Archive of SID

پژوهش و سازندگی

شماره ۷۲، پاییز ۱۳۸۵

در منابع طبیعی

بررسی مقاومت برشی جانبی انواع اتصالات دوبل، 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، دوبل 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: دوبل‌های آجدار با قطر ۸ و۱۰ میلی متر که با چسب‌های پلی وینیل استات و اوره فرم آلدئید آغشته شده، پیچ‌های شماره ۵ و۱ ۶ در حالت‌های بدون چسب، با چسب پلی وینیل استات و یا اوره فرم آلدئید و انواع اتصالات فلزی گوشه‌ای با مهره۲ 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 سانتی متر 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 پلی وینیل 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 Indestry, 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

www.SID.ir

Archive of SID

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, Ddowel 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 مبل 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 روکش‌دار 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 متراکم، 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،۲و۳).

اتصالات

با توجه به این که در تمام سازهای 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 ازیک 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، اتصال‌های 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 دوبل، پیچ فلزی و انواع اتصالات گوشه‌ای اشاره کرد (۱). چنانچه امروزه تولید مبل‌هایی که امکان باز وبسته کردن قطعات آن در منزل وجود دارد به دلیل راحتی جابجایی و خواص دیگرآن 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 دوبل استفاده می‌شود. در این مطالعه نیز به بررسی مقاومت ۲ نوع از انواع اتصالات واشو در حالت‌های مختلف پرداخته شده است (جدول۸).

از پیچ برای اتصالات باز شدنی استفاده می‌شود و چناچه طبق اصول صحیح به‌کار 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 و۶ (جدول ۶) سر تخت خزینه ای در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفته‌اند (جدول ۸) .

دوبل عبارت است از یک استوانه چوبی به قطر ۶ تا ۱۶ میلی متر که سطح آن صاف یا آجدار بوده و به صورت مخفی و آغشته به چسب در داخل سازه تعبیه می‌گردد؛ ازگونه‌های چوبی راش و ممرز تولید شده و با توجه به نتایج تحقیق نوری مبنی بر مقاومت بیشتر انواع دوبل‌های 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

www.SID.ir

Archive of SID

سریشـم بسیار رایج بود ولی امروزه در بیشتر موارد چسب‌های شیمیایی به جای آن اسـتفاده می‌شود و مصرف چسـب‌های حیوا نی نیز بسیار محدود شـده است، چسـب پلی وینیل استات[۴] (چسب سـفید نجاری) رایج ترین چسـبی 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 مقابـل رطوبت دوام ندارد. این چسـب در دمـای معمولی پس از چند سـاعت بسـته به رطوبت و دمای محیط خشک می‌شـود. اوره فرم آلدئید[۵] چسـب دیگری است که بوسیله ترکیب کردن با آب، آرد به عنوان پرکننده و مواد اسـیدی به عنوان سخت کننده، به‌صورت سرد در مرحلهٔ اوّل برروی چوب و مواد مصنوعی چوبی به‌کار رفته و سپس بر اثر حرارت پرس منعقد می‌شود. از این چسب به صورت سرد نیز استفاده می‌گردد(۶).

درتحقیق حاضر، اثر طول نفوذ اتصال دهنده‌ها در داخل سازه، قطر آنها، مصرف چسـب و عدم مصرف آن و همچنین نوع چسـب برمقاومت برشی جانبی اعضای اتصال اندازه‌گیری شده است. تجزیه و تحلیل شکست اتصال نیز انجام گرفته تا نتایج آن راهنمایی برای کاربرد اتصالات چوبی باشـد. از جمله اهداف این تحقیق می‌توان به بررسـی امکان بکارگیری چسـب اوره فرم آلدئید در کارگاه‌های صنایع چوب و مقایسـه آن با چسـب پلی وینیل استات، تعیین مقاومت برشی جانبی ۲۰ نوع اتصال مورد نظر و مقایسه آنها با یکدیگر اشـاره کرد، کاربرد متداول چسـب اوره فرم آلدئید در پرس گرم بوده و اطلاعات جامعی در ارتباط با کیفیت بکارگیری آن به‌صورت سرد در دسـترس نیسـت؛ 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 اسـتفاده از تخته خرده چوب در تحقیق حاضر عبارت اسـت از: مصرف زیاد این تخته در صنعت و تسهیل در امر جایگزینی آن با تخته‌های چوب ماسـیو در جهت حفاظت از منابع طبیعی. اتصالات بررسـی شده نیز عبارت از انواع اتصالات پیچ، دوبل و گوشه‌ای فلزی می‌باشند.

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

Somechai - Vetechacam مقاومت اتصالات زبانه و دوبل را در چوب گونه تیک[۶] بررسـی کرده‌اند. نتایج این بررسی نشـان می‌دهد که مقاومت اتصال ایجاد شـده متناسـب با طول اتصال (عمق نفوذ)، تغییر خواهد کرد.

جدول۱- 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

منبع۱۸

جدول۲- 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

منبع۴

جدول۳- 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 نئوپان گنبد، سال سوم، شماره۱۱

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

مشخصات نوع تخته	MOR(Mpa)	MOE) (Mpa	دانسیته gr/cm۳	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	۱۷ ± ۰/۵

www.SID.ir

Archive of SID

همچنین اتصالات فاق و زبانه در حالت L شکل حدود۵/ ۱۹درصد قوی‌تر از اتصالات دوبل هستند و در حالت[۷] T شکل نیز اتصالات فاق و زبانه حدود ۲۹/۸ در صد قوی‌تر هستند، به علاوه اتصالات T همواره محکم‌تر از اتصالات L بوده و این اختلاف حدود۸/ ۱۸ درصد است (۱۶).

Grbac مقاومت اتصالات گوشه ای چوب راش[۸] و کاج[۹] را بررسی کرده است. بر اساس نتایج این آزمایش، در ابعاد و شکل مشابه، مقاومت اتصالات Minifix fastening وMinifix harpoon در مقایسه با اتصالات چوبی آغشته به چسب کمتر بود. با توجه به این نتایج این‌گونه اتصالات به‌طور معنی‌داری در اثر بارهای استاتیک 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 دوبل 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 Wangوهمکاران به بررسی خستگی مبلمان پرداختند .در این مطالعه ۵ نوع اتصال شامل: oval end ؛ دوبل و oval end ؛دوبل مضاعف؛ دوبل پیچ؛ و پیچ مضاعف مورد آزمایش قرار گرفتند. براساس 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 دوبل چوب دو گونه از گواتمالا را ارزیابی کرده است. نتایج این تحقیق نشان داد که صلبیت تحت تأثیر قطر پیچ قرار داشته ولی تحمل بار تحت تأثیر قطر پیچ قرار ندارد. در اتصال دوبل، هم مقاومت و هم صلبیت دوبل تحت تأثیر 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 کرده اند. نتایج این تحقیق نشان دهنده اختلاف فاحش مقاومت به نگهداری پیچ در سطح و لبه تخته لایه و O.S.B. در بین تخته ها و همچنین در یک تخته است که این اختلاف ناشی از فرآیند ساخت تخته و گونه چوبی می‌باشد (۱۲).

در ارتباط با صنایع مبلمان 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. نتا یج بدست آمده از گونه توسکا مشخص ساخت که این گونه با چوبی سبک برای استفاده ساختمانی در محل‌هایی که بار چندان 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 تأثیر بارگذاری عمود برسطح، در چوب ماسیو و تخته لایه تفاوت معنی داری ندارند و لذا استفاده از تیر لایه‌ای درمواردی که نیرو برسطح خط چسب وارد می‌شود، توصیه می‌گردد (۵).

نوری به بررسی مقاومت کششی و برشی اشکال مختلف اتصال دوبل گونه ممرز[۱۳] درتخته خرده چوب پرداخته است. بر اساس نتایج بدست آمده اثر مستقل عامل قطر بر مقاومت اتصال در برابر بار کششی و اثر متقابل عوامل نوع سطح ، قطر و آزادی دوبل در سوراخ تخته، بر مقاومت اتصال دربرابر بار برشی و کششی معنی‌دار بودند. دوبل‌های آجدار با قطر ۱۰میلی متر و عمل نفوذ ۴۰میلی متر 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 روکش‌دار ، تخته خرده چوب بدون روکش، دوبل، پیچ، چسب پلی وینیل 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 بوسیلهٔ روکش چوب راش ایران که ضخامت آن۲ /۰ ± ۰/۵ میلی متر 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 پلی وینیل استات که نوع استاندارد ایرانی آن موجود بوده و از همین چسب نیز استفاده گردیده است و چسب اوره فرم آ لدئید که به صورت مایع خریداری شده و با ترکیب ۸۶ درصد چسب مایع و۱۴ درصد آرد گندم مورد استفاده قرار گرفته است (مشخصات چسب‌های مذکور در جدول۵).

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

دوبل چوبی: در این تحقیق از دوبل گونه ممرز[۱۷] آجدار که بصورت آماده مصرف در بازار عرضه می‌شود، استفاده گردیده که این دوبل‌ها 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 آلو مینیومی 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 ۳×۲۴×۲۸/۱ میلی متر است (شکل۱). در هر بخش سوراخی جهت تعبیه پیچ وجود داشته و این اتصال به‌وسیله پیچی به طول ۱/۲ سانتی متر و قطر ۴ میلی متر 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 ۲×۴۰×۴۰ میلی متر و اتصال نیز بوسیله پیچ و بدون استفاده از چسب و روپلاک به تخته وصل می‌شود (شکل۲)[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

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۵ – مشخصات چسب های استفاده شده

مشخصات / نوع چسب	رنگ ظاهری	ویسکوزیته (سانتی پوآز)	P.H	دانسیته gr/cm³	درصد مواد جامد چسب مایع	نوع سخت کننده	درصد سخت کننده به کل چسب
پلی وینیل استات	سفید	۴۹۰۰[۱]	۳	۰/۷	۴۰	–	–
اوره فرم آلدیئد	سفید	۴۹۰۰	۳	۰/۷ تا ۰/۸	۶۰	سولفات آمونیوم	۱/۵

جدول۶- مشخصات پیچ‌های 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 سرتخت خزینه‌ای
۶	۴۹	۳۵	۱۴	۵	فولاد کم کربن	پیچ سرتخت خزینه‌ای

جدول۷ – 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 (V ۳/۰۰)	۰/۱ میلی متر در دقیقه	±۰/۵۰۰

با ابعاد ۸×۲۰ سانتی متر نیاز بود لذا از تخته‌های تهیه شده بوسیله اره 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 ۱±۶۵٪ و دمای ۳±۲۰ درجه سانتی‌گراد 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 دوبل از مته‌هایی با قطر مساوی قطر دوبل استفاده شده و طول سوراخ‌های تعبیه شده در دوبل‌هایی با قطر ۱۰ میلی متر، ۴۰ میلی متر و در دوبل‌هایی با قطر ۸ میلی متر، ۳۲ میلی متر در 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 دوبل دار اتصالات مذکور، دوبلی به ابعاد ۱۰×۴۰ میلی متر بدون استفاده از هیچ گونه چسبی در محل اتصال دو تخته تعبیه شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

شکل۱-اتصالات گوشه‌ای فلزی مهره‌دار آلومینیومی

شکل۲- 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 (جدول۷).

سرعت بارگذاری: سرعت بارگذاری آزمایش نمونه‌ها با توجه به روش استاندارد پیش گفته ۱ میلی متر در دقیقه تنظیم شد. نحوه بار گذاری در شکل و انواع اتصالات بررسی شده و 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 ازاین 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 ازنمونه‌های 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.WQ و برای بررسی اثر هریک 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 ۱۰و۱۱) 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

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۸-تشریح انواع اتصالات بررسی شده

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

سایر تیمارها دارای اختلاف معنی داری 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 ۱۲و۱۳)

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 معنی دار 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 ارزان‌تر 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 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 دندانه‌های 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

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۹- نتایج آزمایش نمونه‌ای بررسی شده

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
گوشه‌ای فلزی مهره‌دار	بادوبل	-	U.F.	۵۲/۳۱	۸/۹۹	۷۴/۳۰	۱۶/۴۲
		-	P.V.A.	۵۴/۴۸	۴/۰۷	۸۹/۸۴	۱/۸۶
	بدوندوبل	-	U.F.	۶۳/۹۸	۲/۳۰	۸۳/۹۴	۱/۸۶
		-	P.V.A.	۵۶/۰۸	۲/۹۳	۷۶/۵۷	۶/۹۷
گوشه‌ای فلزی بدون‌مهره	با دوبل	-	-	۴۶/۸۱	۲/۹۳	۶۴/۳۰	۷/۸۶
	بدون دوبل	-	-	۳۴/۸۹	۷/۷۴	۴۹/۹۶	۸/۳۱

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 معنی دار بودن سایر عوامل، اتصالی با قطر دوبل ۱۰ میلیمتر، سطح آجدار وآغشته با چسب پلی وینیل استات به عنوان اتصالی 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 نامبردگان نیز مقاومت اتصال دوبل را متناسب با طول اتصال عنوان می‌کنند. بر اساس تحقیق Rammer نیز مقاومت و صلبیت دوبل تحت تاثیر قطر آن 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 پیچ های 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 معنی داری 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 معنی دار 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 وتخریب

www.SID.ir

Archive of SID

شکل۳- نمونه‌های اتصال در حین انجام آزمایش

در اتصال اســت، لذا متغیرهای اتصال مشخص شده است، بر اساس این نتیجه می‌توان اتصالاتی را که با پیچ‌های شماره ۶ ساخته شده و منطقه اتصال نیز آغشــته به چســب اســت به عنوان اتصالی کــه مقاومت آن با ســایر 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 شــکل ۱ مشــهود اســت، اتصالات گوشــه‌ای فلزی مهــره‌دار دارای ضخامت بیشــتر و ابعــاد کوچکتری نســبت به اتصالات گوشــه‌ای فلزی بدون مهره می‌باشــند. بر اســاس جدول ۱۶ اثر عوامل نوع چســب و اســتفاده از دوبل در مقاومت اتصالات مهره‌دار تعبیه شده در تخته خــرده چوب بدون روکش معنی‌دار نبوده و علت این امر را نیز می‌توان به خارج شــدن پیچ از تخته یا مهره نســبت داد، چنانچه در اثر وارد شــدن بار ابتدا پیچ از تخته خارج شــده و لذا تاثیر ســایر عوامل بر مقاومت آن مشــهود نیســت. اما اثر اســتفاده از دوبل در مقاومت اتصال بــدون مهره تعبیه شــده در این تخته معنی دار اســت، ایــن نوع اتصال هرگز شکســته نشــده و تنها خم می‌شود و یا پیچ‌های آن از تخته خارج می‌گردند، در نتیجه تاثیر اســتفاده از دوبل در آن معنی‌دار می‌باشــد، با توجــه به این نتیجه ســاخت اتصال مذکور به طریقی که دوبل نیز به آن اضافه گردد توصیه می‌شود .

جدول۱۶تاثیــر عوامــل متغیر را بــر مقاومت اتصالات گوشــه‌ای مهره‌دار و بدون مهره که در تخته روکش دار تعبیه شــده‌اند، نشــان می‌دهد. بر اســاس این جدول تاثیر متقابل اســتفاده از دوبل و چسب اوره فــرم آلدئیــد در اتصال مهره‌دار معنی‌دار اســت، دلیــل این امر را می‌تــوان ثبات بیشــتر پیچ هــا در تخته های روکش دار دانســت، چنانچــه پیچ ها از خود مقاومت نشــان داده و در نتیجــه تاثیر عامل دوبل و چســب در ســطح ۹۵٪، بر مقاومت اتصال معنی دار اســت . این جدول نشــان دهنده تاثیر معنی دار استفاده از دوبل در اتصالات بــدون مهره اســت که دلیل این امر نیز در ارتبــاط با تخته‌های بدون روکش ذکر گردید.

شکل۴- نمونه‌هایی که آزمایش و بوسیله تستینگ شکسته شده‌اند - از ســمت راســت، نمونه‌های اول و ســوم مربوط به تخته‌های بدون روکش و دو نمونه دیگر مربوط به تخته‌های روکش‌دار هستند

www.SID.ir

Archive of SID

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	۰۰۰
Intercept	۱	۷۲۵۳۵۸/۸	۳۵۵۲/۶۷۲	۰۰۰
group	۱۹	۹۳۳۱/۱۴۱	۴۵/۷۰۲	۰۰۰
Corrected model*	۱۹	۱۲۴۲۱/۱۳۶	۶۱/۵۵۸	۰۰۰
Intercept*	۱	۱۱۷۹۰۷۵	۵۸۴۳/۳۹۰	۰۰۰
Group*	۱۹	۱۲۴۲۱/۰۳۶	۶۱/۵۵۸	۰۰۰

جدول۱۱ - آزمون همگنی واریانس

F	درجه آزادی۱	درجه آزادی۲	Sig.
۳/۰۹۷	۱۹	۸۰	۰۰۰
۲/۶۴*	۱۹*	۸۰*	۰۰۰×

- اعـداد و اصطلاحاتـی که علامت × در منتهی الیه سـمت راسـت آنها قراردارد، اطلاعات تخته‌هـای روکش دار و اعداد و اصطلاحات بـدون علامت، اطلاعات تخته‌های بدون روکش و می‌باشند؛ تقسیم بندی جداول آتی نیز بدین طریق می‌باشد.

۰۰۰: معنی دار در سطح ٪۹۹

جدول۱۲ - 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				-	

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۱۳ - 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 می‌باشد، آزمون تکمیلی Ryan-Einot-Gabriel-Welsch range محاسبه گردید که نتایج آن مانند جداول فوق می‌باشد
- اختلافات فوق در سطح ۹۹٪ معنی دار می‌باشند

جدول۱۴- نتایج آزمون F تحلیل واریانس دو طرفه نمونه‌های تخته بدون روکش و روکش دار (اتصال دوبل)

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 دوبل (صاف و آجدار) D: قطر دوبل (۸ و ۱۰ میلی متری) A: نوع چسب

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

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۱۵- 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	۰۰۰
A*	۲	۸۲۸/۶۶۱	۱/۸۴۳	-
D*A*	۲	۳۲۳/۸۷۴	۲/۶۱۴	۰۰۰

- : غیر معنی دار ۰۰۰ : معنی دار در سطح ۹۹٪ × در منتهی الیه سمت راست: مربوط به تخته‌های روکش دار

جدول۱۶- 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	۰۰۰
A**	۱	۱۶۶۸۸/۸۵۹	۴۸۷/۴۴۷	۰۰۰
Dowel*A**	۱	۳۵۵/۴۵۴	۱۰/۳۸۲	۰۰۰
Dowel***	۱	۱۶/۵۰۷	۰/۲۰۳	-
A***	۱	۸۳/۳۵۴	۱/۰۲۶	-
Dowel*A***	۱	۶۵۶/۳۹۴	۸/۰۶۸	۰۰۰
Dowel****	۱	۵۱۴/۵۱۹	۴/۸۵۷	۰۰
A****	۱	۳۲۶۳۷/۲۲۶	۴۹۸/۳۹۱	۰۰۰
Dowel*A****	۱	۵۱۴/۵۱۹	۷/۸۵۷	۰۰

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 : دوبل A: چسب

- : غیر معنی دار ۰۰۰ : معنی دار در سطح ۹۹٪ ۰۰ : 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، ص۳۴

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

www.SID.ir

Archive of SID

سوم، ص ۶۸ تا ۷۱.
۶-فرخ پیام، س، ۱۳۷۴؛ اندازه‌گیری اســتحکام اتصــال با پیچ روی گونه‌های راش و توســکا. پایان نامه کارشناسی ارشد صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
۷- نوری، ح ،۱۳۸۲؛ بررســی افزایش مقاومت اتصــال دوبل در تخته خرده چوب. پایان نامه کارشناســی ارشد صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس.
۸- نیک بخت، محســن؛ م، لطفی نیا؛ ۱۳۸۲؛ فرآیند اجرای پروژه، شــرکت صنایع آموزشی، ۲۱۸ صفحه
۹- نیــک نــام، محمد علــی؛ د،معصومی؛ ع،عباســی؛ ا،آقا رفیعی؛ ع،اســفندیاری؛ ج،رســتمی؛ ا،نظری؛ 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.
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.

www.SID.ir