

## بررسی مقادیر بارگذاری کششی و فشاری قطری اتصال‌های جداشونده در MDF و تخته خرده‌چوب

محمد غفرانی<sup>۱\*</sup> و علی محمدی<sup>۲</sup>

\*- نویسنده مسئول، استاد، گروه صنایع چوب، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران،  
پست الکترونیک: Ghofrani@srttu.edu

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه صنایع چوب، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: آذر ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۹۸

### چکیده

در این تحقیق به بررسی و مقایسه مقادیر بارگذاری کششی و فشاری قطری اتصال‌های گوشه‌ای جداشدنی در تخته فیبر دانسیته متوسط (MDF) و تخته خرده‌چوب پرداخته شده است. نمونه‌های L شکل به اندازه ۲۰×۲۰ سانتیمتر با ۵ تکرار مورد آزمایش قرار گرفتند. در این تحقیق از سه نوع اتصال جداشدنی پرمصرف: فلزی پروانه‌ای، دوزنقه‌ای و پلاستیکی درب‌دار توسط دو نوع پیچ MDF و خودکار برای اتصال استفاده گردید. نتایج این مطالعه نشان داد که بیشترین مقادیر بارگذاری کششی قطری مربوط به اتصال جداشدنی فلزی پروانه‌ای و بیشترین مقادیر بارگذاری فشاری قطری، مربوط به اتصال جداشدنی فلزی دوزنقه‌ای می‌باشد. همچنین کمترین مقدار مقادیر بارگذاری کششی و فشاری قطری، در نمونه‌های ساخته شده با اتصال جداشدنی پلاستیکی به دست آمد. بر اساس نتایج به دست آمده مشخص شد اتصالاتی که در ساخت آنها از پیچ خودکار (لوله) استفاده شده، مقاومت بیشتری نسبت به پیچ MDF داشته است. با مقایسه نتایج آزمون‌ها مشخص شد در هر سه نوع اتصال جداشدنی، مقادیر بارگذاری کششی بیشتر از مقادیر بارگذاری فشاری بوده است. بیشترین ظرفیت تحمل بار کششی قطری در MDF همراه با اتصال نانو چسب و دویل، پیچ خودکار (لوله) و اتصال جداشدنی فلزی پروانه‌ای و کمترین ظرفیت تحمل بار کششی قطری در تخته خرده‌چوب همراه با اتصال بدون دویل، پیچ MDF و اتصال جداشدنی پلاستیکی مشاهده گردید. بیشترین ظرفیت تحمل بار فشاری قطری مربوط به MDF با اتصال نانو چسب و دویل، اتصال جداشدنی فلزی دوزنقه‌ای و پیچ خودکار (لوله) و کمترین ظرفیت تحمل بار فشاری قطری در تخته خرده‌چوب همراه با اتصال بدون دویل، پیچ MDF و اتصال جداشدنی پلاستیکی مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: اتصال جداشدنی، مقاومت کششی، مقاومت فشاری، نانو چسب، تخته خرده‌چوب، MDF

### مقدمه

هستند، اما وقتی صحبت از ساخت سازه‌های اسکلت صفحه‌ای می‌شود، اتصال‌های ماسیو کاربرد نخواهند داشت و از سویی مقاومت مکانیکی اتصال‌های فلزی جداشدنی به اندازه‌ای است که می‌تواند جوابگوی نیاز مصنوعات صفحه‌ای باشد. در بعضی از سازه‌های صفحه‌ای با ابعاد بزرگ می‌توان برای تقویت اتصال دویل بدون چسب از الیت استفاده نمود. با افزایش تولید میلمان صفحه‌ای و همچنین میلمان چند منظوره تسریع در ایجاد اتصال و امکان تولید قطعات جدا و موتناژ آن در محل مورد استفاده،

امروزه به دلیل تنوع روزافزون محصولات صفحه‌ای و گسترش فزاینده تقاضا برای کارهای صفحه‌ای نیازمند اتصال‌هایی هستیم که علاوه بر حفظ زیبایی ظاهری، سهولت کار، مقاومت بالا، سرعت در پیشبرد کار، کاهش میزان هزینه و در نهایت افزایش حجم تولید را در پی داشته باشد تا بتوانند جوابگو نیاز بازار مصرف باشند (Taghiyari et al., 2016). اتصال‌های ثابت دارای مقاومت مکانیکی بیشتری نسبت به اتصال‌های فلزی جداشدنی

اتصال دهنده V شکل باعث افزایش ظرفیت تحمل تنش شد. Simek و همکاران (۲۰۱۰)، تأثیر فاصله تا لبه (فاصله اسمی) و تعداد اتصال دهنده الیت، در اتصال‌های L شکل ساخته شده از تخته‌خرده‌چوب با روکش ملامینه را بر روی ظرفیت لنگر خمشی بررسی کردند. نتایج آنان نشان داد، در حالتی که اتصال دهنده در فاصله از لبه اتصال (فاصله اسمی) ۶۰ میلی‌متر قرار دارد، باعث جلوگیری از ترک در اعضای اتصال می‌شود. نتایج بررسی آنان نشان داد که استفاده از بین‌چوبی بدون چسب برای تقویت اتصال ضروری است و تأثیر معنی‌داری بر روی ظرفیت لنگر خمشی این اتصالات دارد (Simek et al., 2010). با توجه به استفاده گسترده از انواع اتصال‌های جداشونده در ساخت مبلمان صفحه‌ای در صنعت مبلمان و نبود تحقیقات در رابطه با مقاومت این اتصالات، پژوهش کنونی با هدف بررسی مقادیر بارگذاری کششی و فشاری قطری اتصال‌های جداشونده در MDF و تخته‌خرده‌چوب اثر اعضای اتصال، نوع اتصال، نوع پیچ و نوع اتصال جداشدنی را مورد بررسی قرار داده است.

### مواد و روش‌ها

در این تحقیق از MDF و تخته‌خرده‌چوب با ضخامت ۱۶ میلی‌متر با روکش ملامینه به ابعاد ۲۰۰×۲۰۰ میلی‌متر و ۲۰۰×۱۸۰ میلی‌متر به‌عنوان اعضای اتصال استفاده گردید. MDF و تخته‌خرده‌چوب مورد استفاده، تولید شرکت تقطه در داخل کشور بود. پیچ‌های مورد استفاده برای ساخت نمونه‌های آزمونی اتصال، از دو نوع پیچ مختلف به شرح زیر بود (شکل ۱).  
 ۱- پیچ مخصوص MDF سر تخت شکاف چهارسو رزوه ریز خزینه‌ای به طول ۱۶ میلی‌متر  
 ۲- پیچ خودکار (لولا) شکاف چهارسو ویژه سازه‌های فلزی به طول ۱۶ میلی‌متر

ضرورت بهره‌مندی از اتصال جداشدنی را روز به روز افزایش می‌دهد (Ghofrani et al., 2012). در صنعت چوب و در بخش محصولات صفحه‌ای هر روز شاهد استفاده بیشتر از مواد اولیه جدید (چندسازه) مانند MDF و تخته‌خرده‌چوب هستیم که میزان مصرف سالیانه آن هم اکنون در سطح جهان سالانه ۸۳ میلیون مترمکعب و همچنین میزان تولید MDF در سال ۲۰۱۵، ۴۰۰ میلیون مترمکعب و تخته‌خرده‌چوب ۲۸۳ میلیون مترمکعب بوده است. با توجه به استفاده از MDF در ساخت مصنوعات چوبی و افزایش شتاب مونتاز در تولید، نیاز به اتصال‌های خاص خود را دارد، از این رو باید برای انتخاب مناسب‌ترین اتصال‌ها در سازه‌های چوبی با بدنه صفحه‌ای تحقیقات لازم انجام شود (Esfandiari & Taghavinejad, 2007). بنابراین با توجه به اهمیت اتصالات در طراحی سازه‌های مهندسی، تحقیقات بسیاری در این زمینه انجام شده است. Saar و همکاران (۲۰۱۵)، مقاومت اتصالات جداشدنی در تخته‌لایه چوب توس را مورد بررسی قرار دادند، نتایج آنان نشان داد، مقاومت کششی اتصالات جداشدنی (Lamello, Minifix, Clamex P15 و InvisMx) نسبت به مقاومت برشی بیشتر می‌باشد. همچنین مطابق با نتایج این پژوهشگران، بیشترین مقدار مقاومت کششی در اتصال جداشدنی Invis Mx و بیشترین مقدار مقاومت برشی در اتصال جداشدنی Minifix به دست آمد (Saar et al., 2015). Taghiyari و همکاران (۲۰۱۶)، ظرفیت تحمل تنش در اتصال‌های گوشه‌ای فارسی ساخته شده با اتصال دهنده فلزی V شکل و مقایسه آن با اتصال کلید پایونی در زیر بار کششی و فشاری را مورد بررسی قرار دادند. مطابق با نتایج این بررسی، ظرفیت تحمل تنش اتصال‌ها زیر بار فشاری بیشتر از ظرفیت تحمل تنش زیر بار کششی بود. البته ظرفیت تحمل تنش اتصال‌های ساخته شده با اعضای MDF نسبت به اتصال‌های ساخته شده با تخته‌خرده‌چوب بیشتر بود. همچنین افزایش تعداد و ارتفاع



ب- پیچ MDF



الف- پیچ خودکار (لولا)

## شکل ۱- پیچ‌های مورد استفاده

گرفت. در نمونه‌های آزمونی با استفاده از چسب، از نانو چسب با قابلیت استفاده در صنایع چوب، دارای تأییدیه‌های رسمی از دانشگاه صنعتی شریف، انجمن کیفیت ایران IRSQ و نشان عالی صنایع، برای نگهداری بهتر پیچ در داخل اتصال و مانع از آزاد شدن آن در اعضای اتصال استفاده گردید (جدول ۱).

همچنین اتصال‌های جداشدنی مورد استفاده در این تحقیق، سه نوع اتصال جداشدنی بازشو پرمصرف فلزی و پلاستیکی در تولید مبلمان صفحه‌ای بودند که مشخصات آنها در جدول ۱ نشان داده شده است. دوپل پلاستیکی، با آج و رزوه ریز به ضخامت ۸ میلی‌متر و طول ۲۶ میلی‌متر، برای تقویت و تثبیت اتصال‌ها مورد استفاده قرار

## جدول ۱- مشخصات اتصالات مورد استفاده

شکل اتصال	اتصال جداشدنی فلزی پروانه‌ای ۹۰ درجه	اتصال جداشدنی فلزی دوزنقه‌ای ۹۰ Samet درجه	اتصال جداشدنی پلاستیکی درب‌دار ۹۰ درجه
نام	اتصال جداشدنی فلزی پروانه‌ای ۹۰ درجه	اتصال جداشدنی فلزی دوزنقه‌ای ۹۰ Samet درجه	اتصال جداشدنی پلاستیکی درب‌دار ۹۰ درجه
تعداد پیچ	چهار پیچ	چهار پیچ	چهار پیچ
کشور سازنده	ترکیه	ترکیه	ترکیه

## جدول ۲- مشخصات فنی نانو چسب مورد استفاده

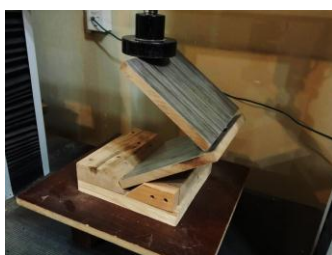
نوع چسب	ویسکوزیته	درصد مواد جامد (%)	رنگ	حلال
NPS-113	۲۰۰۰	۴۰	سفید مایل به روشن	آب

۸cm تعیین شد. قرارگیری پیچ‌ها بعد از عملیات تعبیه پیش‌سوراخ با مته شماره ۲، توسط دریل شارژی با سرعت ۶ دور بر ثانیه انجام شد. محل قرار گرفتن دوپل بر روی لبه هر دو تخته بعد از اندازه‌گیری و نشان زدن، توسط دریل ستونی و دستگاه کم کتی پیش‌سوراخ شدند. تعبیه این سوراخ‌ها متناسب

برای ساخت نمونه‌های آزمونی اتصال، MDF و تخته‌خرده چوب مورد استفاده به ابعاد (۲۰×۲۰) و (۱۸/۴×۲۰) میلی‌متر برش داده شد و به صورت گوشه‌ای L، سرب‌سر ساخته شد. هر یک از اتصالات ذکر شده به فاصله ۳ سانتی‌متر از لبه کار در هر دو طرف پیچ شد و فاصله بین دو اتصال در هر نمونه

گرفتند. در پایان، نمونه‌های آزمون برای متعادل‌سازی در محیطی با شرایط دمایی  $2 \pm 20$  درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی  $1 \pm 65$  درصد به مدت یک ماه متعادل‌سازی شدند. اتصالات ساخته شده در نهایت به وسیله دستگاه Tensil Tester، مدل STT آزمایشگاهی با اعمال نیرو با سرعت  $5 \text{ mm/min}$  مورد آزمایش و ارزیابی قرار گرفت و نتایج به دست آمده ثبت گردید. همچنین تکیه‌گاهی برای قرار گرفتن نمونه‌های L شکل در دستگاه طراحی و ساخته شد (شکل ۲).

متغیرهای مورد بررسی: ۱- نوع اعضای اتصال، ۲- اتصال، ۳- نوع پیچ و ۴- نوع اتصال جداشدنی بود. از ترکیب عوامل متغیر، ۳۶ تیمار با در نظر گرفتن ۵ تکرار ساخته شد. داده‌ها با نرم‌افزار SPSS تحلیل آماری شد.



ب- آزمون فشاری



الف- آزمون کششی

شکل ۲- تکیه‌گاه برای قرارگیری نمونه‌های آزمون اتصال (L شکل)، در دستگاه Tensil Tester

به جدول بین مقادیر مربوط به تأثیر نوع اعضای اتصال بر مقادیر بارگذاری فشاری قطری در سطح اعتماد ۹۵ درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد. بر اساس گروه‌بندی دانکن، بالاترین مقادیر بارگذاری فشاری قطری مربوط نمونه اتصالات ساخته شده از MDF و کمترین مقادیر بارگذاری فشاری قطری مربوط به نمونه ساخته شده از تخته‌خرد چوب می‌باشد (جدول ۴).

با ضخامت و نصف طول دوبل انجام گردید. برای انجام کل کار قالب ساخته شد تا سوراخ کاری یکسان و بدون اتلاف وقت انجام شود. در مرحله سوم، اتصالات مورد نیاز دیگر این بخش، با استفاده از نانو چسب تهیه شده و تزریق آن در پیش سوراخ‌های تعبیه شده با مته شماره ۲ انجام گردید. در این مرحله، ابتدا محل قرارگیری پیچ‌ها بر روی تخته‌ها توسط قالبی که ساخته شد مشخص و پیش سوراخ‌ها تعبیه گردید و خزینه ایجاد شده با تزریق نانو چسب به صورت یکنواخت توسط سرنگ و بستن دوباره پیچ‌ها بر روی اتصالات مورد نظر، عملیات مونتاژ به پایان رسید. نمونه‌های آزمون به تعداد ۱۰ تکرار برای هر اتصال با یک نوع پیچ در نظر گرفته شد که ۵ تکرار آن برای مقادیر بارگذاری فشاری قطری و ۵ تکرار دیگر برای آزمون مقادیر بارگذاری کششی قطری مورد استفاده قرار

## نتایج

### مقادیر بارگذاری فشاری قطری

برای مشخص کردن اهمیت اثر هر یک از عوامل متغیر مورد بررسی بر مقادیر بارگذاری فشاری قطری، نتایج تحلیل واریانس در جدول شماره ۳ آمده است. اثر متغیر نوع اعضای اتصال بر مقادیر بارگذاری فشاری قطری نمونه‌ها در جدول تجزیه واریانس ۳ آمده است. با توجه

جدول ۳- نتایج تحلیل واریانس عوامل متغیر بر مقادیر بارگذاری فشاری قطری

میانگین مربعات MS	درجه آزادی d.f.	منابع تغییرات S.O.V
۶۷۸۳/۴۷۲*	۱	نوع اعضای اتصال
۱۳۱۹۰۰/۱۷۲*	۲	اتصال
۱۰۱۱۰/۰۰۶*	۱	نوع پیچ
۵۰۲۴۳۳/۱۷۲*	۲	نوع اتصال جداشدنی
۱۲۲۵/۲۷۲ <sup>ns</sup>	۲	نوع اعضای اتصال × اتصال
۸۶/۸۰۶ <sup>ns</sup>	۱	نوع اعضای اتصال × نوع پیچ
۴۷۳۹/۱۷۲*	۲	نوع اعضای اتصال × نوع اتصال جداشدنی
۵۰۴۶/۸۷۲*	۲	اتصال × نوع پیچ
۱۵۷۳۲/۳۲۲*	۴	اتصال × نوع اتصال جداشدنی
۱۲۱/۸۷۲*	۲	نوع پیچ × نوع اتصال جداشدنی
۵۹۳/۱۷۲ <sup>ns</sup>	۲	نوع اعضای اتصال × اتصال × نوع پیچ
۹۹۰/۲۲۲ <sup>ns</sup>	۴	نوع اعضای اتصال × اتصال × نوع اتصال جداشدنی
۲۰۹۳۰/۱۳۹*	۲	نوع اعضای اتصال × نوع پیچ × نوع اتصال جداشدنی
۲۶۸۱/۷۸۹*	۴	اتصال × نوع پیچ × نوع اتصال جداشدنی
۵۷۲/۵۵۶ <sup>ns</sup>	۴	نوع اعضای اتصال × اتصال × نوع پیچ × نوع اتصال جداشدنی

\* معنی داری در سطح اعتماد ۹۵ درصد <sup>ns</sup> عدم معنی داری در سطح اعتماد ۹۵ درصد

بارگذاری فشاری قطری نمونه‌ها در جدول تجزیه واریانس ۳، بین سطوح مختلف متغیر نوع پیچ (پیچ مخصوص MDF سر تخت شکاف چهارسو رزوه ریز خزینه‌ای و) از نظر ظرفیت تحمل بار تحت بار فشاری قطری در محل اتصال اختلاف معنی داری در سطح اعتماد ۹۵٪ وجود دارد. بر اساس گروه بندی دانکن، بالاترین مقادیر بارگذاری فشاری قطری مربوط به تیمار حاوی پیچ خودکار (لولا) شکاف چهارسو ویژه سازه‌های فلزی می‌باشد (جدول ۴).

با توجه به جدول تجزیه واریانس ۳، همان‌طور که ملاحظه می‌شود بین سطوح مختلف متغیر اتصال، اختلاف معنی داری در سطح اعتماد ۹۵٪ وجود دارد. طبق نتایج حاصل از گروه بندی دانکن متغیر اتصال، بیشترین مقادیر بارگذاری فشاری قطری در نمونه اتصال‌های ساخته شده با چسب و دوپل و کمترین مقادیر بارگذاری فشاری قطری در نمونه اتصال‌های ساخته شده بدون دوپل می‌باشد (جدول ۴).

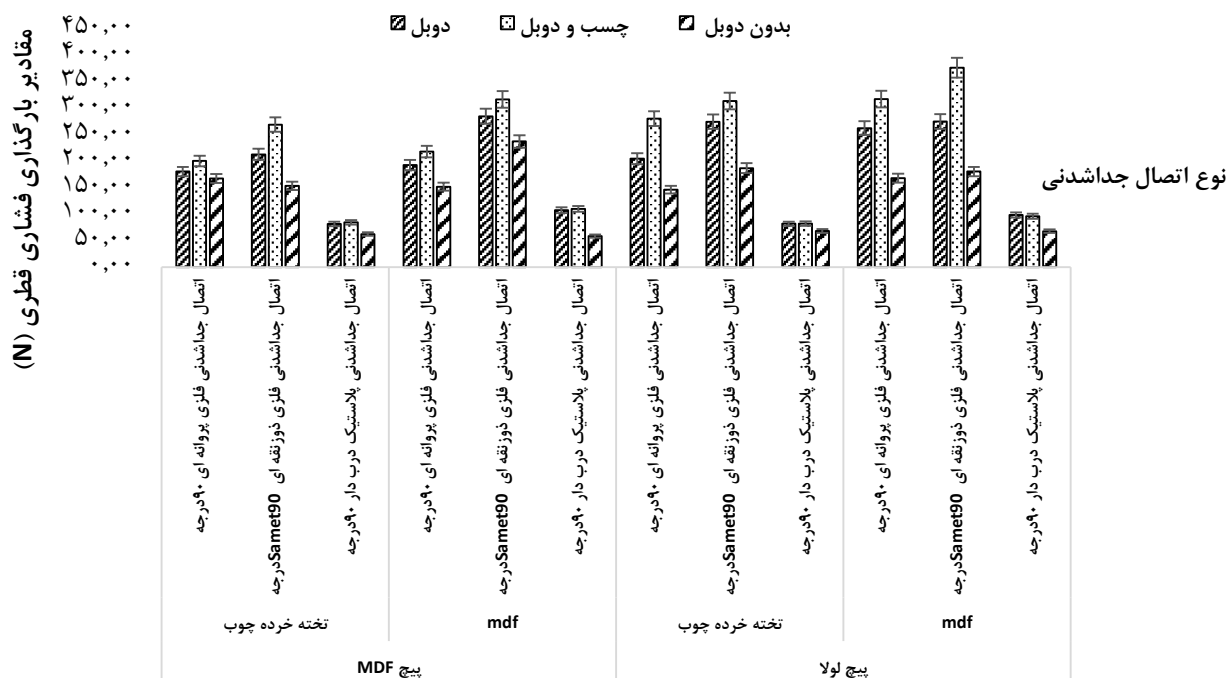
با توجه به نتایج بررسی اثر نوع پیچ بر مقادیر

جدول ۴- اثر مستقل متغیرهای تحقیق و گروه‌بندی آن به روش دانکن (سطح ۵٪)

نام متغیر	سطوح متغیر	مقادیر بارگذاری فشاری	گروه‌بندی
نوع اعضای اتصال	MDF	۱۹۲/۷۷۸	A
	تخته خرده‌چوب	۱۸۰/۵۰۰	B
اتصال	دوبل	۱۹۲/۷۰۰	B
	چسب و دوبل	۲۳۰/۲۰۰	A
	بدون دوبل	۱۳۷/۰۱۷	C
نوع پیچ	پیچ مخصوص MDF	۱۴۴/۱۷۹	B
	پیچ خودکار (لولا)	۱۳۳/۱۹۴	A
	اتصال جداشدنی فلزی پروانه‌ای	۲۲۰/۸۶	B
نوع اتصال جداشدنی	اتصال جداشدنی فلزی دوزنقه‌ای	۲۵۶/۱۰۰	A
	اتصال جداشدنی پلاستیکی درب‌دار	۸۲/۹۵۰	C

۹۵٪ وجود دارد. همچنین بر اساس گروه‌بندی دانکن در جدول ۴، بیشترین مقادیر بارگذاری فشاری قطری در اتصال جداشدنی فلزی دوزنقه‌ای و کمترین مقادیر بارگذاری فشاری قطری در اتصال جداشدنی پلاستیکی مشاهده گردید.

تجزیه و تحلیل اثر متغیر نوع اتصال جداشدنی بر مقادیر بارگذاری فشاری قطری نمونه‌ها در جدول تجزیه واریانس ۳ آمده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود بین سطوح مختلف متغیر نوع اتصال جداشدنی، اختلاف معنی‌داری در سطح اعتماد



شکل ۳- اثر متقابل متغیرهای تحقیق بر مقادیر بارگذاری فشاری قطری

پلاستیکی، پیچ MDF و بدون دابل در تخته خرده چوب مشاهده گردید.

#### مقادیر بارگذاری کششی قطری

برای مشخص کردن اهمیت اثر هر یک از عوامل متغیر مورد بررسی بر مقادیر بارگذاری کششی قطری، نتایج تحلیل واریانس در جدول ۵ آمده است.

همچنین نتایج حاصل از تجزیه واریانس مقادیر بارگذاری فشاری قطری نمونه های آزمونی در جدول ۳، اثرهای متقابل متغیرها را نشان می دهد. مطابق با نتایج تجزیه واریانس و شکل ۳، بیشترین مقادیر بارگذاری فشاری قطری در نمونه اتصال ساخته شده از اتصال جداشدنی فلزی دوزنقه ای همراه با چسب و دابل و پیچ لولا در MDF و کمترین مقادیر بارگذاری فشاری قطری در نمونه اتصال ساخته شده از اتصال جداشدنی

جدول ۵- نتایج تحلیل واریانس عوامل متغیر بر مقادیر بارگذاری کششی قطری

میانگین مربعات MS	درجه آزادی d.f.	منابع تغییرات S.O.V
مقادیر بارگذاری کششی قطری (N)		
۱۵۵۴۵۸۸/۸۰۰*	۱	نوع اعضای اتصال
۳۶۲۳۴۳/۲۱۷*	۲	اتصال
۱۹۶۲۸۴/۰۸۹*	۱	نوع پیچ
۴۹۷۵۶۰/۶۰۰*	۲	نوع اتصال جداشدنی
۲۱۷۱/۵۱۷ <sup>NS</sup>	۲	نوع اعضای اتصال × اتصال
۱۷۱۶۹/۸۰۰*	۱	نوع اعضای اتصال × نوع پیچ
۳۶۱۲۹۳/۸۰۰*	۲	نوع اعضای اتصال × نوع اتصال جداشدنی
۶۹۹۰/۶۷۲ <sup>NS</sup>	۲	اتصال × نوع پیچ
۳۰۹۷۵/۶۹۲*	۴	اتصال × نوع اتصال جداشدنی
۱۵۹۶۹۴/۴۲۲*	۲	نوع پیچ × نوع اتصال جداشدنی
۲۴۷۳۰/۵۵۰*	۲	نوع اعضای اتصال × اتصال × نوع پیچ
۱۹۲۷/۳۴۲ <sup>NS</sup>	۴	نوع اعضای اتصال × اتصال × نوع اتصال جداشدنی
۸۲۸۴۷/۲۶۷*	۲	نوع اعضای اتصال × نوع پیچ × نوع اتصال جداشدنی
۲۰۳۴۶/۷۳۱*	۴	اتصال × نوع پیچ × نوع اتصال جداشدنی
۵۷۲/۵۵۶ <sup>NS</sup>	۴	نوع اعضای اتصال × اتصال × نوع پیچ × نوع اتصال جداشدنی

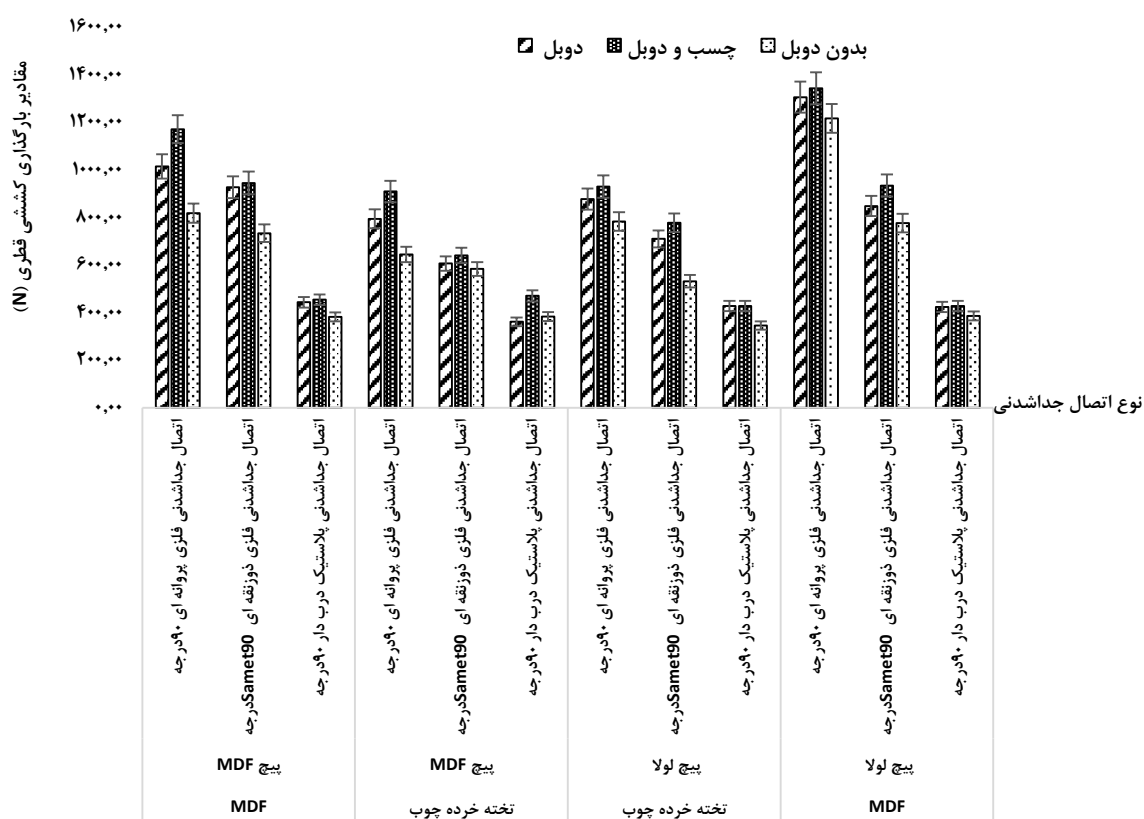
NS: عدم معنی داری در سطح اعتماد ۹۵ درصد \*؛ معنی داری در سطح اعتماد ۹۵ درصد

بالاترین مقادیر بارگذاری کششی قطری مربوط به نمونه اتصال های ساخته شده از MDF و کمترین مقادیر بارگذاری کششی قطری مربوط به نمونه ساخته شده از تخته خرده چوب می باشد (جدول ۶).

با توجه به جدول تجزیه واریانس ۵، بین مقادیر مربوط به تأثیر نوع اعضای اتصال بر مقادیر بارگذاری کششی قطری در سطح اعتماد ۹۵٪ درصد اختلاف معنی داری وجود دارد. بر اساس گروه بندی دانکن،

جدول ۶- اثر مستقل متغیرهای تحقیق و گروه‌بندی آن به روش دانکن (سطح ۵٪)

نام متغیر	سطوح متغیر	مقادیر بارگذاری کششی قطری (N)	گروه‌بندی دانکن
نوع اعضای اتصال	MDF	۴۳۳/۸۰۸	A
	تخته خرده چوب	۵۶۷/۶۲۲	B
	دوبل	۳۰۰/۷۲۸	B
اتصال	چسب و دوبل	۰۱۷/۷۸۶	A
	بدون دوبل	۱۸۳/۶۳۲	C
	پیچ مخصوص MDF	۴۷۸/۶۸۲	B
نوع پیچ	پیچ خودکار (لولا)	۵۲۲/۷۴۸	A
	اتصال جداشدنی فلزی پروانه‌ای	۹۳۳/۹۸۳	A
نوع اتصال جداشدنی	اتصال جداشدنی فلزی دوزنقه‌ای	۳۳۳/۷۵۱	B
	اتصال جداشدنی پلاستیکی درب‌دار	۲۳۳/۴۱۱	C
	پیچ لولا	۱۲۳/۳۰۰	C



شکل ۴- اثر متقابل نوع پیچ و نوع اتصال جداشدنی بر مقادیر بارگذاری کششی قطری



این نوع اتصالات به‌عنوان یراق آلات اتصال دهنده در ساخت مبلمان اداری و خانگی و صفحه‌ای گردیده و به‌طور قابل توجهی مورد استقبال تولیدکنندگان صنعت مبلمان ایران و جهان قرار گرفته است. بنابراین با توجه به اهمیت این اتصالات، در این تحقیق اثر متغیرهای نوع اعضای اتصال، اتصال، نوع پیچ و نوع اتصال جداشدنی مورد بررسی قرار گرفت تا در ساخت مبلمان مورد استفاده قرار گیرد. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از بررسی مقادیر بارگذاری کششی و فشاری قطری در نمونه‌های آزمونی و همچنین تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها می‌توان نتیجه‌گیری کرد که ظرفیت تحمل بار اتصالات در MDF، در دو حالت بارگذاری کششی و فشاری قطری از تخته‌خرده‌چوب بیشتر است. تحقیقات گذشته نیز نشان داده است، ظرفیت تحمل تنش تخته فیبر با دانسیته متوسط بیشتر از تخته‌خرده‌چوب می‌باشد و MDF به دلیل دارا بودن سطوح صاف و لبه‌های همگن و متراکم در اتصالات بسیار کاربرد دارد (Ghofrani et al., 2010; Arbabi, 2014). به‌عبارت‌دیگر MDF نسبت به تخته‌خرده‌چوب، دارای ساختار همگن تر و متراکم تری است که باعث یکپارچگی ساختاری بهتر و ایجاد استحکام بهتر بین اعضای اتصال و اتصال‌دهنده می‌شود. ولی در تخته‌خرده‌چوب، نایکنواختی ترکیب تشکیل‌دهنده اعضا در لایه‌های رویی و داخلی تخته‌خرده‌چوب، سبب تراکم تنش و در نتیجه کاهش استحکام اتصال می‌شود. در تحقیقات دیگر نیز، نتایج مشابهی به‌دست‌آمده است (Abbasi, 2014). نتایج به‌دست‌آمده در این قسمت با یافته‌های Kasal و همکاران (۲۰۰۸)، Maleki و همکاران (۲۰۱۲) و Maleki و همکاران (2011) و Atar و همکاران (۲۰۰۹) هم‌خوانی دارد. این پژوهشگران ضعف اتصالات ساخته شده با تخته‌خرده‌چوب را به مقاومت مکانیکی و به‌ویژه چسبندگی داخلی کم آن نسبت به MDF مرتبط دانسته‌اند. همچنین نتایج نشان داد مقادیر بارگذاری کششی و فشاری قطری در اتصال‌های مونتاژ شده با چسب نسبت به اتصال‌های مونتاژ شده بدون

تجزیه و تحلیل اثر متغیر اتصال بر مقادیر بارگذاری کششی قطری نمونه‌ها در جدول تجزیه واریانس ۵ آمده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود بین سطوح مختلف متغیر اتصال، اختلاف معنی‌داری در سطح اعتماد ۹۵٪ وجود دارد. طبق نتایج حاصل از گروه بندی دانکن متغیر اتصال، بیشترین مقادیر بارگذاری کششی متعلق به سطح ۲ متغیر، اتصال با چسب و دوپل و کمترین مقدار مربوط به سطح ۳ متغیر، اتصال بدون دوپل می‌باشد (جدول ۶). با توجه به جدول تجزیه واریانس، بین سطوح مختلف متغیر نوع پیچ (پیچ مخصوص MDF سر تخت شکاف چهارسو رزوه ریز خزینه‌ای) از نظر مقادیر بارگذاری کششی قطری در محل اتصال اختلاف معنی‌داری در سطح اعتماد ۹۵٪ وجود دارد. بر اساس گروه بندی دانکن، بالاترین مقادیر بارگذاری کششی قطری مربوط به تیمار حاوی پیچ خودکار (لولا) شکاف چهارسو ویژه سازه‌های فلزی می‌باشد (جدول ۶). همچنین با توجه به جدول تجزیه واریانس ۵، بین سطوح مختلف متغیر نوع اتصال جداشدنی، اختلاف معنی‌داری در سطح اعتماد ۹۵٪ وجود دارد. طبق نتایج حاصل از گروه بندی دانکن متغیر نوع اتصال جداشدنی، بیشترین مقادیر بارگذاری کششی قطری، متعلق به سطح ۱ متغیر، اتصال جداشدنی فلزی پروانه‌ای و کمترین مقدار مربوط به سطح ۳ متغیر، اتصال جداشدنی پلاستیکی درب دار می‌باشد (جدول ۶). مطابق با نتایج حاصل از تجزیه واریانس مقادیر بارگذاری کششی قطری نمونه‌های آزمونی و شکل ۴، بالاترین مقادیر بارگذاری کششی قطری مربوط به اتصال ساخته شده از اتصال جداشدنی فلزی پروانه‌ای و پیچ لولا همراه با چسب و دوپل در MDF و کمترین مقادیر بارگذاری کششی قطری مربوط به اتصال ساخته شده از اتصال جداشدنی پلاستیکی، پیچ لولا و بدون دوپل در تخته‌خرده‌چوب می‌باشد (جدول ۵).

## بحث

مزیت‌های تأثیرگذار اتصالات جدا شونده در تولید انواع محصولات صنعت مبلمان موجب استفاده رو به رشد

### منابع مورد استفاده

- Abbasi, M., 2014. The comparative strength of biscuit joint in wood and wood composite. Master of Science thesis. Shahid rajaei teacher training university.
- Arbabi Ghamsari, F., 2014, The comparative capacity of stress bearing in V-shaped metal edge joint and dovetail joint in MDF and particle board. Master of Science thesis. Shahid rajaei teacher training university.
- Atar, M., Ozcifci, A., Altinok, M. and Celikel, U., 2009. Determination of diagonal compression and tension performances for case furniture corner joints constructed with wood biscuits. *Materials & Design*. 30: 665-670.
- ASTM-D1761 - Standard Test Methods for Mechanical Fasteners in Wood.
- European standard, 1993. EN 310: Wood-Based Panels. Determination of Modulus of Elasticity in Bending and of Bending Strength [English version].
- Ebrahimi, Gh., 2007, The designing of furniture structure. Tehran University press. Page430.
- European standard, 1993. EN 319: Particleboards and Fibreboards. Determination of tensile strength perpendicular to the plane of the board [English version].
- European standard, 1993. EN 323: Wood-Based Panels. Determination of density [English version].
- Esfandiari, A. and Taghavinejad, B., 2007, The statues of furniture and wood products. The ministry of non-metal industries and mine.
- Ghofrani, M., Noori, H. and Hosseinkhani, H., 2010. Study on the tensile strength of ready-to-assemble and fixed corner joints on medium density fiberboard. *Tehran, Iranian Journal of Wood and Paper Industries*. 2: 1, 22-7.. (In Persian)
- Ghofrani, M., Nori, H. and Rangavar, H., 2012. The comparative strength of two types of detachable joints in lateral force and fixed joint. *Iranian Journal of wood and paper science*, 27, No. 4, page. 619-634.
- Ghofrani, M. and Noori, H., 2002. Lateral holding strength of wooden dowel, screw and ready-to-assemble joints (RTA joints) constructed of Medium Density Fiberboard (MDF). *Tehran, Iranian Journal of Wood and Paper Science Research*. 02: 0,012-0.1. (In Persian)
- Kasal, A., 2008. Effect of the number of screws and screw size on moment capacity of furniture corner joints in case construction. *Forest products journal*, 58(6), 36.
- Maleki, S., Dalvand, M., Rostampur Haftkhani, A. and Faezipur, M., 2011, Investigating the adhesive type and dovetail height on stress bearing capacity in mitter joints made of particle board and mdf. *Journal of forest and wood products*.
- Maleki, S., Derikvand, M. Dalvand, M. and Ebrahimi, G.H., 2012. Load carrying capacity of mitered furniture چسب بیشتر می باشد. دلیل این امر را می توان به میزان مقاومت برشی، چسبندگی بالا و تحمل بار فوق العاده خط چسب اتصال های مونتاژ شده با چسب نسبت به نمونه های بدون چسب ربط داد. به طوری که چسب باعث پر کردن فضای خالی بین سطح اعضای اتصال شده و ظرفیت تحمل بار اتصال را در برابر نیروی وارد بر اعضای اتصال و اتصال دهنده افزایش می دهد ( Arbabi, 2014). نتایج این بخش نیز با تحقیقات گذشته مطابقت دارد. نتایج Arbabi (۲۰۱۴) نیز نشان داد که ظرفیت تحمل بار در اتصال با چسب بیشتر از اتصال بدون چسب است (Arbabi, 2014). طبق نتایج حاصل از مقادیر بارگذاری فشاری قطری، بیشترین مقدار بارگذاری فشاری قطری متعلق به سطح ۲ متغیر، اتصال جداشدنی فلزی دوزنقه ای است و دلیل آن هم به علت نوع ساختمان فیزیکی در این اتصال است که بر روی یکی از لبه های آن در قسمت داخل، پیچ تنظیمی تعبیه شده است که به هنگام اعمال نیرو در آزمون فشاری به عنوان یک تکیه گاه کمکی عمل می کند. نتایج با تحقیقات گذشته مطابقت دارد، زیرا مطابق با تحقیقات انجام شده، در اتصال جداشدنی فلزی دوزنقه ای مقدار شکست ایجاد شده در اثر حداکثر نیروی وارده بر جسم، باعث توزیع تنش در سطح وسیع تر گردیده و از تمرکز نیرو که سبب کاهش مقاومت اتصال است، جلوگیری می کند ( Ghofrani et al., 2002; Ebrahimi, 2007). اتصال جداشدنی پلاستیکی ساده، کمترین مقادیر بارگذاری فشاری و کششی قطری را از خود نشان داد. اتصالاتی که از پیچ خودکار (لولا) در ساخت آنها استفاده شده بود، مقادیر بارگذاری فشاری و کششی قطری بیشتری نسبت به پیچ MDF داشت. بنابراین انتظار می رود در ساخت مبلمان صفحه ای از اتصالات فلزی با پیچ خودکار (لولا) استفاده گردد. به طور کلی در مقایسه نتایج آزمون ها مشخص شد که در هر سه نوع اتصال جداشدنی، مقادیر بارگذاری کششی قطری بیشتر از بارگذاری فشاری قطری بوده است.

- furniture fasteners on bending moment resistance of corner joints. *Wood and Fiber Science*, 42(1): 92-98.
- Taghiyari, Hamid R., Ghofrani, M. and Arbabi Ghamsari F., 2016, Tension and compression strength of edge joints with V shape metal strips. *Iranian Journal of wood and paper science*, 31, No. 4, page. 621-633
  - Saar, K., Kers, J., Luga, U. and Reiska, A., 2015. Detachable connecting fittings failure loads on plywood furniture. *Polymer science*. 64, 1S, 113-117.
  - Simek, M., Haviarova, E. and Eckelman, C., 2010. The effect of end distance and number of ready-to-assemble corner joints with dovetail keys under diagonal tension load. *Turk J Agric For*, 36: 636-643

## Compression the tension strength properties of detachable joints in MDF and particleboard

M. Ghofrani<sup>1\*</sup> and A. Mohammadi<sup>2</sup>

1\*-Corresponding Author, Professor, Department of wood industries, Faculty of civil Engineering, Shahid Rajaei Teacher Training University, Tehran, Iran, Email: Ghofrani@srttu.edu

2- M.Sc., Student wood industries department, Faculty of civil Engineering, Shahid Rajaei Teacher Training University, Tehran, Iran

Received: Nov., 2018

Accepted: May, 2019

### Abstract

This study investigated the comparative tension and compression strength of detachable edge joints in MDF and particle boards. Five pieces of each samples were made in L shape with the size of 20\*20 cm according to D 1761 ASTM. Fittings were applied in three types: cross, hexagonal shape and plastic fitting with 2 types of counter sink and butt screw were used. The results showed that the highest value of tension strength was in cross shape metal joints and highest compression strength in hexagonal joints. Also the lowest strength of both tension and compression was observed in plastic joints. According to the results, the joints with counter sink screws had higher strength than butt screw, and the failure location in this samples was like crevice in the bottom of boards. The data showed that the tension strength of all three fittings were higher than compression strength. The highest values of tension stress was in MDF using glue and dowel, counter sink screw and cross shaped fitting and the lowest was in particle boards without dowel, butt screw and plastic strips. The highest value of compression stress was related to MDF with glue and dowel joint, hexagonal metal strip and counter sink screw, the lowest was seen in particle board without dowel, butt screw, and plastic strip.

**Keywords:** Detachable joint, Tension strength, Compression strength, MDF.