Archive of SID

تعیین مقاومت انفصالی اتصال منگنه ساخته‌شده با اعضای مختلف در قاب مبلمان راحتی

چکیده

هدف از این پژوهش بررسی تأثیر نوع اعضای اتصال (چوب رشته‌های توجیه‌دار، تخته چندلا و چوب صنوبر)، طول نفوذ منگنه (۱۲ و ۱۷ میلی‌متر) و حضور چسب (با چسب و بدون چسب) بر مقاومت انفصالی اتصال ساخته‌شده با منگنه در جهت عمود بر سطح و لبه بوده است. اعضای اصلی و فرعی نمونه‌های اتصال در حضور و عدم حضور چسب به‌وسیله یک اتصال‌دهنده منگنه به هم متصل شدند و تحت بارگذاری انفصالی در لبه و سطح قرار گرفتند. نتایج نشان دادند که اعضای اتصال، عمق نفوذ و حضور چسب تأثیر معنی‌داری بر مقاومت انفصالی اتصال ساخته‌شده با منگنه داشته‌اند. مقاومت انفصالی منگنه در جهت عمود بر سطح نسبت به اتصال‌های ساخته‌شده در جهت عمود بر لبه بیشتر بوده است. با افزایش طول نفوذ مقاومت انفصالی اتصال افزایش می‌یابد و مقاومت انفصالی اتصال‌های مونتاژ شده با حضور چسب نسبت به اتصال‌های مونتاژ شده بدون چسب بیشتر بود. اتصال‌های ساخته‌شده با چوب رشته‌های توجیه‌دار نسبت به دو نوع عضو دیگر عملکرد بهتری داشته است و در این میان اتصال ساخته‌شده با چوب صنوبر نسبت به تخته چندلا مقاومت بیشتری داشت. بالاترین میزان مقاومت انفصالی در جهت عمود بر سطح (N2326) و لبه (N1265) مربوط به اتصال‌های ساخته‌شده از چوب رشته‌های توجیه‌دار با حضور چسب و عمق نفوذ ۱۷ میلی‌متر بوده است.

واژگان کلیدی: چوب رشته‌های توجیه‌دار، مقاومت انفصالی، مبلمان راحتی، اتصال منگنه، چوب صنوبر.

صادق ملکی [۱]
سعید کاظمی نجفی [۲*]
قنبر ابراهیمی [۳]
محمد غفرانی [۴]

[۱] دانشجوی دکتری گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران

[۲] استاد گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران

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

[۴] دانشیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران

مسئول مکاتبات:
skazemi@modares.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۳/۱۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۷/۰۳

مقدمه

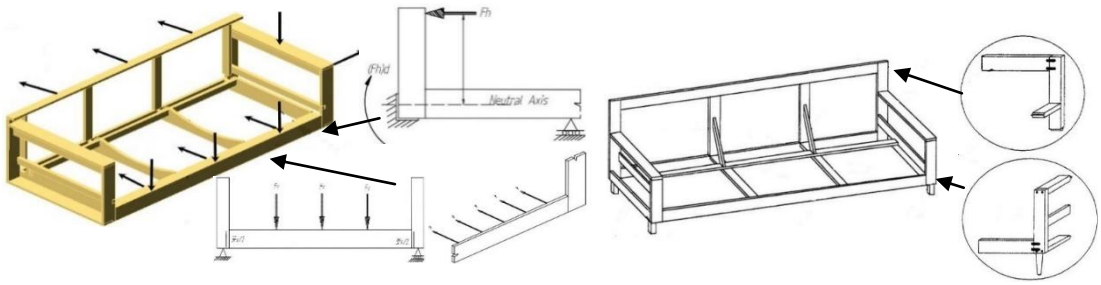
برای ساخت مبلمان راحتی بادوام، مقاوم، زیبا و ایمن داشتن اطلاعات درباره بارهای وارد بر سازه و نحوه توزیع آن‌ها در اجزاء سازه و اتصالات آن لازم است. ازاین‌رو، یکی از مهم‌ترین ملزومات در استفاده از اتصالات و اتصال‌دهنده در سازه‌های مبلمان راحتی محاسبه بارهای استاتیکی و دینامیکی بخصوص نیروهای محوری (کششی، فشاری)، برشی و خمشی می‌باشند [۱-۴]؛ بنابراین توجه به استحکام و دوام در کنار زیبایی و کارایی مبلمان راحتی دارای اهمیت فراوان است. همچنین مصرف‌کنندگان مبلمان ترجیح می‌دهند محکم‌ترین و بادوام‌ترین نوع مبلمان را مورداستفاده قرار دهند.

از مهم‌ترین اتصال‌های آسیب‌پذیر مورداستفاده در سازه مبلمان راحتی، اتصال گوشه‌ای سربه‌سر به‌صورت L و

www.SID.ir

Archive of SID

T شکل با انواع میخ‌ها، پیچ‌ها، پین چوبی، نبشی‌ها و به‌ویژه میخ منگنه‌ها هستند [۵-۹]. شکل ۱ اسکلت مبل راحتی سه نفره ساده با اتصالات L و T شکل زیر نیروهای وارده را نشان می‌دهد.



شکل ۱- اتصال گوشه‌ای L و T اسکلت مبلمان راحتی سه نفرهزیرنیروهای وارده [۳]

با توجه به جایگاه ویژه‌ی صنعت مبلمان راحتی در عصر حاضر و در جهت رفع نواقص موجود در طراحی و ساخت؛ به‌ویژه دستیابی به اطلاعات لازم برای محاسبات طراحی آن با توجه به صرفه‌جویی در مواد اولیه، زمان ساخت و بخصوص زیبایی سازه تلاش‌های پژوهشی فراوانی در مورد اتصال و اتصال‌دهنده‌های مختلف انجام شده است [۱۰-۱۳]. در این میان اتصال‌دهنده منگنه به دلیل سهولت در ایجاد اتصال و همچنین سرعت عمل بالا در ساخت، به‌طور گسترده‌ای در قاب مبلمان راحتی مورداستفاده قرار می‌گیرد و تلاش‌های پژوهشی مختلفی در مورد این نوع اتصال‌دهنده به انجام رسیده و یا در حال انجام است [۶]. بسیاری از پژوهشگران، پژوهش‌های خود را بر روی تأثیر اعضای اتصال، طول نفوذ و تعداد اتصال‌دهنده منگنه با چسب و بدون چسب متمرکز ساخته‌اند. نتیجه تحقیق Zhang و Skipper(۲۰۰۵) نشان داد که گونه‌های با دانسیته بیشتر مقاومت انفصالی بیشتری را برای اتصال منگنه ایجاد می‌کند و مقاومت انفصالی منگنه در جهت عمود بر الیاف بیشتر از جهت موازی با الیاف است. آن‌ها همچنین دریافتند که مقاومت انفصالی منگنه در هر دو جهت با افزایش قطر و عمق نفوذ منگنه به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد [۱۴]. نتایج پژوهش Wang و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که مقاومت انفصالی اتصال منگنه در OSB به دلیل داشتن پروفیل دانسیته یکنواخت‌تر بیشتر از تخته خرده چوب و تخته فیبر است [۱۵].Erdil و همکاران (۲۰۰۳) نشان داد که در تخته چندلا و OSB مقاومت انفصالی منگنه در جهت عمود بر سطح تقریباً ۵۰ درصد بیشتر از لبه است و توان نگه‌داری اتصال‌های ساخته‌شده از تخته چندلا بیشتر از اتصال‌های ساخته‌شده از OSB است و با استفاده از چسب مقاومت انفصالی اتصال دو برابر افزایش می‌یابد [۱۶]. در تحقیقی مشابه Wang و Knudson (۲۰۰۲) اثر تعداد اتصال‌دهنده منگنه بر مقاومت انفصالی اتصال‌های ساخته‌شده از تخته چندلا را بررسی کردند. آن‌ها گزارش کردند که اثر تعداد اتصال‌دهنده بر مقاومت انفصالی چشمگیر است [۱۷]. تحقیقات انجام‌شده توسط Demirel (۲۰۱۲) بر روی تعداد اتصال‌دهنده منگنه تعبیه‌شده در برابر بار برشی جانبی بر روی اتصال‌های مبلمان راحتی ساخته‌شده از OSB با دانسیته‌های مختلف مشخص کرد که با افزایش تعداد اتصال‌دهنده و دانسیته ظرفیت تحمل تنش برش جانبی افزایش می‌یابد [۱۸]. در همین زمینه Tu (۲۰۱۰) مقاومت انفصالی و ظرفیت تحمل تنش برش جانبی اتصال فاق زبانه تقویت‌شده با منگنه و چسب را در مبلمان راحتی ساخته‌شده از OSB و تخته چندلا بررسی کرد و نشان داد که مقاومت انفصالی و ظرفیت تحمل تنش برش جانبی ساخته‌شده با تخته چندلا نسبت به OSB بیشتر است. همچنین مشاهدات این پژوهشگر نشان داد که با استفاده از چسب و بخصوص اتصال‌دهنده منگنه ظرفیت تحمل تنش اتصال فاق زبانه افزایش می‌یابد [۱۹].

اخیراً، استفاده از فرآورده‌های چندسازه مهندسی‌شده چوب به دلیل تابیدگی کم، رفتار قابل پیش‌بینی، پایداری ابعاد بالا، عدم وجود عیب متمرکز (گره)، تولید تخته‌های با ابعاد بزرگ و استاندارد و کیفیت بالا فرآورده‌های لایه‌ای در مقایسه با چوب ماسیو باعث عرضه بیشتر این چندسازه

www.SID.ir

Archive of SID

چوبی ساختمانی در ساخت سازه‌های مبلمان شده است [۲۰-۲۲]. این چندسازه‌ها چند نوع مختلف از فرآورده‌ها را شامل می‌شوند که می‌توان به چوب چندسازه لایه‌ای LVL[1]، چوب رشته‌های لایه‌ای LSL[2]، چوب رشته‌های موازی PSL[3] و چوب رشته‌های توجیه‌دار OSL[4] اشاره نمود. از بین این فرآورده‌ها OSL نسبت به LVL و PSL به دلیل قیمت پایین‌تر و چون از مواد اولیه باکیفیت و ارزش کم و دیگرگونه‌های غیرقابل استفاده در صنایع دیگر ساخته می‌شوند، بیشتر موردتوجه قرارگرفته‌اند. لازم به ذکر است که فرایند تولید OSB و OSL شبیه هم هستند ولی سفتی و ظرفیت تحمل تنش اتصال و اتصال‌دهنده‌ها در OSL بیشتر از OSB است [۲۳]. در مقایسه با تخته چندلا و LVL، با توجه به این‌که تخته چندلا و LVL از اتصال لایه‌های چوبی حاصل می‌شوند امکان استفاده از مازاد لایه‌ها در تولید این فرآورده‌ها وجود ندارد؛ بنابراین استفاده از OSL در ساخت قاب‌های مبلمان راحتی نسبت به تخته چندلا و LVL می‌تواند هزینه تولید را کاهش داده و مزیت‌های بیشتری را به وجود آورد. درنتیجه می‌توان از این فرآورده‌های در مواردی که به مقاومت‌های بالا نیاز است، استفاده کرد و سازه‌ای با ظرفیت تحمل تنش بیشتر در برابر بارهای وارده نسبت به سایر فرآورده‌های چوبی ذکرشده به دست آورد. Wang (۲۰۰۷) بررسی اتصالات و اتصال‌دهنده‌های مورداستفاده در ساخت چندسازه‌های LSL و OSL را به‌عنوان مواد اولیه برای قاب سازه مبلمان راحتی پیشنهاد کرد [۲۴]. ازاین‌رو، در پژوهش حاضر با توجه به اهمیت اتصال‌دهنده منگنه و استفاده روزافزون آن در صنایع تولید مبلمان و در راستای نوآوری در کیفیت محصولات داخلی بخصوص صنعت مبلمان راحتی، مقاومت انفصالی این اتصال‌دهنده در ساخت اتصالات با چندسازه ساختمانی OSL ساخته‌شده از گونه چوبی صنوبر موردبررسی قرار گرفت و با اتصالات مشابه ساخته‌شده با چوب ماسیو و تخته چندلا صنوبر مقایسه شد.

مواد و روش‌ها

مواد

از چوب صنوبر گونه *Populus deltoides* برای تهیه اعضای چوبی اتصال و ماده اولیه ساخت OSL استفاده شد. تخته چندلا (۱۱ لایه) ساخته‌شده از گونه چوبی صنوبر با ضخامت اسمی ۱۸ میلی‌متر از کارخانه ارومیه تهیه گردید. از میخ منگنه دوپایه (شکل ۲ الف) با طول اسمی ۳ و ۳/۵ سانتی‌متر به‌عنوان اتصال‌دهنده استفاده شد. چسب مورداستفاده ساخت اتصالات از نوع پلی وینیل استات (PVAc) بود. چسب اوره فرمالدهید از کارخانه آبشینه در شهر قزوین برای ساخت OSL تهیه شد و پس از انتقال به آزمایشگاه، ویژگی‌های آن موردبررسی قرار گرفت. ویژگی‌های چسب پلی ونیل استات و اوره فرمالدهید در جدول ۱ آورده شده است.

تهیه اعضای اتصال چوبی

گرده‌بینه‌های صنوبر با استفاده از اره نواری عمودی شرکت بهسازان صنایع چوب ایران تبدیل به چهار تراش و تبدیل به الوار شدند. الوار راست‌تار و فاقد معایب رویشی انتخاب و سپس در کوره چوب خشک‌کنی همان شرکت تا رسیدن به رطوبت ۸ تا ۱۲ درصد خشک شدند. سپس اعضای اتصال با ابعاد موردنظر از الوار خشک‌شده تهیه شدند.

جدول ۱- مشخصات چسب‌های مصرفی

نوع چسب	مواد جامد (٪)	pH	زمان ژله‌ای شدن (ثانیه)	ویسکوزیته در دمای ۲۰°C(سانتی پوآز)	وزن مخصوص در دمای ۲۰°C
اوره فرم الدهید	۶۰	۷	۵۸	۳۲۰	۱/۲۷
پلی وینیل استات	۶۰	۵	-	-	۱/۰۸

1 Laminated Veneer Lumber
2 LaminetedStrand Lumber
3 Parallel Strand Lumber
4 Orinted Strand Lumber

www.SID.ir

Archive of SID

فرایند ساخت OSL

با استفاده از دستگاه تراشه گیر روکش‌های با ضخامت اسمی ۱ میلی‌متر از چوب صنوبر تهیه و با استفاده از خشک‌کن تونلی توسط فرش متحرک (توری سیمی) تا ۵ درصد خشک شدند. سپس لایه‌های تولیدشده توسط قیچی (گیوتین) به تراشه‌های با پهنای ۲ و طول ۱۵ سانتی‌متر بریده شدند. سپس تراشه‌ها در آون کارگاهی با دمای حدود ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۸ ساعت قرار داده شدند تا به رطوبت حدود ۱ تا ۲ درصد برسند. جهت چسب زنی تراشه‌ها، از یک دستگاه چسب زن استوانه‌ای استفاده شد. تراشه‌های چسب خورده با توجیه راستای طولی به‌صورت دستی در یک قالب ۵۰×۵۰ سانتی‌متر لایه‌ریزی شده و توسط دستگاه پرس آزمایشگاهی تحت دمای ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد و فشار ۵۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع به مدت ۱۰ دقیقه پرس شدند. نوع چسب مورداستفاده اوره فرم الدهید و مقدار مصرف آن ۱۰ درصد بر مبنای وزن خشک تراشه بود.

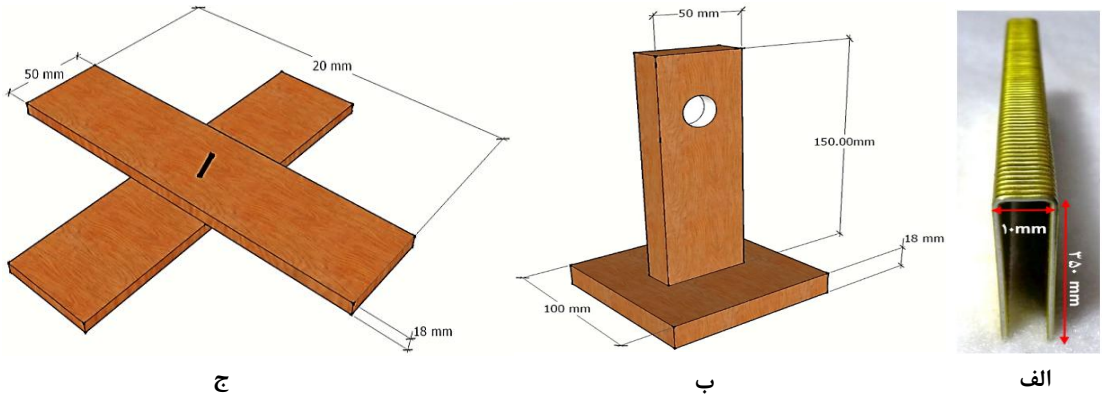
اندازه‌گیری دانسیته و خواص مکانیکی

دانسیته و خواص مکانیکی شامل مقاومت برشی موازی با الیاف، مدول الاستیسیته و مقاومت خمشی چوب صنوبر بر اساس استاندارد ASTM D ۱۴۳ اندازه‌گیری شدند. همچنین، دانسیته، مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته OSL و تخته چندلا بر اساس استاندارد ASTM D۱۰۳۷ تعیین مقاومت برشی موازی با الیاف OSL و موازی با سطح تخته چندلا به ترتیب مطابق با استانداردهای ASTM ۵۴۵۶ D و ISO۱۲۴۶۶ انجام شده است [۲۵-۲۸].

مقاومت انفصالی اتصال در سطح و لبه

برای به دست آوردن مقاومت انفصالی در لبه و سطح با اتصال‌دهنده منگنه دو اتصال مختلف مطابق شکل ۲ ب و ج ساخته شد. ابعاد اعضای اتصال مطابق با پژوهش Zhang و Quin (۲۰۱۰) در نظر گرفت شد [۷]. اتصال مربوط برای آزمون مقاومت انفصالی منگنه در جهت عمود بر لبه اتصال شامل دو عضو یک عضو افقی به ابعاد ۱۰×۱۰ سانتی‌متر و یک عضو قائم به ابعاد ۱۵×۵ سانتی‌متر بود ولی اتصال آزمون مقاومت انفصالی سطح دارای دو عضو به ابعاد ۲۰×۵ سانتی‌متر بود که از یک ماده برای هر دو عضو اتصال استفاده شد. در شکل ۴ نمائی از اتصال ساخته‌شده برای بررسی مقاومت انفصالی منگنه در جهت عمود بر سطح و لبه ارائه شده است.

برای سرهم کردن اعضاء اتصال از اتصال‌دهنده‌های میخ منگنه دوپایه با طول اسمی ۳ و ۳/۵ سانتی‌متر استفاده شد. همچنین برای تقویت کردن اتصال منگنه، در نیمی از اتصالات از چسب پلی ونیل استات (PVAc) استفاده شد. پس از انجام عملیات مونتاژ، نمونه‌های ساخته‌شده با چسب پلی وینیل استات برای سخت شدن چسب به مدت ۲۴ ساعت در دمای محیط قرار گرفتند. اتصالات به‌وسیله دستگاه آزمون مکانیکی مدل Zwick/Roell Z۱۵۰ مورد آزمون قرار گرفتند. سرعت بارگذاری۲/۵ mm/min مطابق با پژوهشZhang و Quin (۲۰۱۰) تنظیم شد [۷] و میزان نیروی حداکثر ((N) Pmax) موردنیاز برای شکست اتصالات اندازه‌گیری شد. شکل ۳ نحوه اعمال بار در هر دو حالت عمود بر سطح و لبه اتصال را نشان می‌دهد.



ج ب الف

شکل ۲- (الف) میخ منگنه دوپایه و اتصال‌های ساخته‌شده برای مقاومت انفصالی منگنه در جهت عمود بر لبه (ب) و عمود بر سطح (ج)

www.SID.ir

Archive of SID

الف) ب)

شکل ۳- نحوه اعمال بار در آزمون مقاومت انفصالی منگنه الف) جهت عمود بر لبه ب) عمود بر سطح

تجزیه‌وتحلیل آماری

برای تجزیه‌وتحلیل نتایج از آزمون فاکتوریل (۳ سطح نوع عضو اتصال×۲ سطح عمق نفوذ منگنه × دو سطح با و بدون چسب) در قالب طرح کاملاً تصادفی استفاده شد. درمجموع ۱۲ تیمار برای بررسی مقاومت انفصالی در سطح و ۱۲ تیمار نیز برای بررسی مقاومت انفصالی در لبه حاصل شد و در هر تیمار ۵ اتصال (تکرار) ساخته شد که در جدول ۱ متغیرهای موردبررسی آورده شده است.

جدول ۲- متغیرهای موردبررسی در آزمون مقاومت انفصالی اتصال منگنه

نوع اعضای اتصال	حضور چسب	نوع بارگذاری	طول نفوذ منگنه
چوب رشته‌های توجیه دار	با چسب	عمود بر سطح	۱۲
	بدون چسب	عمود بر لبه	۱۷
تخته چندلا	با چسب	عمود بر سطح	۱۲
	بدون چسب	عمود بر لبه	۱۷
چوب صنوبر	با چسب	عمود بر سطح	۱۲
	بدون چسب	عمود بر لبه	۱۷

آنالیز تجزیه واریانس دوطرفه برای تعیین اختلاف معنی‌داری بین تیمارها انجام شد و در صورت معنی‌داری از آزمون چند دامنه دانکن برای مقایسه و گروه‌بندی میانگین‌ها استفاده گردید. کلیه محاسبات آماری با نرم‌افزار SPSS انجام شد.

نتایج و بحث

جدول ۲ میانگین دانسیته و خواص مکانیکی OSL، چوب و تخته چندلا را نشان می‌دهد. بیشترین دانسیته و خواص مکانیکی در اعضای ساخته‌شده از OSL دیده می‌شود. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، در مقایسه با تخته چندلا، چوب صنوبر با توجه به دانسیته کمتر مقاومت برشی موازی با الیاف بیشتری دارد. آنالیز تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان می‌دهد که اثر مستقل حضور چسب، عمق نفوذ و نوع اعضای اتصال بر مقاومت انفصالی منگنه در جهت عمود بر سطح و لبه در سطح اعتماد ۹۵ درصد معنی‌دار بوده است. بر اساس همین جدول، اثر متقابل عوامل موردمطالعه، بر مقاومت انفصالی منگنه در جهت عمود بر سطح، معنی‌داری است اما اختلاف معنی‌داری در اثر متقابل آن‌ها در مقاومت انفصالی منگنه در جهت عمود بر لبه مشاهده نمی‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- دانسیته و برخی از ویژگی‌های مکانیکی اعضای اتصال

اعضای اتصال	دانسیته (g/cm^3)	MOE (GPa)	MOR (MPa)	برش خط چسب (N/mm^2)	برش موازی با الیاف (N/mm^2)
چوب رشته‌های توجیه دار	۰/۷۲	۱۶/۸	۱۲۴/۱	–	۷/۶
تخته چندلا عمود بر الیاف	۰/۴۸	۴/۳	۴۰/۴	۱/۸	–
تخته چندلا موازی بر الیاف	۰/۴۸	۵/۷	۵۵/۹	۲/۵	–
چوب صنوبر	۰/۴۳	۷/۶۵	۵۱/۰	–	۷

جدول ۴- جدول تجزیه واریانس مقاومت انفصالی منگنه در جهت عمود بر سطح و لبه.

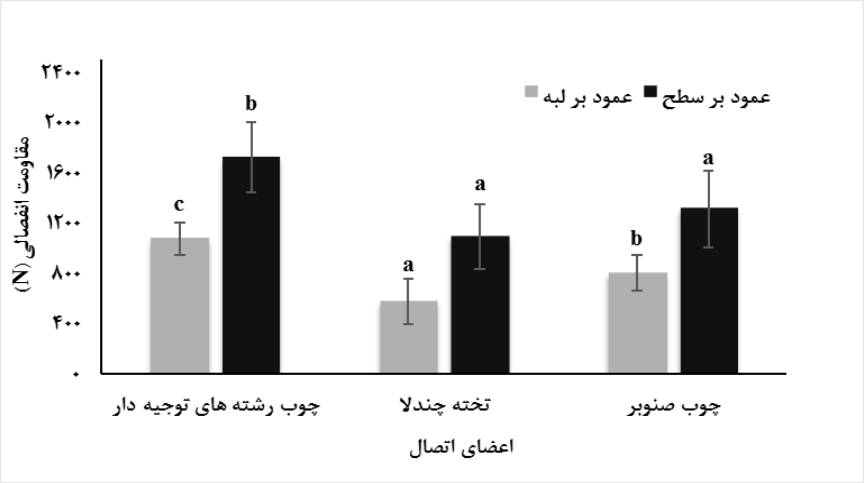
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	Sig
مقاومت انفصالی منگنه عمود بر سطح اتصال				
نوع چسب	۱	۵۸۲۸۲۰۰/۶۹	۱۰۰۶/۰۲	۰/۰۰۰
عمق نفوذ (mm)	۱	۱۳۱۳۶۹۸/۰۳	۲۲۶/۷۶	۰/۰۰۰
نوع اعضای اتصال	۲	۱۲۳۶۴۴۱/۱۹	۲۱۳/۴۳	۰/۰۰۰
حضور چسب× عمق نفوذ (mm)	۱	۱۴۷۸۴۰/۲۵	۲۵/۵۲	۰/۰۰۰
حضور چسب× نوع اعضای اتصال	۲	۱۰۷۷۵/۳۶	۱/۸۶	۰/۰۰۰
عمق نفوذ (mm)× نوع اعضای اتصال	۲	۶۶۲۳۵/۸۶	۱۱/۴۳	۰/۰۰۲
حضور چسب× عمق نفوذ (mm)× نوع اعضای اتصال	۲	۳۵۰۷۰/۲۵	۶/۰۵	۰/۰۰۱
مقاومت انفصالی منگنه عمود بر لبه اتصال				
نوع چسب	۱	۱۵۶۴۲۰/۲۵	۱۷/۷۶	۰/۰۰۰
عمق نفوذ (mm)	۱	۳۶۴۶۱۴/۶۹	۴۱/۳۹	۰/۰۰۰
نوع اعضای اتصال	۲	۷۴۴۷۹۰/۸۶	۸۴/۵۵	۰/۰۰۰
حضور چسب× عمق نفوذ (mm)	۱	۴۲۰/۲۵	۰/۰۵	۰/۸۲۹
حضور چسب× نوع اعضای اتصال	۲	۲۶۴۸/۰۸	۰/۳۰	۰/۷۴۳
عمق نفوذ (mm)× نوع اعضای اتصال	۲	۵۳۲۰/۱۹	۰/۶۰	۰/۵۵۵
حضور چسب× عمق نفوذ (mm)× نوع اعضای اتصال	۲	۶۷۵۹/۰۸	۰/۷۷	۰/۴۷۵

شکل ۴ تأثیر نوع اعضای اتصال بر مقاومت انفصالی منگنه در جهت عمود بر سطح و لبه اتصال را نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، مقاومت انفصالی اتصال‌ها ساخته‌شده از OSL از مقاومت انفصالی اتصال‌ها ساخته‌شده با تخته چندلا و چوب صنوبر بیشتر است که دلیل این مسئله را می‌توان دانسیته بیشتر و بافت متراکم‌تر و مقاومت برشی موازی با الیاف نسبت داد که باعث درگیری بیشتر منگنه در اعضای اتصال می‌شود.

شکل ۵ اتصال منگنه در OSL و تخته چندلا بعد از آزمون را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود در تخته چندلا منگنه از عضو اتصال بیرون کشیده شده است ولی در OSL منگنه تسلیم شده است (در بیش از ۶۰ درصد اتصالات ساخته‌شده با و بدون چسب). نتایج مذکور با یافته‌های Ebrahimi (۲۰۰۶)، Eckelman (۱۹۷۵) و Taj و همکاران (۲۰۰۹) هم‌خوانی دارد [۱۳،۱۲،۲]. این پژوهشگران مقاومت برشی و دانسیته را عامل اصلی مقاومت اتصال‌های ساخته‌شده با پیچ در برابر بار کششی دانسته‌اند.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴- اثر مستقل اعضای اتصال بر توان نگه‌داری در جهت عمود بر سطح و لبه

الف) **ب)**

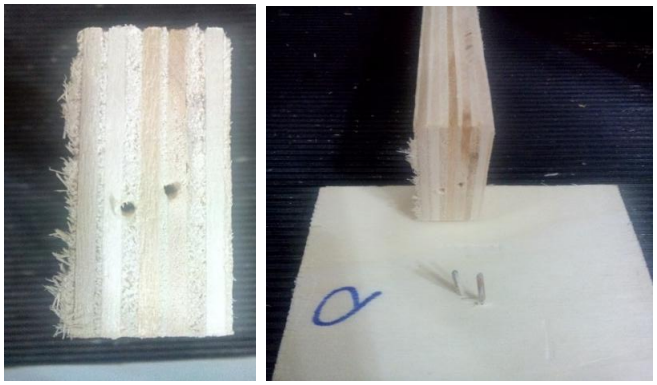
شکل ۵- اتصال منگنه بعد از آزمون، الف) تخته چندلا ب) OSL
همان‌طور که مشاهده می‌شود در OSL یکی از پایه‌های منگنه شکسته است.

مقایسه مقاومت انفصالی در سطح و لبه نیز نشان می‌دهد که مقاومت انفصالی منگنه در راستای عمود بر سطح بیشتر از راستای عمود بر لبه است. در راستای عمود بر سطح، منگنه از لایه‌های متوالی عبور کرده و هر لایه، در مقاومت به کشش مشارکت می‌کند. ولی نفوذ منگنه در راستای لبه اعضای اتصال اغلب در وسط ضخامت یا خط چسب صورت می‌گیرد؛ بنابراین منگنه در این راستا ممکن است بیش از یک یا دولایه را قطع نکند (شکل ۶). نتایج به‌دست‌آمده با یافته‌های Eckelman (۱۹۹۵)، Zhang و Quin (۲۰۱۰) و Erdil و همکاران (۲۰۰۳) نیز مطابقت دارد [۷،۳،۱۶].

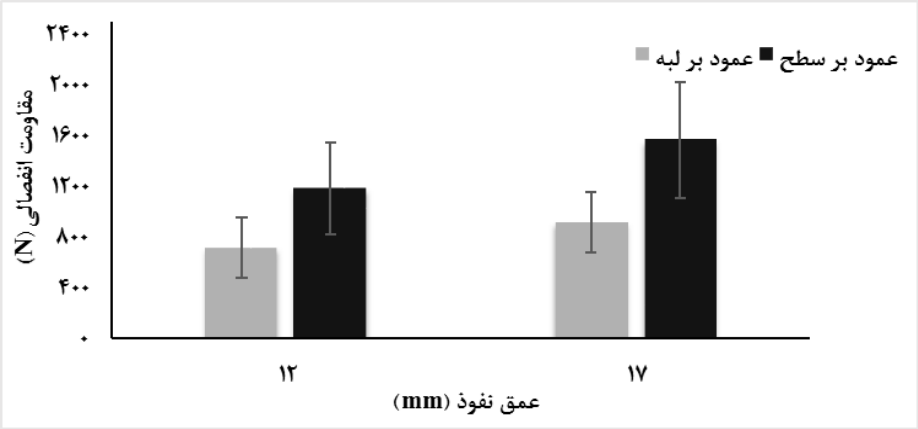
شکل ۷ تأثیر عمق نفوذ بر مقاومت انفصالی منگنه در جهت عمود بر سطح و لبه اتصال را نشان می‌دهد. با افزایش عمق نفوذ مقاومت انفصالی منگنه افزایش یافته است. میانگین مقاومت انفصالی منگنه با عمق نفوذ ۱۷ میلی‌متر نسبت به عمق نفوذ ۱۲ میلی‌متر در جهت عمود بر سطح و لبه به ترتیب ۳۲ و ۲۸ درصد بیشتر بود. دلیل این امر را می‌توان سطح تماس بیشتر اتصال‌دهنده و اعضای اتصال با افزایش عمق نفوذ منگنه دانست.Eckelman و همکاران (۲۰۰۸)،Zhang و Skipper(۲۰۰۵) و Maleki و همکاران (۲۰۱۳) نتایج مشابهی را در مورد اتصال‌های ساخته‌شده با عمق نفوذ بیشتر اتصال‌دهنده گزارش کردند [۸،۱۴،۴].

www.SID.ir

Archive of SID

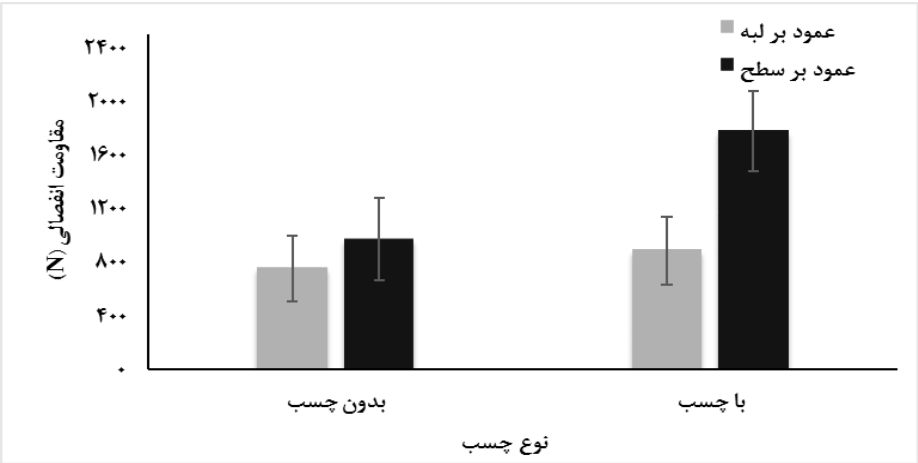


شکل ۶- نفوذ اتصال‌دهنده منگنه از یک لایه و خط چسب در جهت عمود بر لبه



شکل ۷- اثر مستقل عمق نفوذ بر مقاومت انفصالی در جهت عمود بر سطح و لبه

در شکل ۸ تأثیر چسب بر مقاومت انفصالی منگنه در جهت عمود بر سطح و لبه اتصال نشان داده شده است. مطابق شکل، میزان مقاومت انفصالی اتصال‌های ساخته‌شده با چسب نسبت به بدون چسب به ترتیب در جهت عمود بر سطح و لبه ۸۲ و ۱۷ درصد بیشتر بود.

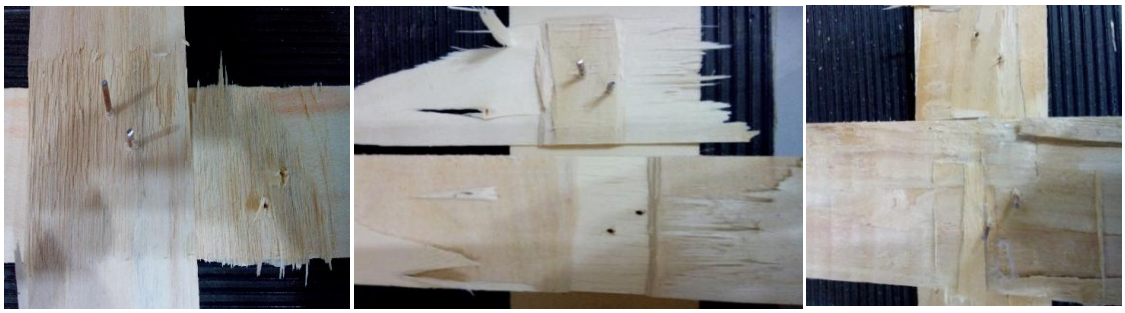


شکل ۸- اثر مستقل چسب بر مقاومت انفصالی در جهت عمود بر سطح و لبه

www.SID.ir

Archive of SID

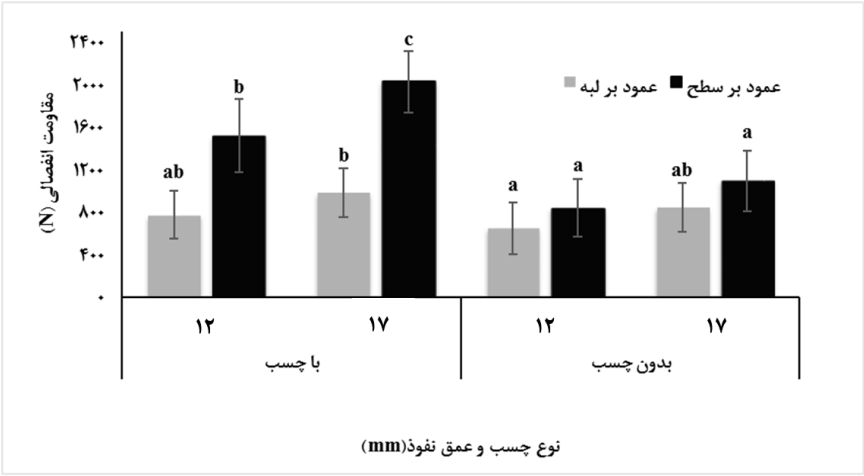
شکست اتصال‌های ساخته‌شده با چسب در جهت عمود بر سطح بیشتر در اعضای اتصال رخ داده است. دلیل این امر را می‌توان به مقاومت برشی، چسبندگی بالا و تحمل تنش خط چسب فوق‌العاده اتصال‌های مونتاژ شده با چسب نسبت به بدون چسب ربط داد که در شکل ۹ نشان داده شده است. درحالی‌که در اتصال‌های ساخته‌شده در جهت عمود بر لبه، شکست در خط چسب اتفاق افتاده است. ازاین‌رو، می‌توان عنوان کرد که چسب از طریق تخلخل داخل اعضای اتصال نفوذ می‌کند؛ این امر باعث کاهش حجم چسب و خط چسب در لبه اعضای اتصال می‌شود و نقش مهمی در کاهش استحکام اتصال دارد. ازآنجایی‌که تخریب سازه‌ی مبلمان ممکن است از شکست اتصالاتشان شروع شود، بنابراین هنگام استفاده از چسب برای مونتاژ اتصالات، ظرفیت تحمل تنش خط چسب بیشتر از تنش وارده شده که باعث افزایش چشمگیر مقاومت اتصالات می‌شود. نتایج مشابهی بر اساس یافته‌های Maleki و همکاران (۲۰۱۳)،Kahvand و همکاران (۲۰۱۵)،Altun و همکاران (۲۰۱۰)، Oktaee و همکاران (۲۰۱۳) گزارش شده است [۸،۹،۱۰،۱۱].



(الف) (ب) (ج)

شکل ۹- نمونه‌هایی از شکست اعضای اتصال‌های ساخته‌شده با چسب الف (OSL ب) تخته چندلا ج) چوب صنوبر

شکل ۱۰ اثر متقابل نوع چسب و عمق نفوذ بر مقاومت انفصالی منگنه در جهت عمود بر سطح و لبه را نشان می‌دهد. بیشترین میزان مقاومت اتصال (۲۰۳۰N) در جهت عمود بر سطح با چسب و ارتفاع ۱۷ میلی‌متر و کم‌ترین میزان مقاومت اتصال (۸۴۸N) در جهت عمود بر لبه اتصال بدون چسب با ارتفاع ۱۲ میلی‌متر مربوط است. با تغییر ارتفاع از ۱۲ به ۱۷ میلی‌متر، مقدار مقاومت انفصالی منگنه اتصال‌های ساخته‌شده با چسب و بدون چسب در جهت عمود بر سطح به ترتیب ۳۳ و ۳۰ درصد افزایش می‌یابد. همچنین، مقدار مقاومت انفصالی منگنه اتصال‌های ساخته‌شده با چسب و بدون چسب در جهت عمود بر سطح به ترتیب ۲۶ و ۲۹ درصد افزایش می‌یابد.

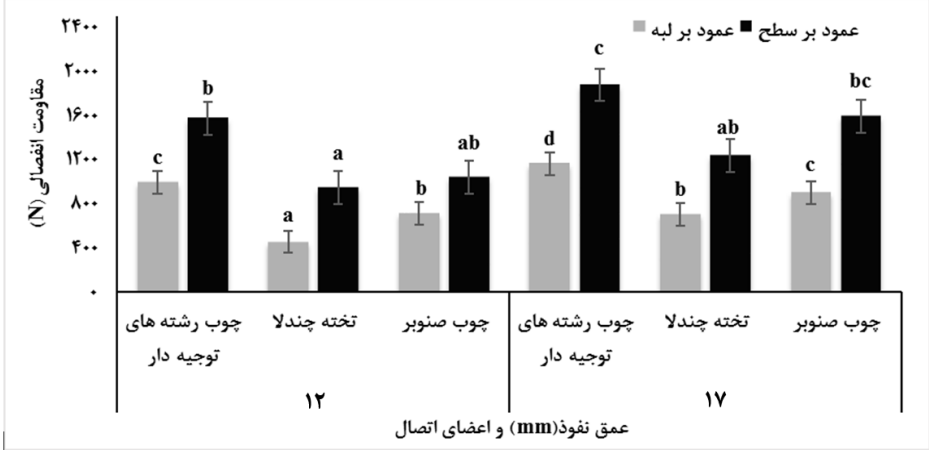


شکل ۱۰- اثرات متقابل چسب و عمق نفوذ بر مقاومت انفصالی در جهت عمود بر سطح و لبه

www.SID.ir

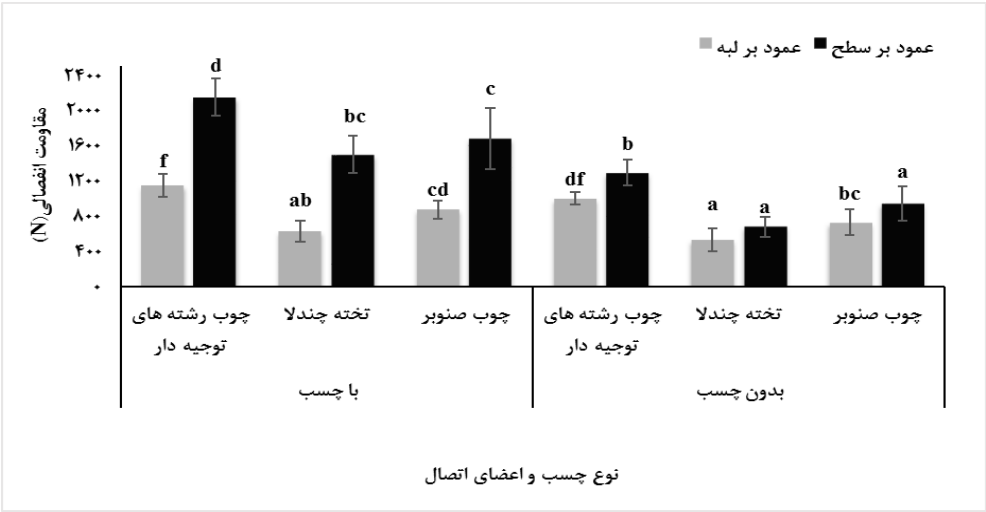
Archive of SID

اثر متقابل عمق نفوذ و نوع عضو اتصال بر مقاومت انفصالی منگنه در عمود بر سطح و لبه، در شکل ۱۱ نشان داده شده است. بیشترین میزان مقاومت (۱۸۷۳N) در OSL با ارتفاع ۱۷ میلی‌متر و کم‌ترین میزان مقاومت (۷۰۱N)، به تخته چندلا با ارتفاع ۱۲ میلی‌متر مربوط است. با تغییر عمق نفوذ از ۱۲ به ۱۷ میلی‌متر، مقدار مقاومت انفصالی به ترتیب در جهت عمود بر لبه OSL، تخته چندلا و چوب صنوبر ۱۷،۵۵ و ۲۶ درصد افزایش می‌یابد. همچنین، مقاومت انفصالی به ترتیب در جهت عمود بر سطح OSL، تخته چندلا و چوب صنوبر ۱۸، ۳۰ و ۵۳ درصد افزایش می‌یابد.



شکل ۱۱- اثرات متقابل عمق نفوذ و اعضای اتصال بر مقاومت انفصالی در جهت عمود بر سطح و لبه

شکل ۱۲ اثر متقابل نوع چسب و اعضای اتصال، بر مقاومت انفصالی منگنه را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، بیشترین میزان مقاومت به اتصال‌های ساخته‌شده از OSL با چسب در جهت عمود بر سطح و کم‌ترین میزان مقاومت، به اتصال‌های ساخته‌شده با تخته چندلا بدون چسب در جهت عمود بر لبه مربوط است.



شکل ۱۲- اثر متقابل چسب و اعضای اتصال بر مقاومت انفصالی در جهت عمود بر سطح و لبه

www.SID.ir

Archive of SID

میانگین مقاومت انفصالی اتصال‌های مونتاژ شده با چسب در جهت عمود بر لبه نسبت به اتصال‌های مونتاژ شده بدون چسب در OSL، تخته چندلا و چوب صنوبر به ترتیب ۱۵،۱۸ و ۱۹ درصد بیشتر بوده است. مقاومت انفصالی اتصال‌های مونتاژ شده با چسب در جهت عمود بر سطح نسبت به اتصال‌های مونتاژ شده بدون چسب در OSL، تخته چندلا و چوب صنوبر به ترتیب ۶۶، ۱۲۱ و ۷۸ درصد افزایش می‌یابد. مقاومت انفصالی اتصال‌های ساخته‌شده با چوب صنوبر در دو حالت با چسب و بدون چسب از تخته چندلا بیشتر است که دلیل این امر را می‌توان احتمالاً به بافت یکنواخت‌تر، چسب خوری بهتر و مقاومت برشی بیشتر چوب نسبت به تخته لایه نسبت داد.

نتیجه‌گیری

مقاوم‌سازی در علم مهندسی به معنای بالا بردن مقاومت یک سازه در برابر نیروهای وارده است که لازمه‌ی آن انتخاب مواد اولیه و اتصال‌دهنده‌های مناسب با مقاومت مشخص است. نتایج این پژوهش نشان داد که اتصال‌های ساخته‌شده با OSL، نسبت به گونه‌ی چوبی صنوبر و تخته چندلا دارای مقاومت انفصالی بیشتری بود. مقاومت انفصالی اتصال‌های ساخته‌شده با چوب صنوبر در دو حالت عمود بر سطح و لبه از تخته چندلا بیشتر است. درنتیجه در مقایسه با تخته چندلا،OSL ساخته‌شده از چوب صنوبر می‌تواند جایگزین مناسبی برای چوب ماسیو به‌عنوان مواد اولیه در ساخت قاب مبلمان راحتی باشد. ساخت OSL از گونه‌های تند رشد، چوب‌های کم‌ارزش و کم کیفیت و ضایعات چوبی نه‌تنها می‌تواند به مدیریت اصولی کاربرد چوب در کشور منجر شود بلکه می‌تواند یک ماده اولیه مناسب را در اختیار تولیدکنندگان مبلمان کشور قرار دهد که بتوانند مبلمان با کیفیت مناسب و بادوام را تولید نمایند. همچنین، تجزیه‌وتحلیل داده‌ها در این بخش نشان داد که مقاومت انفصالی اتصال‌های مونتاژ شده با چسب نسبت به اتصال‌های مونتاژ شده بدون چسب بیشتر بود و افزایش طول نفوذ باعث افزایش استحکام اتصال در هر دو جهت می‌شود. نهایتاً با توجه به آنچه در بالا گفته شد می‌توان چنین نتیجه‌گیری نمود که کارخانه‌ها و کارگاه های تولیدی درزمینه‌ی مبلمان می‌توانند با تغییرات جزئی در ابعاد اتصال‌دهنده و نوع ماده‌ی چوبی مورداستفاده به سازه‌ای بسیار مقاوم‌تر دست یابند. گواه این ادعا بخشی از نتایج در تحقیق حاضر است که حتی تغییر میلی‌متری در اندازه اتصال‌دهنده باعث افزایش چشمگیر مقاومت انفصالی منگنه شده است.

سپاسگزاری

این پژوهش با استفاده از ماشین‌آلات و همکاری جناب آقای عبدالهی ریاست محترم شرکت بهسازان صنایع چوب ایران و جناب آقای عیسی امینی پور مدیر شرکت دلتا مبل انجام شد که موجب نهایت تقدیر و سپاسگزاری است.

منابع

[1] Smardzewski, J., 2015. Furniture design, Springer International Publishing AG. Switzerland, 649p.

[2] Ebrahimi, Gh., 2006. Engineering design of furniture structure.Tehran University Publications, Tehran, 491p. (In Persian).

[3] Eckelman, C.A. and Zhang, J., 1995. Uses of the General Service Administration performance test method for upholstered furniture in the engineering of upholstered furniture frames. Holz als Roh- und Werkstoff, 53:261-267.

[4] Eckelman, C.A. and Erdil, Y., 2008. Joint Design Manual for Furniture Frames Constructed of Plywood and Oriented Strand Board. In: Proceedings of 1st International Furniture Congress Proceedings. October.14-17, Istanbul, p 266-268.

[5] Maleki, S., Faezipour, M., Ebrahimi, G.h, Faezipour, M. and Layeghi, M., 2012 .Investigation on bending moment resistance of L- shaped screwed cornerjoints constructed of plywood members. Iranian Journal of wood and paper Science Research, 27(4): 732 -742. (In Persian).

www.SID.ir

Archive of SID

[6] Dai, L, Zhang, J. and Quin, F., 2007. Lateral and tensile resistances of glued face-to-face and end-to-face joints in pine plywood and oriented strand board. Forest Product Journal, 58(3):50-54.

[7] Zhang, J .and Quin, F., 2010. Mechanical properties of five different commercially available OSB products for potential upholstery furniture frame stock. A report submitted to Franklin Furniture Institute, Mississippi State University. Retrieved from: http://www.ffi.msstate.edu/pdf/OSB_project_report.pdf

[8] Maleki, S., Dalvand, M., Haftkhani, A.R. and Faezipour, M., 2013. The effect of adhesive types and dovetail fitting height on stress carrying capacity of Miter Frame corner joints constructed of particleboard and Medium Density Fiberboard (MDF). Iranian Journal of Wood and Paper Industries, 66(2):203-214. (In Persian).

[9] Kahvand, M., Omrani, P. and Ebrahimi, G.h., 2013. Determination of bending moment resistance of T-type joints constructed with wood biscuit. Iranian Journal of Wood and Paper Industries, 5(2):47-58. (In Persian).

[10] Altun, S., Burdurlu, E. and Kılıc, M., 2010. Effect of adhesive types on the bending moment capacity of Miter frame corner joints. Bioresources, 5(3): 1473-1483.

[11] Oktaee. J., Ebrahimi, G.h., Layeghi. M., Ghofrani. M. and Eckelman, C.A., 2013. Bending moment capacity of simple and haunched mortise and tenon furniture joints under tension and compression loads. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 38: 291-297.

[12] Eckelman, C.A., 1975. Screw holding performance in Hardwoods and particleboard. Forest Product Journal, 25(6):30-36.

[13] Taj, M., Kazemi Najafi. S. and Ebrahimi, G., 2009. Withdrawal and lateral resistance of wood screw in beech, hornbeam and poplar. European Journal of Wood and Wood Products, 67: 135-140.

[14] Zhang, J. and Skipper, L., 2005.Load-withdrawal displacement characteristics of staples in selected hardwoods. Forest Product Journal, 55(2): 71-80.

[15] Wang, S., Salenikovich, A. and Mohammad,M., 2007. Localized density effects on fastener holding capacities in wood-based panels. Forest Product Journal, 57(2):103-109.

[16] Erdil, Y.Z., Zhang, J. and Eckelman, C.A., 2003. Staple holding strength of furniture frame joints constructed of plywood and oriented strand board. Forest Product Journal, 53(1):70-75.

[17] Wang, S. and R.M. Knudson., 2002. Suitability of oriented strand board for upholstered furniture technical analysis. Forintek report. Canadian forest service value-added. 64 pp.

[18] Demirel, S., 2012. Static and Fatigue Performance of Oriented Strand board as Upholstered Furniture Frame Stock. Ph.D Thesis, Mississippi State University.

[19] Tu, C., 2010. Tensile, moment, and torsional resistance evaluation and prediction of mortise-and-tenon joints in wood-based composites. Ph.D Thesis, Mississippi State University.

[20] Malanit, P., Barbu, M.C. and Frühwald, A., 2010. Physical and Mechanical Properties of Oriented Strand Lumber made from an Asian Bamboo (Dendrocalamus Asper Backer). European Journal of Wood Products, 69: 27-36.

[21] Vlosky, R.P. and Wu, Q., 2001. A brief look at raw material usage in the furniture and cabinet industries in the southern United States. Forest Product Journal, 51(9):25-29.

[22] Shmulsky, R. and Jones, P.D., 2011. Forest products and wood science. An introduction, Sixth Edition. John Wiley & Sons, New York, 670 p.

www.SID.ir

Archive of SID

[23] Meyer, K.l., 2001. Impact of strand geometry and orientation on mechanical properties of strand composites. Master's Thesis, Washington State University.

[24] Wang, X., 2007. Designing, modelling and testing of joints and attachment systems for the use of OSB in upholstered furniture frames. Doctor of Philosophy, University of British Columbia.

[25] Standard Test Methods for Small Clear Specimens of Timber. Annual Book of ASTM Standard, D 143. 2000.

[26] Standard Test Methods for Plywood - Bonding quality, part 1, Iso 12466, 1999.

[27] Standard Test Methods for Standard Specification for Evaluation of Structural Composite Lumber Products, Annual Book of ASTM Standard, D 5456, 2013.

[28] Standard Test Methods for Evaluating Properties of Wood-Base Fiber and Particle Panel Materials, ASTM D 1037. 1999.

www.SID.ir

Archive of SID

Determination of withdrawal resistance of staple joints constructed with various members of upholstered furniture

Abstract

The goal of this study was to investigate the effects of joints members type (oriented strand lumber, plywood and poplar wood), penetration deep of staple (12 and 17mm), and adhesives (with or without) on face and edge withdrawal resistance of joints fabricated with staple. The main and secondary members of experimental specimens were joined together by one staple and were tested under withdrawal load test of face and edge. The results showed that joint member, penetration deeps and adhesive significantly influence the withdrawal resistance. Staple withdrawal resistance in the face was higher than that in the edge. Staple holding resistance increased with the increase of penetration deep and the withdrawal resistance of joints fabricated by adhesive was higher than those without adhesive. The joints made by oriented strand lumber exhibited better performance than other two members and joints made with poplar wood had higher resistance than plywood joints. The highest face (2326N) and edge (1265N) withdrawal resistances were obtained from joints prepared from oriented strand lumber with adhesive and17mm penetration deep.

Key words: oriented strand lumber, withdrawal resistance, upholster furniture, staple joint, poplar wood.

S. Maleki[1]
S. Kazemi Najafi [2*]
Gh. Ebrahimi[3]
M.Ghofrani[4]

[1]Ph.D student, Department of wood and paper science and technology, Faculty of natural resources, Tarbiat Modares University, Noor, Iran

[2] Professor, Department of wood science and technology, Faculty of natural resources, Tarbiat Modares University, Noor, Iran

[3] Professor, Department of wood and paper science and technology, University of Tehran, Karaj, Iran

[4]Associate prof., Department of wood industry faculty of civil engineering, Shahid Rajaee teacher training university, Tehran, Iran

Corresponding author:
skazemi@modares.ac.ir

Received: 2016/06/03
Accepted: 2016/09/24

www.SID.ir