوب. نشریه ۹۵، ص ۳۴
- ۵- طبرسا، تقی؛ فارسی، م؛ ۱۳۸۱؛ بررسی امکان ساخت تیر لایه‌ای (L.V.L) با اتصالات انگشتی از ضایعات کارخانجات روکش. مجله صنایع چوب و کاغذ، شماره

- 13-Grbac I.; Tkalec S.; Tvelic Z. 1997; testing the strength of beech (*Fagus sylvatica* L.) and pine (*Pinus sylvatica* L.) corner joints Drvana industriga. 48:4, p 195-204.
- 14-Liu W.; Eckelman C. 1998; Effect of number of fasteners on the strength of corner joints for cases. Forest product journal, 48: 1, p93-95.
- 15-Rammer D.; 1999; Parallel to grain dowel bearing strength of two Guatemalan hard woods. Forest product journal, 49:6, p77-78.
- 16- Somchai – vechakam. 1998; Strength of tenon and dowel joints in teak (*Tectona grandis* linn). F. Bangkok, 106 leaves.
- 17-Thomas G. Williamson P.E. 2002; APA Engineering wood hand book. Mcgrahill companies, 614 leaves.
- 18-Walker, J.C.F., B.G. Butterfield, J.M.Harris, 1993; Primary Wood Processing, Principles and practice. Chapman & Hall. London.
- 19- Wang Y.; Su W.; Wang Yr.; 1998; Fategue life of T and L type furniture joints Forest product journal. 17:2, p227-286.
- 20- Zhang J.; Edril Y.; Eckelman C. 2002; Lateral holding strength of dowel joints construction of plywood and oriented strand board Forest product journal, Vol.52, No.7/8, p83-88.
- سوم، ص ۶۸ تا ۷۱.
- ۶- فرخ پیام، س، ۱۳۷۴؛ اندازه‌گیری استحکام اتصال با پیچ روی گونه‌های راش و توسکا. پایان نامه کارشناسی ارشد صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
- ۷- نوری، ح، ۱۳۸۲؛ بررسی افزایش مقاومت اتصال دوپل در تخته خرده چوب. پایان نامه کارشناسی ارشد صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس.
- ۸- نیک بخت، محسن؛ م، لطفی نیا؛ ۱۳۸۲؛ فرآیند اجرای پروژه، شرکت صنایع آموزشی، ۲۱۸ صفحه
- ۹- نیک نام، محمد علی؛ د، معصومی؛ ع، عباسی؛ ا، آقا رفیعی؛ ع، اسفندیاری؛ ج، رستمی؛ انظری؛ ر، فرح آبادی، ۱۳۸۳، کتاب صفر رشته صنایع چوب، انتشارات سازمان آموزش فنی حرفه ای کشور، ۱۳۰ صفحه
- 10-Anonymous ,1981; Upholstered furniture test method . FNAE 80-214 Federal Supply Serve.,General Services Administration, Washington, D.C.
- 11-Barton, W. 1984; Chip carving techniques and patterns. Sterling publishing Co. Vol 1, pp736
- 12-Edril Y.; Zhang J.; Eckelman C. 2002; Holding strength of screws in plywood and oriented strand board". Forest product journal. Vol. 52, no 6, p55-62.

