# بررسی مقاومت برشی اتصال‌های ساخته شده از تخته فیبر با دانسیته متوسط و تخته خرده چوب با اتصال دهنده پیچ

## چکیده

در این پژوهش مقاومت برشی اتصال‌های ساخته شده از تخته فیبر با دانسیته متوسط (MDF) و تخته خرده چوب با اتصال دهنده پیچ مورد ارزیابی قرار گرفته است. به این منظور اتصال‌های T شکل از دو قطعه به ابعاد ۷/۵ × ۱۵ سانتی‌متر با یک اتصال دهنده پیچ ساخته شدند. پیچ در سه سطح قطر ۴/۲، ۵ (پیچ پانلی) و ۶ میلی‌متر (پیچ آلن خور) به عنوان متغیر انتخاب شدند. اتصال‌های ساخته شده برای ارزیابی در دو جهت موازی و عمود بر لبه عضو اصلی زیر بار برشی قرار گرفتند. سرعت بارگذاری ۵ میلی‌متر در دقیقه انتخاب شد. نتایج نشان داده‌اند که MDF و تخته خرده چوب در برابر بار برشی عملکرد مشابه‌ای دارند. قطر پیچ تأثیر معنی‌داری بر مقاومت اتصال زیر بار برشی داشت. اتصال‌های ساخته شده با MDF و تخته خرده چوب در برابر بار برشی در حالتی که بارگذاری عمود بر لبه عضو اصلی بود عملکرد بهتری داشتند. همچنین نتایج نشان داده‌اند که اتصال‌های ساخته شده با پیچ قطر ۶ میلی‌متر در هر دو فرآورده مقاومت بیشتری را در برابر بار برشی از خود نشان دادند. این افزایش مقاومت در حالت بارگذاری عمود بر لبه عضو اصلی محسوس‌تر بوده است. نتایج مربوط به مد شکست نشان دادند که نحوه بارگذاری در شکست آزمونه‌ها تأثیرگذار بوده است. در شکست آزمونه‌ها زیر بار برشی موازی با لبه چسبندگی داخلی فرآورده تأثیرگذار بوده است. در حالی که در بارگذاری عمود بر لبه علاوه بر چسبندگی داخلی، تراکم سطح نیز تأثیرگذار بوده است.

**واژگان کلیدی:** MDF، تخته خرده چوب، بار برشی، اتصال‌ها، پیچ.

**مسیب دالوند**[۱*]

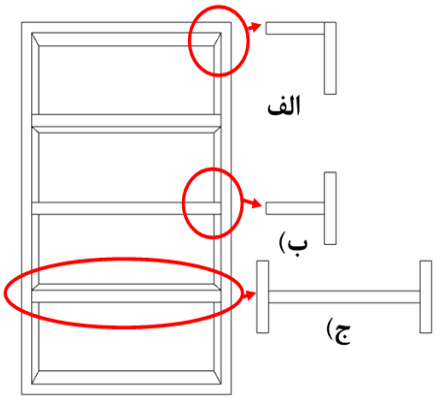
[۱] استادیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

مسئول مکاتبات:
m.dalvand@ut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۰۴
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۲۷

## مقدمه

اتصال‌های در ساخت یک سازه مبلمان به طور معمول در سه حالت L، T و H ظاهر می‌شوند (شکل ۱) [۱]. این اتصال‌ها در معرض بارهای خارجی زیادی از جمله بارهای فشاری، کششی، خمشی و برشی و ترکیبی از این نوع بارها قرار می‌گیرند [۲]؛ بنابراین مقاومت اتصال‌ها در برابر این بارها برای سازه مبلمان امری ضروری است؛ به‌گونه‌ای که مقاومت اتصالات می‌تواند تضمین کننده مقاومت یک سازه مبلمان باشد [۳]. اهمیت این بخش از سازه مبلمان باعث شده پژوهشگران زیادی پژوهش خود را بر روی مقاومت اتصال‌های مبلمان در برابر بارهای وارده حین سرویس متمرکز کنند.




**شکل ۱-حالت‌های مختلف اتصال، الف) اتصال گوشه‌ای L شکل، ب) اتصال T شکل برای اتصال طبقه به یک بدنه، ج) اتصال H شکل برای اتصال طبقه به دو بدنه**

عوامل تأثیرگذار بسیاری از جمله تأثیر گونه چوب، نوع چسب، اندازه اتصال دهند، ضخامت خط چسب، شکل اتصال دهنده، میزان رطوبت بر روی مقاومت اتصال‌ها مورد بررسی قرار گرفته است [۴، ۵ و ۶]. Kasal و همکاران (۲۰۱۳) بیان داشته‌اند که با افزایش طول و ضخامت زبانه می‌توان اتصال با مقاومت بالاتر ساخت [۷]. Prekrat و Smardzewski (۲۰۱۰) عنوان کردند که خط چسب تأثیر چشمگیری بر روی مقاومت اتصال کام و زبانه دارد [۸]. Hajdarevic و Martinovic (۲۰۱۶) فاصله بین پین را در اتصال‌های مبلمان صفحه‌ای بررسی کردند. نتایج این پژوهشگران نشان داد که انتخاب فاصله منطقی بین پین‌ها می‌تواند منجر به ساخت مبلمان با استحکام بالا شود [۹]. تعداد، قطر و عمق نفوذ پین و پیچ نیز بر روی مقاومت اتصال‌های ساخته شده با این اتصال‌دهنده‌ها تأثیرگذار است [۱۰]. اتصال دهنده پیچ و پین به عنوان تقویت‌کننده به همراه اتصال‌های دیگر مثل اتصال دم چلچله چوبی یا اتصال کام و زبانه استفاده می‌شوند، به طوری که با تقویت اتصال دم چلچله با پین چوبی مقاومت این اتصال افزایش می‌یابد [۱۱]. اتصال دهنده پیچ معمولاً برای ساخت سازه مبلمان بازشو[1] استفاده می‌شود که امکان جداسازی[2] چندباره این سازه‌ها وجود دارد. اتصال‌دهنده‌های مانند پیچ، مینی فیکس، الیت و ... تحت تأثیر مکانیسم ساخت اتصال و جنس اعضای اتصال است [۱۲]. مقاومت این اتصال‌ها متأثر از قطر سوراخ پیش‌ساخته، فاصله بین پیچ‌ها و تعداد آن‌ها است. علاوه بر آن سرما و گرما تأثیر قابل توجهی بر توان نگه‌داری این اتصال دهنده دارد [۱۳]. همچنین شکل هندسی رزوه پیچ، مانند ارتفاع رزوه، گام و زاویه رزوه به طور قابل توجهی بر توان نگه‌داری پیچ تأثیرگذار است [۱۴]. قطر پیچ بر روی بار برشی جانبی در اتصال‌های ساخته شده با LVL تأثیر معنی‌داری نداشته است، در حالی که این اتصال متأثر از نوع بارگذاری بوده است [۱۵]. همچنین قطر پیچ بر ظرفیت لنگر خمشی اتصال مؤثر بوده است. در اتصال‌های ساخته شده با تخته چندلا افزایش قطر پیچ باعث افزایش ظرفیت لنگر خمشی این اتصال‌ها شده است [۱۶]. تخته خرده چوب و MDF در ساخت مبلمان صفحه‌ای به طور گسترده‌ای استفاده می‌شوند و اتصال دهنده پیچ در این سازه‌ها اتصال دهنده رایج است که می‌تواند به دو صورت اتصال ثابت و جداشدنی استفاده شود [۱۷]؛ بنابراین داشتن اطلاعات کافی در مورد عملکرد سازه‌ای این اتصال دهنده در اتصال‌های ساخته شده با تخته خرده چوب و MDF می‌تواند اطلاعات مفیدی را در اختیار طراحان سازه مبلمان قرار دهد؛ بنابراین در پژوهش حاضر عملکرد سازه‌ای این اتصال دهنده در برابر بار برشی اتصال‌های ساخته شده با تخته خرده چوب و MDF مورد بررسی قرار می‌گیرد.

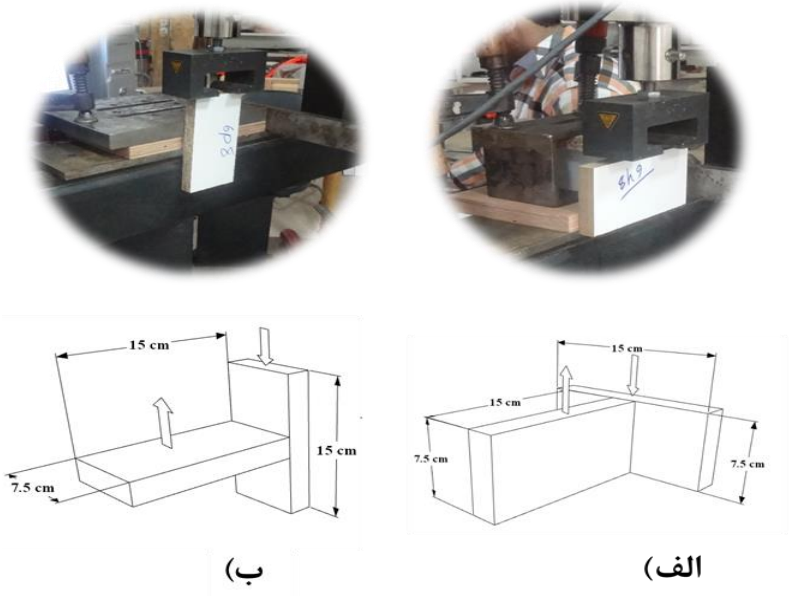
[1] Ready To Assemble
[2] Dissembling

## مواد و روش‌ها

در این پژوهش ابتدا تخته خرده چوب و MDF به ابعاد ۱/۶ × ۱۸۳× ۳۶۶ سانتی‌متر با روکش ملامینه سفید از بازار خریداری شدند. در جدول ۱ ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی MDF و تخته خرده چوب مورد استفاده در این پژوهش ارائه شده است. برای ساخت اتصال‌ها تخته به ابعاد ۷/۵ × ۱۵ سانتی‌متر مطابق با استاندارد ۸۸- ASTM-D۱۷۶۱ برش زده شدند [۱۸]. در مجموع ۶۰ قطعه از هر تخته برش زده شد. قطعات به صورت T شکل با پیچ به هم متصل شدند. از پیچ پانلی در دو قطر اسمی ۴/۲ و ۵ میلی‌متر و پیچ آلن خور شرکت صامت با قطر ۶ میلی‌متر استفاده شد. برای هدایت بهتر پیچ‌ها سوراخ پیش‌ساخته با مته با قطر ۷۵٪ قطر اسمی پیچ ایجاد شد. برای سوراخ پیش‌ساخته از دریل با سرعت ثابت و همچنین برای پیچ کردن پیچ‌ها در سوراخ پیش‌ساخته ایجاد شده از دریل پیچ بند با سرعت ثابت استفاده شد. اتصال‌ها به صورت T شکل ساخته شدند و در دو حالت بارگذاری موازی و عمود بر لبه آزمون شدند. حالت فیزیکی اتصال‌ها و نحوه بارگذاری آن‌ها در شکل ۲ نشان داده شده است. سرعت بارگذاری mm/min ۵ تنظیم شد. آزمونه‌ها با ماشین اینسترون مدل ۴۴۸۶ مورد آزمون قرار گرفتند. در مجموع ۱۲ تیمار (سه نوع پیچ با قطرهای مختلف، دو نوع ماده اولیه برای ساخت اتصال و دو نوع بارگذاری) و برای هر تیمار ۵ تکرار در نظر گرفته شد. در این پژوهش از طرح کاملاً تصادفی و تجزیه واریانس و برای مقایسه میانگین‌ها از روش دانکن استفاده شد.

**جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی فرآورده‌های مورد استفاده در این پژوهش**

| | دانسیته ($g/cm^3$) | مدول گسیختگی (MPa) | مدول الاستیسیته (MPa) | چسبندگی داخلی (MPa) |
|---|---|---|---|---|
| MDF | ۰/۶۲ | ۲۱/۳ | ۳۵۷۴ | ۰/۵۵ |
| تخته خرده چوب | ۰/۶۴ | ۱۷ | ۳۶۴۱ | ۰/۸۸ |




**شکل ۲. سازوکار اتصال زیر بار برشی، الف) بارگذاری عمود بر لبه عضو اصلی، ب) بارگذاری موازی با لبه عضو اصلی**

## نتایج و بحث

مقادیر میانگین و انحراف معیار آزمون برش پیچ در MDF و تخته خرده چوب در دو حالت بارگذاری موازی و عمود بر لبه عضو اصلی در جدول ۲ نشان داده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود بیشترین نیروی برشی اتصال‌های ساخته شده با MDF با پیچ قطر ۶ میلی‌متر به میزان ۴/۲۶۰ KN در بارگذاری عمود بر لبه عضو اصلی مشاهده شده است. کم‌ترین نیروی برشی به میزانKN ۰/۹۸۵۶ مربوط به اتصال‌های ساخته شده از MDF با پیچ به قطر ۴/۲ میلی‌متر در حالت بارگذاری موازی با لبه عضو اصلی بوده است.

**جدول ۲. مقادیر میانگین و انحراف معیار آزمون نیروی برشی اتصال دهنده پیچ در MDF و تخته خرده چوب**

| نوع فرآورده | حالت بارگذاری | قطر پیچ | نیروی برشی(KN) | انحراف معیار |
|---|---|---|---|---|
| MDF | موازی با لبه عضو اصلی | 4/2 | 0/9856 | 0/079 |
| | | 5 | 1/0018 | 0/077 |
| | | 6 | 1/2902 | 0/081 |
| | عمود بر لبه عضو اصلی | 4/2 | 2/925 | 0/215 |
| | | 5 | 2/392 | 0/372 |
| | | 6 | 4/260 | 0/257 |
| تخته خرده چوب | موازی با لبه عضو اصلی | 4/2 | 1/116 | 0/160 |
| | | 5 | 1/290 | 0/123 |
| | | 6 | 1/323 | 0/180 |
| | عمود بر لبه عضو اصلی | 4/2 | 2/856 | 0/262 |
| | | 5 | 2/189 | 0/231 |
| | | 6 | 3/600 | 0/283 |

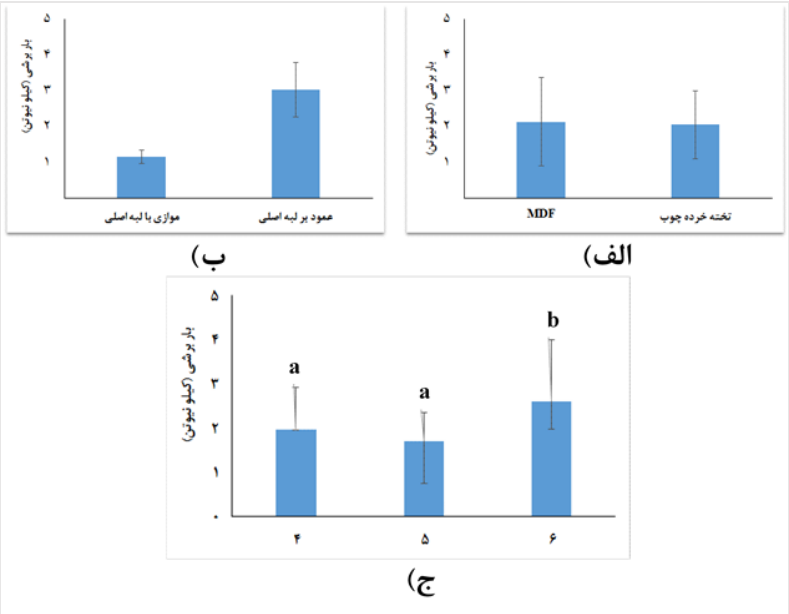
در جدول ۳ نتایج مربوط به تجزیه واریانس آزمون نیروی برشی اتصال دهنده پیچ در MDF و تخته خرده چوب در دو حالت بارگذاری موازی و عمود بر لبه عضو اصلی ارائه شده است. بر اساس نتایج ارائه شده اثر مستقل نوع فرآورده و اثر متقابل نوع فرآورده × حالت بارگذاری × قطر پیچ تاثیری معنی‌داری بر مقاومت اتصال در برابر بار برشی نداشته است. این در حالی است که در اثر مستقل حالت بارگذاری و قطر پیچ و همچنین اثر متقابل نوع فرآورده × حالت بارگذاری، نوع فرآورده × قطر پیچ و حالت بارگذاری × قطر پیچ تأثیر معنی‌داری در سطح اعتماد ۹۵٪ بر مقاومت برشی اتصال‌های ساخته شده با MDF و تخته خرده چوب داشته است.

**جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس نیروی برشی اتصال دهنده پیچ در اتصال‌های ساخته شده از MDF و تخته خرده چوب**

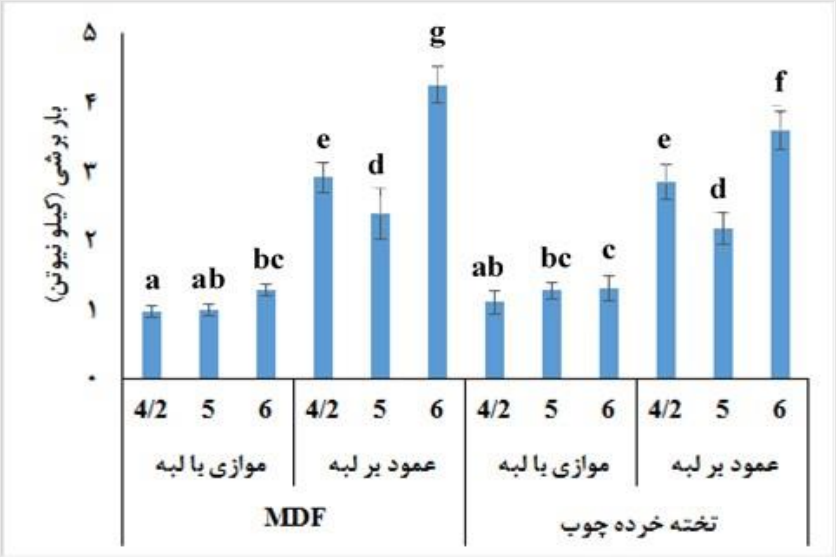
| منابع تغییرات | درجه آزادی | میانگین مربعات | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|
| **نوع فرآورده** | 1 | 0/096 | 2/115 | $0/152^{ns}$ |
| **حالت بارگذاری** | 1 | 52/410 | 1155/525 | $0/000^{**}$ |
| **قطر پیچ** | 2 | 4/310 | 95/029 | $0/000^{**}$ |
| **نوع فرآورده × حالت بارگذاری** | 1 | 0/797 | 17/581 | $0/000^{**}$ |
| **نوع فرآورده × قطر پیچ** | 2 | 0/205 | 4/525 | $0/016^{*}$ |
| **حالت بارگذاری × قطر پیچ** | 2 | 2/738 | 60/373 | $0/000^{**}$ |
| **نوع فرآورده × حالت بارگذاری × قطر پیچ** | 2 | 0/077 | 1/696 | $0/194^{ns}$ |

ns عدم معنی‌داری، * معنی‌دار در سطح اعتماد ۹۵ درصد، ** معنی‌دار در سطح اعتماد ۹۹ درصد

در شکل ۳ الف اثر مستقل نوع فرآورده ارائه شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود اختلاف بین مقاومت در برابر بار برشی در MDF و تخته خرده چوب ناچیز بوده است. به طوری که اتصال‌های ساخته شده با MDF حدود ۳ ٪ مقاومت بیشتری نسبت به اتصال‌های ساخته شده از تخته خرده چوب داشته‌اند. در شکل ۳ ب اثر مستقل حالت بارگذاری نشان داده شده است. مطابق این شکل مقاومت اتصال‌های ساخته شده از MDF و تخته خرده چوب در برابر بار برشی در حالتی که بار به صورت عمود بر لبه عضو اصلی اعمال شده است بیشتر بوده است. این افزایش مقاومت در حدود ۱۶۰ ٪ بوده است. شکل ۳ ج تأثیر قطر پیچ بر مقاومت اتصال در برابر بار برشی را نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود با افزایش قطر پیچ از ۴/۲ به ۶ میلی‌متر مقاومت اتصال افزایش یافته است. این در حالی است که افزایش قطر در پیچ پانلی باعث کاهش مقاومت اتصال در برابر بار برشی شده است. با افزایش قطر پیچ از ۴/۲ به ۶ میلی‌متر مقاومت اتصال‌ها ۷۵ ٪ افزایش یافته است. اما این روند با افزایش قطر ۴/۲ به ۵ میلی‌متر برعکس بود؛ به طوری که پیچ با قطر ۴/۲ نسبت به پیچ با قطر ۵ میلی‌متر ۱۴ ٪ افزایش مقاومت داشته است. همچنین مطابق گروه بندی دانکن مقاومت در برابر بار برشی پیچ پانلی با قطر ۴/۲ و ۵ میلی‌متر در یگ گروه مقاومتی قرار گرفته‌اند در حالی که اتصال‌های ساخته شده با پیچ آلن خور با قطر ۶ میلی‌متر در گروه مقاومتی برتر قرار گرفته است. شکل ۴ اثر متقابل متغیرهای مورد بررسی در این پژوهش را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشخص است روند مقاومت اتصال‌ها در هر دو فرآورده مشابه بوده است. به طوری‌که با افزایش قطر در هر دو فرآورده در حالت بارگذاری موازی با لبه عضو اصلی باعث افزایش مقاومت اتصال شده است. ولی در حالت بارگذاری عمود بر لبه عضو اصلی در هر دو فرآورده افزایش قطر از ۴/۲ به ۵ میلی‌متر باعث کاهش مقاومت اتصال شده است. در حالی که در همین حالت بارگذاری افزایش قطر از ۵ به ۶ میلی‌متر افزایش مقاومت اتصال را در پی داشته است. در اتصال با پیچ به قطر ۶ میلی‌متر و حالت بارگذاری عمود بر لبه عضو اصلی اتصال‌های ساخته شده با MDF نسبت به اتصال‌های ساخته شده با تخته خرده چوب دارای مقاومت بیشتری بودند. این افزایش مقاومت ۱۸ ٪ بود و همین امر باعث شد که در گروه بندی دانکن اتصال‌های ساخته شده با پیچ قطر ۶ میلی‌متری در حالت بارگذاری عمود بر لبه عضو اصلی در تخته خرده چوب و MDF در دو گروه متفاوت قرار گیرند.




**شکل ۳. اثر مستقل متغیرهای مورد بررسی در آزمون بار برشی اتصال دهنده پیچ در تخته خرده چوب و MDF، الف) اثر مستقل نوع فرآورده، ب) اثر مستقل حالت بارگذاری، ج) اثر مستقل قطر پیچ**




**شکل ۴. اثر متقابل متغیرهای نوع فرآورده × حالت بارگذاری × قطر پیچ**

**مد شکست**

در شکل ۵ مدهای شکست مربوط به هر تیمار نشان داده شده است. مطابق این شکل شکست‌های متفاوتی از تیمار مختلف دیده می‌شود. در هر دو فرآورده MDF و تخته خرده چوب در بارگذاری موازی با لبه عضو اصلی در اتصال‌های ساخته شده با پیچ ۴/۲ شکست به شکلی رخ داد که قسمت پایین پیچ به حد تسلیم خود رسیده و باعث شد پیچ در این قسمت خم شود و این خمیدگی باعث تنش لهیدگی در عضو اصلی اتصال شد و سپس شکاف در امتداد ضخامت ایجاد شد (شکل ۵ الف). در هر دو فرآورده این شکست دیده شد. در اتصال با پیچ با قطر ۵ میلی‌متر در حالت بارگذاری موازی با لبه عضو اصلی شکست به صورت شکاف در ضخامت عضو اصلی اتصال دیده شد (شکل ۵ ب). علت کاهش مقاومت در این قطر را می‌تواند به مد شکست ربط داد. علت این مد شکست را می‌توان مربوط به زاویه گام پیچ و ارتفاع کم رزوه دانست. به عبارتی دیگر در این قطر پیچ، سطح درگیر کمتری بین اتصال دهنده و اعضای اتصال ایجاد می‌شود و پیچ مثل یک پین عمل می‌کند و باعث شکاف در ضخامت عضو اصلی اتصال می‌شود. علت دیگر کاهش مقاومت در این پیچ را می‌توان مربوط به جنس پیچ دانست. در پیچ با قطر ۵ میلی‌متر پیچ در محل اتصال دو عضو شکسته شد (شکل ۵ ج). در حالی که در اتصال با قطر پیچ ۴/۲ و ۶ میلی‌متر به واسطه داشتن ارتفاع رزوه و زاویه گام بیشتر سطح درگیر اتصال بیشتر بوده و در نتیجه مد شکست نخست به شکل لهیدگی در عضو اصلی اتصال دیده شد و سپس به صورت شکاف در امتداد ضخامت عضو اصلی اتصال انتشار یافت (شکل ۵ الف). در مد شکست اتصال با پیچ ۵ میلی‌متر شکاف در MDF در کل ضخامت رخ داد (شکل ۵ الف)؛ ولی در تخته خرده چوب این شکاف کمتر بود و به دلیل همگنی کمتر ذرات نسبت به MDF به صورت یکطرفه رخ داد. به طوری که انتشار ترک در عضو اصلی اتصال از قسمت پایین شروع شد و به ندرت در بعضی اتصال‌ها ساخته شده با تخته خرده چوب تا انتها امتداد یافت (شکل ۵ د). علت این امر را می‌توان به چسبندگی داخلی بیشتر تخته خرده چوب نسبت به MDF مورد استفاده در این پژوهش ربط داد (رجوع شود به جدول ۱).

الف): مد شکست اتصال با پیچ ۴/۲ میلی‌متر

ب): شکاف در عضو اصلی اتصال با پیچ به قطر ۵ میلیمتر

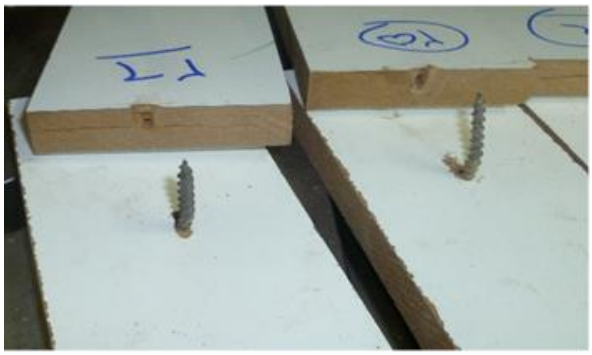
ج): شکست پیچ (بریدن) در محل اتصال دو عضو اتصال

د): تنش لهیدگی و شکاف کم در قسمت پایینی تخته

**شکل ۵. مد شکست در آزمون بار برشی اتصال دهنده پیچ در تخته خرده چوب و MDF زیر بار موازی لبه عضو اصلی**

در آزمون مقاومت اتصال زیر بار برشی در حالت بارگذاری عمود بر لبه عضو اصلی، مد شکست نسبت به اتصال‌های ساخته تحت بارگذاری موازی با لبه عضو اصلی متفاوت بود. علت افزایش مقاومت در حالت بارگذاری عمود بر لبه اتصال را نسبت به حالت بارگذاری موازی با لبه عضو اصلی را می‌توان با مد شکست توجیه کرد. در حالت بارگذاری عمود بر لبه عضو اصلی علاوه بر بخش میانی ضخامت فراورده صفحه‌ای، بخش‌های رویی و روکش ملامینه نیز در تحمل بار مشارکت دارند (شکل ۶ الف)؛ ولی در حالت بارگذاری موازی با لبه عضو اصلی تنها بخش میانی عضو اصلی اتصال در برابر بار برشی نقش دارد. به‌عبارت‌دیگر بخش میانی به دلیل ذرات درشت‌تر، چسبندگی ضعیف‌تر و تراکم کمتر نسبت به لایه‌های رویی ظرفیت تحمل بار کمتری دارد. مد شکست در قطر پیچ ۴/۲ و ۵ میلی‌متر در حالت بارگذاری عمود بر لبه عضو اصلی به صورت لهیدگی و شکاف توأم دیده شد (شکل ۶ ب). با این تفاوت که در بعضی اتصال‌ها ساخته شده با قطر پیچ ۵ میلی‌متر شکست در خود پیچ رخ داد (شکل ۶ ج). در اتصال با پیچ به قطر ۶ میلی‌متر آلن خور، مقاومت نسبت به دیگر اتصال‌ها بیشتر بود که علت آن را می‌توان به مقاومت خمشی بیشتر این پیچ مربوط دانست. مد شکست در این نوع پیچ متفاوت‌تر از دو قطر دیگر بود و به‌گونه‌ای بود که شکست در این اتصال دهنده در عضو فرعی اتصال رخ داد، به این صورت که سرپیچ در عضو فرعی اتصال فرو رفته (شکل ۶ ج) که نشان از سطح درگیر بیشتر و بهتر این قطر پیچ نسبت به دو قطر دیگر بوده است. به عبارتی دیگر سطح درگیر بهتر و بیشتر این اتصال دهنده و همچنین مقاومت خمشی بیشتر آن باعث شده این اتصال دهنده حداکثر مقاومت را داشته باشد.

الف): مشارکت لایه رویی و مغزی در برابر بار برشی



ب): لهیدگی و شکاف توام

ج): شکست پیچ (بریدن) در محل اتصال دو عضو اتصال

د): فرو رفتن سر پیچ در عضو فرعی در پیچ با قطر ۶

**شکل ۶. مد شکست در آزمون بار برشی اتصال دهنده پیچ در تخته خرده چوب و MDF زیر بار عمود بر لبه عضو اصلی،**

## نتیجه‌گیری

MDF و تخته خرده چوب از فرآورده‌های مهمی هستند که استفاده روز افزونی در صنایع تولید مبلمان صفحه‌ای دارند. اتصال دهند پیچ به عنوان یکی از اتصال‌دهنده‌های پرکاربرد در ساخت مبلمان صفحه‌ای محسوب می‌شود؛ بنابراین داشتن اطلاعات لازم در مورد عملکرد این اتصال دهنده در برابر بارهای حین سرویس در مبلمان صفحه‌ای برای طراحان مهندسی سازه مبلمان جهت طراحی سازه مبلمان با رعایت اصول مهندسی امری ضروری است؛ بنابراین عملکرد اتصال‌های ساخته شده از MDF و تخته خرده چوب با اتصال دهنده پیچ در برابر بار برشی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این پژوهش نشان دادند که اتصال دهنده پیچ در برابر بار برشی در حالت مختلف بارگذاری عملکرد متفاوتی از خود نشان می‌دهد. بهترین عملکرد این اتصال دهنده در MDF و تخته خرده چوبی زمانی حاصل می‌شود که اتصال‌های ساخته شده در حالت عمود بر لبه عضو اصلی زیر بار قرار گرفته باشد. این حالت بیشتر در اتصال‌های طبقه به بدنه در مبلمان صفحه‌ای دیده می‌شود. قطر، جنس و شکل رزوه پیچ می‌تواند مقاومت اتصال در برابر بار برشی را تحت تأثیر قرار دهد. به‌طوری که ارتفاع رزوه و فاصله گام در صورتی که باعث سطح درگیری بیشتر بین اتصال دهنده و اعضای اتصال شوند، می‌توانند از نقاط قوت این اتصال دهنده به شمار آیند. همچنین می‌توان بیان داشت که اتصال در برابر بار برشی در حالت بارگذاری موازی با لبه عضو اصلی تا حد زیادی متأثر از چسبندگی داخلی اعضای اتصال است. در نهایت پیشنهاد می‌شود برای اتصال طبقه به بدنه در مبلمان صفحه‌ای برای استحکام بیشتر از پیچ آلن خور با قطر ۶ میلی‌متر استفاده شود و تاحدامکان سعی شود در طراحی سازه مبلمان در حالت‌های که اتصال زیر بار برشی موازی با لبه عضو اصلی قرار می‌گیرد، پرهیز شود.

## منابع

[1] Acar, M., Balikci, E., Kuskun, T., Kasal, A. and Ziya Erdil, Y., 2023. Shear Force Capacities of H-Type Furniture Joints Constructed of Various Heat-Treated Wood Species. Drvna industrija, 74(1), pp.33-42.

[2] Dalvand, M., Ebrahimi, G., Haftkhani, A. R., and Maleki, S., 2013. Analysis of factors affecting diagonal tension and compression capacity of corner joints in furniture frames fabricated with dovetail key. Journal of Forestry Research, 24(1): 155-168.

[3] Smardzewski, J., Rzepa, B., and Kıliç, H., 2016. Mechanical properties of externally invisible furniture joints made of wood-based composites. BioResources, 11(1): 1224-1239.

[4] Smardzewski, J., 2002. Strength of profile-adhesive joints. Wood Science and Technology, 36(2), pp.173-183.

[5] Džinčić, I. and Skakić, D., 2012. Influence of type of fit on strength and deformation of oval tenon-mortise joint. Wood Research, 57(3), pp.469-478.

[6] Džinčić, I. and Živanić, D., 2014. The influence of fit on the distribution of glue in oval tenon/mortise joint. Wood Research, 59(2), pp.297-302.

[7] Kasal, A., Erdil, Y.Z., Demirci, S. and Eckelman, C.A., 2013. Shear force capacity of various doweled frame type furniture joints. Kastamonu University Journal of Forestry Faculty, 13(1), pp.60-71.

[8] Prekrat, S. and Smardzewski, J., 2010. Effect of glueline shape on strength of mortise and tenon joint. Drvna industrija, 61(4), pp.223-228.

[9] Hajdarević, S. and Martinović, S., 2015. The effect of dowel spacing on the stress and strain of case-type furniture corner joint. Annals of DAAAM & Proceedings, 26(1).

[10] Dalvand, M., Ebrahimi, G., Tajvidi, M. and Layeghi, M., 2014. Bending moment resistance of dowel corner joints in case-type furniture under diagonal compression load. Journal of Forestry Research, 25, pp.981-984.

[11] Hu, W., Luo, M., Liu, Y., Xu, W. and Konukcu, A.C., 2023. Experimental and numerical studies on the mechanical properties and behaviors of a novel wood dowel reinforced dovetail joint. Engineering Failure Analysis, 152, p.107440.

[12] Uysal, M., Tasdemir, C. and Memis, D., 2023. Effect of Epoxy Resin Reinforcement on Screw Withdrawal Strength of Fiberboard and Particleboard Used in the Furniture Industry. Drvna industrija, 74(4), pp.491-500.

[13] Gašparík, M., Karami, E., Kytka, T., Das, S. and Houska, T., 2023. The influence of freezing and heating on the nail withdrawal capacity of Norway spruce and European larch wood. European Journal of Wood and Wood Products, 81(2), pp.387-398.

[14] Hoelz, K., Doerner, P.T., Hohlweg, J. and Matthiesen, S., 2022. Influence of thread parameters on the withdrawal capacity of wood screws to optimize the thread geometry. European Journal of Wood and Wood Products, 80(3), pp.529-540.

[15] Dalvand, M., Pourtahmasi, K., Ebrahimi, G., 2021. 'Numerical modeling of screw connector performance in LVL under shear loading', Forest and Wood Products, 74(3), pp. 357-369. 10.22059/jfwp.2021.320436.1156

[16] Maleki, S., Faezipour, M., Ebrahimi, G. Layeghi, M., 2012. Investigation on bending moment resistance of l-shaped screwed corner joints constructed of plywood members. iranian journal of wood and paper science research, 27(4 (41)) , 731-742.

[17] Örs, Y., Özen, R. and Doğanay, S., 1998. Screw Holding Ability (Sterength) of Wood Materials Used in Furniture Manufacture. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 22(1), pp.29-34.

[18] Standard test methods for Mechanical fasteners in wood, Annual Book of ASTM Standard, D 1761–88, 2008.

# Investigation of shear strength of joints made of medium-density fiberboard and particleboard with screw connectors

## Abstract

In this research, the shear strength of joints made of medium-density fiberboard (MDF) and particleboard with screwshas been evaluated. Therefore, T-shaped joints were made from two pieces with a dimensions of 7.5 x 15 cm by one screw as a fastener. The screw was selected as a variable in three levels of diameter: 4.2, 5 (panel screw) , and 6 mm (Allen socket head cap screw). The Joints, were tested under shear load in two directions, parallel and perpendicular to the edge of the main member. The loading rate was 5 mm/min. The results have shown that MDF and particleboard have similar performance against shear loading. The screw diameter had a significant effect on the strength of joints in shear loading. Joints made with MDF and particleboard have a better performance against shear load when the load was perpendicular to the edge of the main member. Also, the results have shown that the joints made with 6 mm diameter screws in both MDF and particleboard show more resistance against shear loading. This increase was more noticeable in the case of loading perpendicular to the edge of the main member. The mode of failure results showed that the loading type affected in the failure of specimens. In parallel loading to edge loading internal bounding has been effective, while in perpendicular to edge loading in addition to the internal bounding, surface density has also been effective.

**Keywords:** MDF, Particleboard, shear strength, joints, screw.

**M. Dalvand[1*]**

[1] Assistance Professor, Department of Wood and Paper Science & Technology, Faculty of Natural Resources, University of Tehran. Karaj. Iran

Corresponding author:
M.dalvand@ut.ac.ir

Received: 2023/07/26
Accepted: 2024/01/17