

بررسی مقاومت برشی جانبی انواع اتصالهای دابل چوبی، پیچ و الیت در تخته فیبر دانسیتته متوسط (MDF)

محمد غفرانی^{۱*} و حبیب نوری^۲

*- مسئول مکاتبات، دکتری تخصصی علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده عمران، دانشگاه شهید رجایی

پست الکترونیک: Email: Ghofrahi@srtpu.eda

۲- کارشناس ارشد رشته صنایع چوب، دانشکده عمران، دانشگاه شهید رجایی

تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱۳۸۸

تاریخ دریافت: مهر ۱۳۸۷

چکیده

در این تحقیق به اندازه‌گیری و مقایسه مقاومت انواع اتصالهای دابل چوبی، پیچ و الیت^۱ تعبیه شده در چند سازه تخته فیبر با دانسیته متوسط (MDF) در برابر بار برشی جانبی^۲، پرداخته شده است. براساس استاندارد ASTM, D1761، نمونه‌های مورد آزمایش به شکل T، از دو قطعه MDF به ابعاد $20cm \times 8cm$ ساخته شدند و تکرار در نظر گرفته شده برای هر تیمار، ۵ نمونه می‌باشد. تعداد بیست تیمار مورد بررسی در این مطالعه عبارتند از: اتصالهای دابل چوبی آجدار و صاف با قطرهای ۸ و ۱۰ میلیمتر و آغشته شده با چسب‌های اوره فرم‌آلدهید و پلی‌وینیل استات، اتصالهای پیچ شماره ۵ و ۶ در حالت‌های بدون چسب و آغشته شده با چسب‌های اوره فرم‌آلدهید و پلی‌وینیل استات و همچنین انواع اتصالهای الیت. براساس نتایج بدست آمده، مقاومت انواع اتصالات پیچ فاقد اختلاف معنی‌دار آماری با یکدیگر هستند اما نسبت به سایر اتصالات مورد بررسی دارای بیشترین مقاومت و اختلاف معنی‌دار آماری می‌باشند؛ بنابراین با توجه به مسائل اقتصادی، در مواردی که حداکثر مقاومت برشی جانبی مورد نیاز است، اتصال پیچ شماره ۵ بدون استفاده از چسب، توصیه می‌شود. همچنین اثر عامل نوع سطح به شکل مستقل و عوامل قطر دابل چوبی، نوع چسب، نوع سطح به صورت متقابل دوگانه و سه‌گانه، بر مقاومت برشی جانبی اتصال دابل چوبی و همچنین اثر ۲ فاکتور تلفیق دابل چوبی و نوع چسب مصرفی، به صورت مستقل و متقابل، بر مقاومت اتصال الیت مهره‌دار، از نظر آماری معنی‌دار می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: دابل چوبی، پیچ، اتصال الیت، مقاومت در برابر بار برشی جانبی، پلی‌وینیل استات، اوره‌فرم‌آلدهید، تخته فیبر دانسیته متوسط.

۱- این اتصالها را می‌توان برای تعداد نامحدودی مرتبه باز و دوباره مونتاژ کرد.

مقدمه

امروزه تولید مبلمان در سطح جهانی به سرعت رو به گسترش بوده که یکی از دلایل مهم این امر افزایش استفاده از انواع چند سازه‌های چوبی در تولید آن می‌باشد (۱۱). یکی از انواع این چند سازه‌ها تخته فیبر با دانسیته متوسط (MDF) است که مصرف سالیانه رو به افزایش آن در داخل کشور ایران ۵۰۰۰۰۰ و در سطح جهانی ۳۵۰۰۰۰۰ متر مکعب می‌باشد^۱.

نقطه حساس هر سازه مبلمانی به‌عنوان یک محصول چند جزئی اتصالات آن است؛ به‌طوری‌که اجزاء اغلب در محل اتصال از یکدیگر جدا شده و وقوع این اتفاق در اعضاء فراوانی بسیار کمتری دارد (۱). امروزه به علت تغییر در ساخت و سازه‌ها از اماکن مسکونی سنتی بزرگ به آپارتمانهای کوچک، همچنین نیاز به مبلمان کوچک و چند منظوره و متعاقب آن عرضه چند سازه‌های چوبی جدید و توسعه آن به‌عنوان مواد اولیه در ساخت مبلمان، اتصالات متفاوتی نیز در ساخت مبلمان با توجه به مقاومت، شکل مورد نیاز و صفحه ای یا ماسیو بودن استفاده می‌شود که می‌توان به انواع دابل چوبی، پیچ و اتصالات الیت^۲ به‌عنوان اتصالهایی که در مبلمان صفحه‌ای دارای کاربرد گسترده می‌باشند، اشاره کرد (۲). تحقیقاتی نیز در زمینه خواص مکانیکی این اتصالات انجام گرفته است؛ از جمله:

Chou - و همکاران (۱۹۹۸) به بررسی مقاومت اتصال دابل چوبی آغشته شده با چسب‌های اوره فرم‌آلدهید و پلی وینیل استات پرداختند. براساس بخشی از نتایج بدست آمده از این مطالعه که حاصل آزمایش نمونه‌هایی به شکل T می‌باشد، تحمل اتصال آغشته شده با چسب

اوره فرم‌آلدهید نسبت به بار اعمال شده، در مقایسه با پلی وینیل استات، بطور معنی‌داری زیاده‌تر است (۶).

- نوری (۱۳۸۲) به بررسی مقاومت کششی و برشی شکل‌های مختلف اتصال دابل گونه ممرز در تخته خرده چوب پرداخته است. براساس نتایج این مطالعه اثر متقابل عوامل نوع سطح و قطر بر مقاومت اتصال در برابر بارهای کششی و برشی معنی‌دار می‌باشد (۳).

KASAL (۲۰۰۶) به بررسی مقاومت خمشی اتصال پیچ با قطرهای ۴/۵ و ۵/۵ میلی‌متر که در حالت‌های بدون چسب و آغشته شده با چسب پلی‌اورتان در MDF و تخته خرده چوب تعبیه شده بودند پرداخت، بر اساس نتایج این تحقیق اتصالات تعبیه شده در MDF نسبت به تخته خرده چوب و اتصالات آغشته شده به چسب نسبت به بدون چسب، از مقاومت بیشتری برخوردار بودند (۱۰). Güntekin (۲۰۰۴) به بررسی مقاومت اتصال‌های الیت در تخته خرده چوب و MDF پرداخت، براساس نتایج بدست آمده مقاومت اتصالات دابل چوبی از الیت بیشتر است (۹).

نتایج تحقیقات اکلمن (۱۹۸۵، ۱۹۶۹) نشان‌دهنده ضرورت چسب‌کاری دابل چوبی و دیواره سوراخ مورد اتصال جهت ایجاد حداکثر مقاومت به چسب است. نتایج این تحقیقات همچنین نشان‌دهنده افزایش مقاومت اتصال دابل چوبی، با افزایش میزان مصرف چسب، فارغ از نوع چسب مورد استفاده است (۷ و ۸).

با توجه به گستردگی کاربرد روزافزون چندسازه MDF و انواع اتصالات پیچ، دابل و الیت در صنعت مبلمان، تحقیق حاضر با هدف اندازه‌گیری و مقایسه مقاومت برشی جانبی انواع این اتصال‌ها در حالت تعبیه شده در MDF و همچنین امکان جایگزینی اتصالات الیت

۱- به نقل از سایت اینترنتی سازمان بین‌المللی خواروبار جهانی (FAO)،

سایت اینترنتی وزارت صنایع و سایت اینترنتی وزارت بازرگانی

MOE=161Mpa روکش شده با روکش‌های کاغذی و ضخامت ۱۶/۳ میلی متر استفاده شده است.

۲-۲- چسب

در تیمارهایی که اتصال آنها به همراه چسب می‌باشد (جدول ۳) چسب‌های پرمصرف و در دسترس مانند پلی‌وینیل استات و اوره فرم‌آلدهید بکار گرفته شده است.^۲

بجای دو اتصال دیگر با توجه به مصرف رو به گسترش آن، انجام گرفته است.

مواد و روشها

۲-۱- تخته فیبر دانسیته متوسط (MDF)

در این بررسی از MDF استاندارد^۱ وارداتی از کشور ترکیه با وزن مخصوص 0.7 gr/cm^3 ، MOR=30 Mpa و

جدول ۱- مشخصات چسب‌های استفاده شده

مشخصات نوع چسب	رنگ ظاهری	P.H	دانسیته gr/cm^3	درصد مواد جامد در چسب مایع	نوع سخت کننده	درصد سخت کننده
						به کل چسب
پلی وینیل استات	سفید	۳	۰/۷	۴۰	-	-
اوره فرم‌آلدهید	شیری	۳	۰/۷ تا ۰/۸	۶۰	سولفات آمونیوم	۱/۵

۲-۳- دوبل چوبی

جهت ساخت نمونه‌های آزمایشی این اتصال، از دوبل‌های صاف و آجدار ساخته شده از گونه ممرز با دانسیته ۰/۸ گرم بر سانتی متر مکعب (با توجه به رایج بودن آن در بازار مصرف) در دو قطر ۸ و ۱۰ میلیمتر و طول: "۴ برابر ضخامت" استفاده شده است (شکل ۲).

۲-۴- پیچ

پیچ برای اتصال‌های باز شدنی^۲ و باز نشدنی بکار برده می‌شود (۱)؛ از جمله پیچ‌های مورد استفاده برای اتصال قطعات MDF به یکدیگر، می‌توان به پیچ سر

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

۲-۲-۱ اوره فرم آلدهید

این چسب از انواع پودری ساخت ایران با علامت استاندارد خریداری شد و با نسبت ماده خشک ۵۰٪ آماده و استفاده گردید. در این مطالعه چسب اوره فرم آلدهید به‌عنوان یک فاکتور متغیر در نظر گرفته شد و مشخصات آن در جدول ۱ نشان داده شده است.

۲-۲-۲ پلی وینیل استات

چسب پلی وینیل استات بکاررفته در ساخت نمونه‌های این مطالعه بصورت مایع از انواع استاندارد موجود در بازار مصرف داخل فراهم شد که مشخصات آن در جدول ۱ نشان داده شده است.

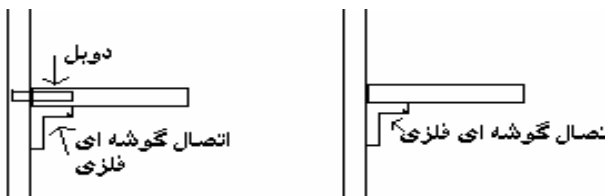
1-TS EN 64 standards

۲- براساس منبع ۵، امکان استفاده از این چسب بصورت سرد وجود دارد

3- corpinus betulus

۴- سازه‌ای که از پیچ در آن استفاده شده، می‌توان با توجه به: نوع چوب یا چند سازه بکاررفته در آن، استفاده از یک مهره پلاستیکی یا فلزی (مادگی یا رولپلاک)، تعویض آن پس از هر بار شدن با پیچی بلندتر و ... برای دفعات محدود و نامحدودی باز و بسته کرد.

مختلف از نظر نوع چسب بکاررفته برای اتصال مهره پلاستیکی به تخته و همچنین در حالت تلفیق شده با اتصال دابل چوبی (بدون آغشتگی به چسب) اندازه‌گیری شده است (شکل ۱).



شکل ۱- اتصال گوشه‌ای فلزی واشو در حالت‌های بادوبل و بدون دابل

۵-۲-۲- اتصال الیت بدون مهره

شکل این اتصال نیز مانند اتصال قبل است با این تفاوت که ابعاد هر بخش صفحه نبشی شکل $۲ \times ۴۰ \times ۴۰$ میلیمتر و اتصال نیز بوسیله پیچ و بدون استفاده از چسب و مهره پلاستیکی (رولپلاک) به تخته وصل می‌شود (شکل ۲). مقاومت این اتصال نیز به شکلی مشابه اتصال الیت مهره دار در حالت‌های همراه با اتصال دابل و بدون آن بررسی گردیده است.



الف



ب

مخروطی شکاف‌دار، پیچ سر گرد با شکاف طولی و شکاف چهارسو، پیچ سر عدسی، پیچ سر تخت خزینه‌ای و پیچ تلگرافی اشاره کرد (۴). در ساخت نمونه‌های اتصال پیچ این مطالعه از پیچ‌هایی به قطر ۵ و ۶ میلیمتر که طول آنها به ترتیب ۶۴ و ۴۹ میلیمتر است (شکل ۲) استفاده گردیده. این پیچ‌ها از فولاد کم کربن ساخته شده، طول قسمت دندان‌دار (رزوه) در آنها به ترتیب ۴۰ و ۳۵ میلیمتر و تعداد دندان‌ها نیز به ترتیب ۱۹ و ۱۴ عدد است.

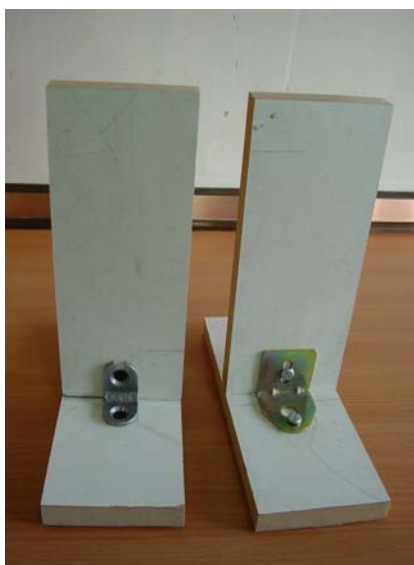
۵-۲- اتصال الیت

رویکرد به استفاده از اتصال‌های الیت به لحاظ نوع سازه‌هایی که امروزه تولید می‌شوند رشد چشمگیری داشته و ضرورت استفاده از آنها، هرچند از نظر مقاومت ضعیف‌تر از اتصال‌های پیچ می‌باشند، اجتناب‌ناپذیر است؛ این درحالی‌است که تاکنون تحقیقات اندکی در رابطه با مقاومت این اتصال‌ها انجام گرفته است (۱۲). بنابراین در این مطالعه به بررسی مقاومت برشی جانبی دو نوع از انواع این اتصالات، پرداخته شده است.

۵-۲-۱ اتصال گوشه‌ای فلزی مهره‌دار

این اتصال به شکل نبشی بوده و از دو بخش عمود برهم تشکیل می‌شود، ابعاد هر بخش که بر روی یکی از تخته‌ها قرار می‌گیرد $۳ \times ۲۴ \times ۲۸$ میلیمتر است. در هر بخش سوراخی جهت تعبیه پیچ وجود داشته و این اتصال بوسیله پیچی به طول ۱۲ و قطر ۴ میلی‌متر به تخته متصل می‌شود. اتصال پیچ به تخته نیز با مهره پلاستیکی (رولپلاک) از جنس پلاستیک فشرده است که قطر خارجی آن ۱۰ میلی‌متر و دارای سطحی آج‌دار است (شکل ۲). مقاومت برشی جانبی این اتصال در حالت‌های

۳- براساس بازدید حضوری انجام گرفته از شانزدهمین نمایشگاه بین‌المللی میلمان منزل و اداری، دکوراسیون و معماری داخلی



شکل ۳- نمونه اتصال T شکل ساخته شده



ج



د

شکل ۲- نمونه‌ای از اتصال دابل چوبی (الف)،

پیچ (ب)، گوشه‌ای فلزی واشو بدون مهره (ج)

پیچ گوشه‌ای فلزی واشو مهره‌دار (د)

۲-۶- نمونه‌های آزمایشی

برای ساخت نمونه‌های آزمایشی در این بررسی، قطعات MDF به ابعاد ۲۰۰×۸۰ میلی‌متر به وسیله اره گرد از ورق اصلی بریده شد و پس از متعادل‌سازی در محیط آزمایشگاه به مدت ۲ هفته، بوسیله ۱ عدد از هر اتصال مورد نظر و با توجه به استاندارد (۱۳) و روش بکار رفته در تحلیل Chou و همکاران (۶)، به شکل T به یکدیگر متصل شدند.

اتصالات مورد بررسی به طور کلی به چهار دسته زیر تقسیم شدند و مشخصات مربوط به هر تیمار در جدول ۲ نشان داده شده است:

- اتصال دابل چوبی - اتصال پیچ

- اتصال الیت مهره‌دار - اتصال الیت بدون مهره

جهت تعیین مقاومت برشی جانبی هر یک از تیمارها، یک قسمت از نمونه مربوطه به ستون جانبی دستگاه ثابت و بخش دیگر آن بارگذاری و بدین ترتیب تحمل هر اتصال در برابر بار وارد شده ثبت گردید (شکل ۴). دستگاه کشش و فشار (یونیورسال) مورد استفاده در این مطالعه ساخت ایران می‌باشد. پس از آزمایش هر نمونه براساس نمودار بدست آمده حداکثر مقاومت (بالاترین نقطه ارتفاع نمودار) و شکل شکست ثبت گردید (شکل ۵).

تحتانی تعبیه شد. نمونه‌های ساخته شده پس از مونتاژ به مدت ۲۴ ساعت در پرس دستی قرار داده شدند.^۲

- روش ساخت نمونه‌های اتصال پیچ

براساس منبع ۲، قبل از تعبیه هر یک از پیچ‌ها سوراخ راهنمایی با قطر ۱ میلی‌متر کمتر از قطر پیچ و طولی برابر طول پیچ در محل اتصال ایجاد گردید. در اتصال‌هایی که در آنها چسب بکاررفته روکش تخته عمودی در محل اتصال برداشته و تمام منطقه اتصال ۲ تخته با چسب آغشته شده است.

- روش ساخت نمونه‌های اتصال الیت بدون مهره

هر یک از این اتصال‌ها به وسیله ۲ عدد پیچ به تخته متصل می‌شوند، قطر سوراخ تعبیه شده در تخته‌ها ۱ میلی‌متر کمتر از قطر پیچ بوده و چسبی در این اتصال‌ها بکارنرفته است. در انواع اتصال تلفیق شده با اتصال دابل، دوبلی به قطر ۱۰ میلی‌متر، طول ۳ سانتی‌متر و بدون استفاده چسب در محل اتصال تعبیه شده است (شکل ۱).

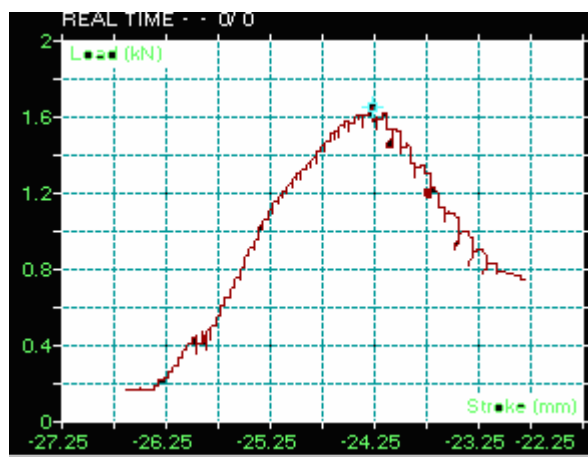
- روش ساخت نمونه‌های اتصال الیت مهره‌دار

در این نمونه‌ها پس از ایجاد سوراخی به قطر ۱ میلی‌متر کمتر از قطر مهره پلاستیکی (رولپلاک) و آغشته سازی آن به چسب، مهره یادشده تعبیه و اتصال نصب شده است. انواع با دابل این اتصال مشابه نمونه‌های الیت بدون مهره می‌باشند.

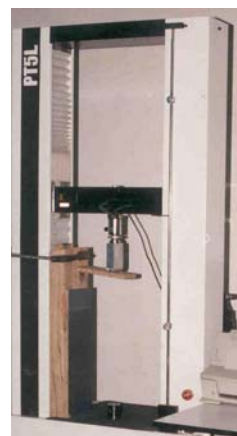
- سرعت بارگذاری

سرعت بارگذاری در آزمایش‌های انجام گرفته با توجه به استاندارد پیش گفته ۲ میلی‌متر در دقیقه تنظیم گردید.

۲- این پرس‌ها که به پرس پیش‌دستی نیز مشهورند از نوع شماره ۳۰ (با طول بازوی ۳۰ سانتی‌متر) بوده و پیچ آنها پس از برخورد با نمونه در طی ۴ - ۵ ثانیه به وسیله نیروی دست محکم می‌شود. نیرویی که بطور معمول وارد می‌سازند ۱۲۰۰ نیوتن و شرایط دمایی آنها همان دمایی آزمایشگاه است.



شکل ۴- نمونه در حال بارگذاری



شکل ۵- نمونه‌ای از طراحی‌های حاصل از آزمایش هر یک

از نمونه‌ها (محور عمودی: مقدار بارگذاری به نیوتن،

محور افقی: جابجایی فک دستگاه به میلی‌متر)

روش ساخت نمونه‌های اتصال دابل

با توجه به نتایج تحقیق اکلمن (۸ و ۷) مبنی بر ضرورت استفاده از چسب در ساخت اتصال دابل، در نمونه‌های این تحقیق نیز از چسب و برای سوراخ کردن تخته‌ها از مته‌هایی با قطر برابر قطر دابل^۱ استفاده گردید. به دلیل نهفته بودن این اتصال، ۱۲ میلی‌متر از طول دابل در قسمت فوقانی اتصال T شکل و بقیه آن در قسمت

۱- براساس روش پیشنهاد شده در منبع ۴

- طرح آماری

میانگین مقاومت‌ها با استفاده از نمونه‌های تکرار شده (۵ نمونه برای هر تیمار) برای هر حالت اتصال محاسبه شده است. برای مقایسه کلی میانگین مقاومت‌ها تجزیه واریانس یک‌طرفه و آزمونهای تکمیل *tukey* و *Q* *R.E.G.W.* و برای بررسی اثرهای مستقل و متقابل متغیرها بر مقاومت هر یک از اتصالات نیز تجزیه واریانس دو یا چند طرفه و همچنین آزمونهای تکمیلی پیش گفته محاسبه شده است. برای انجام این محاسبات از نرم افزار *spss10* استفاده شد.

نتایج

یک اتصال دوبل، پیچ و یا الیت که بین دو قطعه تخته عمود بر هم قرار دارد در هنگام استفاده از سازه‌ای که در آن تعبیه شده تحت تأثیر بار برشی جانبی قرار گرفته و بدین جهت نیز در این بررسی به اندازه‌گیری این مقاومت پرداخته شده است (جدول ۲). برای مقایسه مقاومت هر یک از این اتصالات با یکدیگر شدند، ابتدا آزمون همگنی واریانس و تحلیل واریانس یک‌طرفه (جدول ۳ و ۴) و سپس با توجه به معنی‌دار بودن مقدار *P* در سطح ۰/۹۹، آزمونهای تکمیلی برای مقایسه‌های چندگانه محاسبه و اتصالاتی هم گروه تعیین شدند (جدول ۵).

جدول ۲- مشخصات انواع اتصالات مورد بررسی (تیمارها) و مقاومت برشی جانبی آنها

نوع اتصال	قطر	نوع چسب	سطح دوبل	شماره تیمار	مقاومت اتصال (نیوتن)	انحراف معیار	
دوبل	۸	اوره فرم آلدهید	صاف	۱	۷۰/۰۴	۸/۱۶	
		پلی وینیل استات	آجدار	۲	۸۶/۳	۱۵/۵۶	
		پلی وینیل استات	صاف	۳	۶۰/۶	۱/۶۸	
		پلی وینیل استات	آجدار	۴	۸۱/۲۴	۱۰/۶	
	۱۰	اوره فرم آلدهید	صاف	۵	۷۶/۴۴	۴/۱۶	
		پلی وینیل استات	آجدار	۶	۹۱/۷۶	۳/۵	
		پلی وینیل استات	صاف	۷	۷۵/۷۶	۵/۶۴	
		پلی وینیل استات	آجدار	۸	۸۳/۸۴	۷/۶۵	
پیچ	۵	بدون چسب	-	۹	۱۷۰/۳۲	۹/۴	
		اوره فرم آلدهید	-	۱۰	۱۴۷/۰۴	۱۹/۴۲	
	۶	پلی وینیل استات	-	۱۱	۱۳۷/۷۶	۱۸/۴۴	
		بدون چسب	-	۱۲	۱۴۶/۸۸	۱۳/۳۹	
	-	اوره فرم آلدهید	-	۱۳	۱۸۷/۰۴	۸/۱۱	
		پلی وینیل استات	-	۱۴	۱۵۹/۲۴	۱۲/۷۸	
	الیت مهره‌دار، تلفیق شده با اتصال دوبل	-	اوره فرم آلدهید	-	۱۵	۹۶/۳۶	۴/۳
			پلی وینیل استات	-	۱۶	۱۰۱/۹۶	۱۳/۹۲
	الیت مهره‌دار	-	اوره فرم آلدهید	-	۱۷	۷۰/۶	۳/۵۱
			پلی وینیل استات	-	۱۸	۸۸/۲۸	۲/۲۵
الیت بدون مهره، تلفیق شده با اتصال دوبل	-	بدون چسب	-	۱۹	۹۳/۷۶	۱۰/۴۱	
		بدون چسب	-	۲۰	۵۱/۷۲	۱۰/۹۸	
الیت بدون مهره	-	بدون چسب	-	-	-	-	

جدول ۳- نتیجه آزمون همگنی واریانس

F	درجه آزادی ۱	درجه آزادی ۲	Sig.
۴/۰۳۷	۱۹	۸۰	۰۰۰

جدول ۴- نتایج آزمون F تحلیل واریانس یک طرفه

گروه ها	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	Sig	Partial eta squared
Corrected model Group	۱۹	۸۲۸۴/۸۷۶	۵۹/۴۴	۰۰۰	۰/۹۳۴
	۱	۱۰۴۴۴۲۲/۶۸۱	۷۴۹۳/۱۹۴	۰۰۰	۰/۹۸۹
	۱۹	۸۷۶۸۲۸۴	۹۵/۴۴	۰۰۰	۰/۹۳۴

جدول ۵- نتایج آزمون تکمیلی^۱ Tukey HSD

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

۱- آزمون R.E.G.WQ نیز محاسبه گردید که با توجه به شباهت نتایج حاصل با نتایج نشان داده شده در جدول ۵، از ذکر آن خودداری شده است.

با توجه به معنی دار بودن مقدار P (جدول ۴)، فرضیه صفر مبنی بر عدم اختلاف بین گروه‌ها رد و از آنجاییکه آزمون F در کل معنی دار است، آزمون‌های تکمیلی برای مقایسه میانگین‌های مقاومت برشی جانبی اتصالات انجام گرفته است. براساس نتیجه نشان داده شده در جدول ۵، حداقل مقاومت یکی از تیمارها دارای اختلاف معنی دار آماری با سایر تیمارها بوده که آزمون‌های تکمیلی (جدول ۵) جزئیات این مسئله را مشخص می‌سازند. به دلیل معنی دار بودن آزمون همگی واریانس در سطح ۰/۹۹ (جدول ۳) در اینجا و مراحل بعدی ارائه نتایج، از آزمون‌های تکمیلی

نتایج مشابه آزمون همگنی واریانس، خود داری گردیده است. بر اساس جداول‌های ۲ و ۵، مقاومت اتصال پیچ شماره ۶ در حالت‌های همراه با چسب و یا بدون چسب، دارای بیشترین مقدار و اختلاف معنی دار آماری با سایر اتصالات مورد بررسی می‌باشد. پس از اتصالات پیچ "انواع اتصالات ایت تلفیق شده با اتصال دوبل" و سپس "انواع اتصالات دوبل صاف و ایت" قرار دارند که مقاومت این دو گروه از اتصالات نیز دارای اختلاف معنی دار آماری با یکدیگرند. مقاومت بیشتر اتصالات دوبل از اتصالات ایت با نتیجه تحقیق Güntekin یکسان می‌باشد (۵).

جدول ۶- نتایج آزمون F تحلیل واریانس دو طرفه نمونه‌های اتصال پیچ

متغیر	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	Sig	Partial etasquared ^۱
قطر پیچ	۱	۱۵۵/۰۴۱	۰/۶۰۹	۰/۴۴۳	۰/۵۴۸
نوع چسب	۲	۳۴۷۷/۰۹۷	۱۳/۶۵۸	۰۰۰	۰/۴۳۸
قطر پیچ* نوع چسب	۳	۵۷۰/۵۳۷	۲/۲۴۱	۰/۱۲۸	۰/۲۰۸

متقابل ابعاد پیچ و چسب مصرفی دارای اثر معنی دار آماری بر مقاومت این اتصال نمی‌باشند.

جدول ۶ نشان‌دهنده تحلیل واریانس دو طرفه انجام گرفته بر مقاومت برشی جانبی انواع اتصالات پیچ می‌باشد، براساس این جدول هیچ یک از عوامل مستقل و

جدول ۷- نتایج آزمون F تحلیل واریانس دو طرفه نمونه‌های اتصال دوبل

متغیر	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	Sig	Partial etasquared
قطر دوبل	۱	۲۹/۴۱۲	۰/۳۴۴	۰/۵۶۲	۰/۰۱۱
نوع چسب	۱	۱۱۱/۸۹	۱/۳۰۷	۰/۲۶۱	۰/۰۳۹
نوع سطح	۱	۳۵۴/۶۳	۴/۱۴۳	۰/۰۵	۰/۱۱۵
قطر دوبل* نوع چسب	۱	۱۱۲۲/۵۴	۱۳/۱۱	۰۰/۰۰۱	۰/۲۹۱
قطر دوبل* نوع سطح	۱	۱۵۶۱/۲۵	۱۸/۲۳۴	۰۰۰	۰/۳۶۳
نوع چسب* نوع سطح	۱	۷۰۶/۴۴	۸/۲۵	۰/۷۰۰	۰/۲۰۵
قطر دوبل* نوع چسب* نوع سطح	۱	۳۸۶/۲۶۲	۴/۵۱۱	۰/۰۴۱	۰/۱۲۴

۱- partial eta squared (مجذور اتا) عبارت است از واریانس نتیجه که در اثر تغییر اعمال شده در هر تیمار بوجود آمده است.

ارائه شده در تحقیق نوری (۹) که به بررسی مقاومت اتصال دویل در تخته خرده چوب پرداخته است، یکسان می باشد. براساس جدول ۲، مقاومت اتصالهای دویل ۸ میلیمتری در حالت آغشته شده با چسب اوره فرم آلدئید بیشتر از پلی وینیل استات است که این نتیجه نیز با نتیجه تحقیق Chou و همکاران همخوانی دارد (۴).

در جدول ۷، تحلیل واریانس چند طرفه مقاومت برشی جانبی انواع اتصالات دویل نشان داده شده است. براساس این جدول، اثر عامل نوع سطح به صورت مستقل و اثر عوامل قطر دویل - نوع چسب، قطر دویل - نوع سطح، نوع چسب - نوع سطح و قطر دویل - نوع چسب - نوع سطح، به شکل متقابل، بر مقاومت این اتصال معنی دار می باشند. این نتیجه با نتیجه

جدول ۸- نتایج آزمون F تحلیل واریانس دو طرفه نمونه های اتصال الیت مهره دار

متغیر	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	Sig	Partial Eta squared
استفاده از دویل	۱	۱۶۱۶/۴۰۲	۲۲/۴۹۲	۰۰۰	۰/۵۴۸
نوع چسب	۱	۸۹۵/۱۲۲	۱۲/۴۵۵	۰۰۳	۰/۴۳۸
استفاده از دویل* نوع چسب	۱	۳۰۲/۶۴۲	۴/۲۱۱	۰۵۷	۰/۲۰۸

تخلخل، با توجه به اینکه این تخته از الیاف ساخته شده و دارای ساختار نرمی نیز می باشد، دندانهای پیچ به دلیل شکل مخروطی و حرکت چرخشی آن هنگام نفوذ در تخته، کاملاً در بین الیاف قرار گرفته و اتصال محکمی را بوجود می آورند. شکل شکست نمونه های این اتصال هیچ تخریبی را در دندانهای پیچ فولادی نشان نداده و در مقابل شکست تخته ها پیچها تنها خم شده اند، این شکل شکست با مد III_S ، مدل حد تسلیم شکست اتصال دو عضوی چوبی با پیچ، مطابقت می کند. (۲)

در نمونه های شکسته شده، الیاف MDF توسط دندانهای پیچ کنده و پیچ فلزی خم شده است. بنابراین با تقویت آلیاژ بکاررفته برای ساخت پیچ و افزایش کیفیت چسبندگی الیاف MDF به یکدیگر، می توان مقاومت این اتصال را افزایش داد.

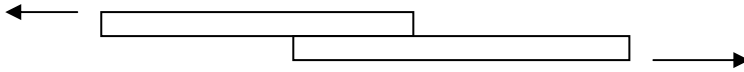
جدول ۸ نشان دهنده ی تحلیل واریانس دو طرفه نمونه های اتصال الیت مهره دار می باشد. براساس این جدول، اثر مستقل استفاده از دویل و اثر مستقل نوع چسب مصرفی، در سطح ۹۹٪ بر مقاومت این اتصال معنی دار می باشد. همان طور که در جدول ۲ نیز نشان داده شده، مقاومت این اتصال هنگام تلفیق با اتصال دویل و آغشته گی با چسب پلی وینیل استات به طور چشمگیری افزایش می یابد.

در مورد اتصال الیت بدون مهره، نتایج گرفته شده (جدولهای ۵ و ۲) نشان دهنده مقاومت بیشتر اتصال تعبیه شده همراه با دویل می باشد. براساس جدول ۲، تلفیق این اتصال با اتصال دویل مقاومت را بطور چشمگیری افزایش داده و براساس جدول ۵ نیز مقاومت دو حالت بررسی شده این اتصال، دارای اختلاف معنی دار آماری با یکدیگر هستند^۱.

بحث

پاسخ این سؤال که چرا اتصال پیچ دارای بیشترین مقاومت است، باید در شکل و ساختار تخته های MDF و پیچ جستجو کرد. تخته MDF تخته ایست همگن و بدون

۱- با توجه به اینکه تنها دو حالت این اتصال بررسی شده به نتایج نشان داده شده در جدول ۵ و ۲ بسنده کرده و تحلیل بیشتری نیاز نمی باشد.



$$Z = \frac{KyD + F_{em}}{K_D(Z + R_e)}$$

مد III_S

باشد، افزایش نداده است (جدول ۲ و ۷)؛ اما افزایش قطر دوبل همراه با تغییر نوع چسب که استحکام بیشتر دوبل همراه با افزایش سطح آغشته به چسب تغییر یافته می‌باشد، افزایش استحکام دوبل همراه با آجدار شدن سطح آن و همچنین افزایش سطح آغشته به چسب همراه با آجدار شدن^۱، اثر معنی‌دار سه عامل متقابل مربوطه بر مقاومت برشی جانبی را منجر گردیده شده است (سطح‌های چهارم، پنجم و ششم جدول ۸).

معنی‌دار بودن اثر تغییر همزمان این سه فاکتور در آخرین سطر جدول ۸ نیز تأیید بر تحلیل فوق می‌باشد. براساس این نتایج، مقاومت اتصال ساخته شده با استفاده از دوبل آجدار با قطر ۱۰ میلی‌متر و آغشته به چسب اوره فرم آلدهید نسبت به سایر حالات بررسی شده در این تحقیق بیشتر و افزایش این مقاومت نیز از طریق استفاده از دوبل‌های ساخته شده از چوب‌هایی سخت‌تر، امکان پذیر می‌باشد.

افزایش مقاومت انواع اتصالات ایت در حالات تلفیق با اتصال دوبل (جدول ۲) و همچنین اثر معنی‌دار این عامل بر مقاومت برشی جانبی اتصال (جدول ۸) امری کاملاً بدیهی می‌باشد؛ چنانچه در این حالت یک اتصال به اتصال یادشده اضافه شده و در نتیجه مقاومت نیز با توجه به نتایج گرفته شده به مقدار زیادی افزایش می‌یابد.

براساس گروه‌بندی نشان داده شده در جدول ۵، انواع اتصالات پیچ بررسی شده در حالت‌های مختلف از نظر کاربرد چسب، نوع چسب و ابعاد در یک گروه قرار گرفته و مقاومت تیمارهای مورد مطالعه فاقد اختلاف معنی‌دار آماری با یکدیگرند. اتصال‌هایی که در آنها از چسب استفاده می‌شود در هیچ حالتی به صورت سطوح صاف نبوده و فیلم چسب در بین قطعاتی که در داخل یکدیگر چفت می‌شوند، قرار می‌گیرد. این در حالیست که در نمونه‌های پیچ این تحقیق، دو سطح صاف به یکدیگر چسبانده شده‌اند (استحکام چسبندگی کم)؛ معنی‌دار نبودن اثرهای مستقل و متقابل عوامل متغیر بر مقاومت این اتصال را می‌توان به افزایش ناچیز مقاومت در اثر استفاده از چسب و همچنین استفاده از پیچ شماره ۶ با ابعادی بزرگتر بجای پیچ شماره ۵، نسبت داد.

بررسی نمونه‌های شکسته شده انواع اتصالات دوبل نمایانگر شکست دوبل در بین ۲ تخته است. عدم لیز خوردن دوبل در سوراخ هنگام وارد شدن بار برشی جانبی به نمونه‌های مربوطه، معنی‌دار بودن اثر مستقل عامل سطح را بر این مقاومت توجیه می‌نماید. دوبل‌های آجدار در اثر وارد شدن بار از جای خود حرکت نکرده و در نتیجه پدیده شکست رخ می‌دهد.

تغییر قطر دوبل از ۸ به ۱۰ میلی‌متر و نوع چسب از پلی‌وینیل استات به اوره فرم آلدهید، مقاومت مورد نظر را تا حدی که اثر این عوامل به صورت مستقل معنی‌دار

۱- در این عامل متقابل، آجدار شدن دوبل ضمن داشتن اثر مثبت بر استحکام چسبندگی آن به دیواره سوراخ، سطح آغشته به چسب را نیز افزایش داده است.

همچنین این اتصال برای سازه‌هایی که می‌بایست در محل استفاده مونتاز شوند اتصال مناسبی می‌باشد.

۲- بکارگیری انواع اتصال دویل و الیت در موارد مشابه از نظر استحکام امکان‌پذیر می‌باشد ولی به لحاظ ضرورت آپارتمان‌نشینی و مقرون به صرفه بودن عرضه تولیدات به صورت بسته بندی به بازار، اتصال الیت مناسبتر است.

منابع مورد استفاده

- ابراهیمی، قنبر؛ ۱۳۸۶. طراحی مهندسی سازه مبلمان، مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، تهران، ۴۹۱ صفحه.
- توبه خواه فرد، داود؛ ۱۳۷۳. رسم فنی ۲، چاپ و نشر ایران، تهران، ۱۲۵ صفحه.
- نوری، حبیب؛ ۱۳۸۲. بررسی افزایش مقاومت اتصال دویل در تخته خرده چوب، پایان نامه کارشناسی ارشد صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس، ۱۱۵ صفحه.
- نیک بخت، محسن؛ م، لطفی نیا؛ ۱۳۸۲. فرایند اجرای پروژه، شرکت صنایع آموزشی، تهران، ۲۱۸ صفحه.
- ویژگی ها و روش های آزمون چسب چوب بر پایه اوره فرم آلدئید، استاندارد شماره ۳۲۶۲ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، چاپ اول، ۲۲ صفحه.
- Chou C. hung C. ,1989, Effects of hygroscopic treatments on bending strength of dowel joints. Adhesive thecnology and bonded tropical wood production 29, p.602-605
- Eckel man, C.A. forest products journal ,1969, 29(1),48.
- Eckel man, C.A Cassenos, D.L. forest products journal ,1985, 35(5). 55.
- Güntekin E .performances of furniture joints ready for fitting. ,2004, Wood technic turkey (5).17-21.
- Kasal, A. sener, S. belgin, M. Efe, H. ,2006, Bending strength of screwd corner joints with different materials. G.U. journal of science 19(3): 155-161
- Musa Atar, Ayhan Özcifci ,2008, The effects of screw and back panels on the strength of corner joints in case furniture, materials and design 29519-525
- Osman Goktas ,2004, effect of hole diameter, hole distance from the edge, and material properties on lateral pin holding strength of medium density fiberboard and particle board, forest products journal, Vol 52, no 12
- Test methods for mechanical Fasteners in wood, 2002, ASTM STANDARDS. D1761-88.

دلیل معنی‌دار بودن اثر مستقل نوع چسب بر مقاومت اتصال الیت مهره‌دار، خارج شدن مهره از داخل تخته هنگام شکست نمونه‌های مربوطه می‌باشد که نشان‌دهنده اهمیت چسب مورد استفاده به‌عنوان یکی از عوامل اساسی نگهدارنده مهره در سوراخ ایجاد شده در تخته است. استفاده از چسب پلی وینیل استات به‌عنوان چسبی که در این اتصال (اتصال میان مهره پلاستیکی و صفحه MDF) مقاومت بیشتری را پدید آورده است همراه با دویل، مقاوم‌ترین حالت این اتصال را از میان موارد بررسی شده در این مطالعه پدید آورده، بزرگ کردن ابعاد پیچ و مهره مربوطه همراه با تقویت نبشی فلزی و بهینه سازی فرمول چسب از جمله راهکارهای افزایش مقاومت این اتصال امروزی و پاسخگوی مقاومت مورد نیاز می‌باشد.

شکست نمونه‌های اتصال الیت بدون مهره نیز در اثر بیرون آمدن پیچ اتصال از داخل تخته است که ابعاد بسیار کوچک این پیچ‌ها استحکام کم اتصال را کاملاً توجیه می‌نمایند. براساس جدولهای ۲ و ۵، مقاومت برشی جانبی انواع اتصالات الیت بدون مهره نیز در حالت تلفیق شده با اتصال دویل نسبت به حالت دیگر به مقدار زیادی افزایش یافته و دارای تفاوت معنی‌دار آماری با یکدیگر می‌باشند؛ مقاومت این اتصال را نیز می‌توان با بزرگتر نمودن پیچ بکاررفته در آن افزایش داد.

در مجموع براساس نتایج این تحقیق می‌توان از اتصال‌های مورد بررسی در مصنوعات ساخته‌شده با چندسازه MDF به شرح زیر استفاده نمود:

۱- مقاومت اتصال پیچ از انواع دویل و الیت بیشتر بوده که با توجه به جنبه‌های اقتصادی استفاده از پیچ شماره ۵ بدون استفاده از چسب در محل اتصال، توصیه می‌شود؛

Lateral holding strength of wooden dowel, screw and ready-to-assemble joints (RTA joints) constructed of Medium Density Fiberboard (MDF)

Ghofrani, M.*¹ and .Noori, H²

1*- Assistant Professor, civil engineering faculty, shahid rajaee teacher training university Email: Email: Ghofrahi@srtpu.edu

2- Senior expert, wood and paper science and technology, Civil engineering faculty, shahid rajaee teacher training university

Received: Sep., 2008

Accepted: May, 2009

Abstract

In the present study the strength of different kinds of wooden dowels, screws, and ready-to-assemble joints (RTA joints) used in medium density fiberboards (MDF) were assessed and compared for their lateral shear strength. The T-form specimens (20 cm × 8 cm) were comprised of two MDF parts in compliance with ASTM D1761 standard. Five specimens for each treatment were made and a total of 20 treatments were designed; treatments in this study are as follows: *Rough as well as smooth dowel joints with 8 and 10 mm diameter, using urea-formaldehyde and poly-vinyl acetate adhesives; Screw joints, sizes 5 and 6, with or without urea-formaldehyde as well as poly-vinyl acetate adhesives; And, different kinds of RTA joints.* Results indicate that different kinds of screw joints show the most powerful joints in comparison with other kinds of joints; but there was no significant difference between different kinds of screw joints. Therefore, having economical points of view in mind, screw joints size 5 is recommended to be used without adhesive. The effect of dowel surface as independent variable was statistically significant, while the interaction effect of dowel diameter, adhesive, and quality of dowel surface on lateral shear strength, as well as the independent and interaction effects of two factors of combined wooden dowel along with joint, and adhesive on the strength of RTA joint (that has nuts) were statistically significant.

Keywords: Wooden dowel, Screw, Ready-to-Assemble Joints, Lateral Shear Strength, Poly-Vinyl Acetate, Urea-Formaldehyde, Medium Density Fiberboard.