

ظرفیت تحمل تنش اتصال گوشه‌ای فارسی ساخته شده با کام و زبانه سیار زیر بار کششی و فشاری

محمد غفرانی^۱، محمد کهوند^۲ و حبیب نوری^۳

۱-دانشیار، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران

۲-فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد مهندسی منابع طبیعی - صنایع چوب، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران

۳- نویسنده مسئول، مسئول کارگاه و آزمایشگاه صنایع چوب، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران

پست الکترونیک: habibnoori@yahoo.com

تاریخ دریافت: شهریور ۱۳۹۳ تاریخ پذیرش: فروردین ۱۳۹۴

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی ظرفیت تحمل تنش اتصال‌های گوشه‌ای فارسی ساخته شده با کام و زبانه سیار زیر بار کششی و فشاری انجام شده است. در این تحقیق اتصال‌های ساخته شده از گونه‌های راش (*Fagus orientalis* L.) و نراد (*Abies alba*) با اتصال کام و زبانه سیار در دو سطح A ($1 \times 0.8 \times 3/5$ سانتی‌متر) و B ($2 \times 0.8 \times 3$ سانتی‌متر) و چسب پلی وینیل استات (PVAs) و پلی اورتان (PU) مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان دادند که ظرفیت تحمل تنش اتصال آزمون شده زیر بار فشاری بیشتر از ظرفیت تحمل تنش زیر بار کششی بوده است. البته ظرفیت تحمل تنش بیشتری در اعضای اتصال ساخته شده با ابعاد زبانه B نسبت به اعضای اتصال ساخته شده با ابعاد زبانه A مشاهده شده است. همچنین نتایج نشان دادند که اثر گونه چوبی و نوع چسب بر ظرفیت تحمل تنش اتصال معنی‌دار بوده و اتصالات ساخته شده از چوب راش و چسب پلی اورتان عملکرد بهتری داشته‌اند.

واژه‌های کلیدی: راش، نراد، ظرفیت تحمل تنش، اتصال گوشه‌ای، کام و زبانه سیار.

مقدمه

مهمترین اتصالات مورد استفاده در سازه مبلمان چوبی، اتصال گوشه‌ای فارسی و سر به سر هستند. ساخت اتصال گوشه‌ای فارسی و سر به سر با یک اتصال‌دهنده شیمیایی (چسب) به تنهایی کفایت نمی‌کند و به‌طور معمول برای مقاوم کردن این نوع اتصالات از اتصال‌دهنده‌های مانند دم چلچله، دوپل، قلیف، بیسکویت و زبانه سیار استفاده می‌شود (Maleki, et al., 2012). با توجه به اهمیت بحث اتصالات تحقیقات متعددی بر روی اتصالات و عوامل تأثیرگذار بر آن انجام شده است. Drikvand و همکاران (۲۰۱۳) اثر جنس اعضای کام زبانه سیار و طول نفوذ زبانه بر توان نگه‌داری

اتصالات را می‌توان ضعیف‌ترین قسمت سازه مبلمان تصور کرد، به طوری که می‌توان گفت اغلب موارد شکست در مبلمان ناشی از ضعف اتصالات بوده است تا به علل دیگر (Ebrahimi, 2007). یا به عبارت دیگر می‌توان گفت استحکام سازه مبلمان به‌طور مستقیم به نوع اتصال و اتصال‌دهنده مورد استفاده در آن بستگی دارد، یکی از مهمترین ملزومات در استفاده از اتصال و اتصال‌دهنده‌ها در سازه‌های مبلمان تجزیه و تحلیل بارهای وارده بر آنها به ویژه نیروهای محوری (کششی، فشاری)، برشی و خمشی می‌باشند. از

عملکرد بهتری داشته‌اند. همچنین این پژوهشگران عنوان کرده‌اند که ظرفیت لنگر خمشی اتصالاتی ساخته شده با گونه راش نسبت به اتصالاتی ساخته شده با گونه نراد بیشتر است.

با توجه به اهمیت اتصالات گوشه‌ای L شکل پژوهش‌های متعددی بر ظرفیت لنگر خمشی زیر بار کششی و فشاری انجام شده است. Oktaee و همکاران (۲۰۱۳) اثر شکل، طول و ضخامت زبانه بر ظرفیت تحمل تنش زیر بارگذاری کششی و فشاری در اتصالاتی گوشه‌ای L کام و زبانه را مورد بررسی قرار دادند. نتایج این پژوهشگر نشان داد، با افزایش طول و ضخامت زبانه ظرفیت تحمل تنش اتصالاتی کام و زبانه افزایش می‌یابد. همچنین مشاهدات این پژوهشگر نشان داد که ظرفیت تحمل تنش زیر بار فشاری بیشتر از کششی بوده و زبانه کوله‌دار نسبت به سه نوع زبانه دیگر ظرفیت تحمل تنش بیشتری داشته است. در همین زمینه Klic و همکاران (۲۰۰۹) نشان داده‌اند که بیشترین ظرفیت لنگر خمشی اتصال گوشه‌ای فارسی دم چلچله ساخته شده از چوب صنوبر زیر بارگذاری فشاری و کششی مربوط به چسب پلی وینیل استات است. Dalvand و همکاران (۲۰۱۲) اثر گونه چوبی و قطر دوپل را بر ظرفیت تحمل تنش زیر بارگذاری کششی و فشاری در اتصال گوشه‌ای فارسی و سربه‌سر را مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنان نشان داد که ظرفیت تحمل تنش اتصال آزمون شده زیر بار فشاری بیشتر از ظرفیت تحمل تنش زیر بار کششی است. همچنین ظرفیت تحمل تنش اتصال فارسی در دو حالت بارگذاری (کششی و فشاری) نسبت به اتصال سربه‌سر بیشتر بوده است. همچنین نتایج آنان نشان داد، با افزایش قطر دوپل میزان ظرفیت تحمل تنش در هر دو حالت بارگذاری افزایش می‌یابد. Maleki و همکاران (۲۰۱۳) اثر نوع چسب و ارتفاع دم چلچله بر ظرفیت تحمل تنش اتصال گوشه‌ای فارسی ساخته شده از تخته خرده چوب و تخته فیبر نیمه سنگین را مورد بررسی قرار دادند. نتایج این پژوهشگران نشان داد که ظرفیت تحمل تنش اتصالاتی مونتاژ شده با چسب CA نسبت به

اتصال را مورد بررسی قرار دادند. نتایج این پژوهشگران نشان داد، با افزایش طول نفوذ زبانه سیار، توان نگه‌داری اتصال افزایش می‌یابد. همچنین نتایج آنان نشان داد که گونه چوب مورد استفاده برای ساخت زبانه سیار اثر معنی‌داری بر توان نگه‌داری اتصال دارد. چون گونه چوب راش با سطحی صاف و مقاومت برشی موازی با الیاف بالا مناسب‌ترین چوب برای ساخت زبانه است. Aman و همکاران (۲۰۰۸) در بررسی‌های خود روی ظرفیت لنگر خمشی اتصال T شکل ساخته شده با زبانه سیار نشان دادند که ظرفیت لنگر خمشی اتصال ساخته شده با زبانه سیار از اتصال با دوپل چوبی بیشتر بوده ولی در مقایسه با اتصال کام زبانه مقاومت کمتری دارد. در تحقیقات انجام شده توسط Drekvand و همکاران (۲۰۱۳) به منظور بررسی شکل هندسی و ارتفاع زبانه و ضخامت درز چسب خوری بر ظرفیت لنگر خمشی اتصال T شکل کام زبانه سیار، این پژوهشگران دریافته‌اند که مناسب‌ترین شکل هندسی زبانه برای ساخت این اتصال، زبانه‌ای با سطح صاف و لبه‌های گرد است. همچنین آنان دریافته‌اند که ظرفیت لنگر خمشی اتصال ساخته شده با ضخامت درز چسب ۰/۴ میلی‌متر به طور قابل توجهی پایین‌تر از اتصالات ساخته شده با درز چسب ۰/۱ است. در همین رابطه، Drekvand (۲۰۱۱) نشان داد که با افزایش ضخامت، طول نفوذ و ارتفاع مقطع زبانه سیار ظرفیت لنگر خمشی به طور پیوسته افزایش می‌یابد. همچنین این پژوهشگر بیان کرد که اتصالات ساخته شده با چسب پلی‌اورتان ظرفیت لنگر خمشی بیشتری نسبت به اتصالات ساخته شده با چسب پلی‌وینیل استات از خود نشان داد. Kahvand و همکاران (۲۰۱۲) تأثیر گونه چوبی اعضای اتصال، تعداد اتصال‌دهنده، اندازه بیسکویت و نوع چسب بر ظرفیت لنگر خمشی اتصالاتی T شکل ساخته شده با اتصال بیسکوئیتی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج این بررسی نشان داد، با افزایش تعداد و اندازه بیسکویت ظرفیت لنگر خمشی اتصال افزایش یافته است. اتصالاتی ساخته شده با چسب پلی‌اورتان نسبت به اتصالاتی ساخته شده با چسب‌های پلی‌وینیل استات و اوره فرم‌آلدئید

تجزیه و تحلیل آن کمتر مورد بررسی قرار گرفته است. با توجه به اهمیت ظرفیت تحمل تنش اتصال در طراحی سازه میلمان با حفظ رعایت اصول طراحی مهندسی میلمان و همچنین پرکاربرد بودن اتصال کم و زبانه سیار به واسطه زیبایی و استحکام، بنابراین در این تحقیق ظرفیت تحمل تنش اتصال‌های گوشه‌ای فارسی ساخته شده با کام و زبانه سیار زیر بار کششی و فشاری مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش از دو گونه چوبی راش (*Fagus orientalis* L.) و نراد (*Abies alba*) استفاده شده است. گونه‌های چوبی از الوارهای راست تار که فاقد هر گونه معایب رشد بودند، انتخاب شدند. خواص مکانیکی و دانسیته گونه‌های اعضای اتصال مورد استفاده با تبعیت از استاندارد ASTM D 2395 و D 143 در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- خواص مکانیکی و دانسیته گونه‌های مورد استفاده در این پژوهش

گونه چوبی اعضا	دانسیته (g/cm ³)	مدول گسیختگی (MPa)	مدول الاستیسیته (MPa)	مقاومت برشی موازی با الیاف
نراد	۰/۴۶	۵۹/۶۷	۶۶۵۸	۳/۱ (Mpa)
راش	۰/۶۲	۱۲۳/۶۳۳	۱۱۶۸۰/۶۷	۱۳/۳

شمایی از ابعاد اتصال و اتصال‌دهنده ساخته شده در شکل ۱ نشان داده شده است.

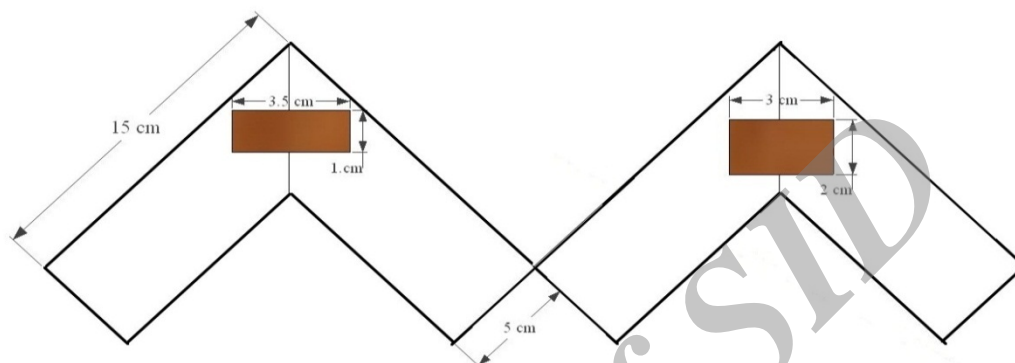
در مرحله چسب‌زنی، سطوح داخلی ایجاد شده به وسیله دستگاه کم کن و بعد سطوح زبانه سیار با چسب آغشته شدند و بعد عملیات مونتاژ انجام شد. از قطعه‌ای کاغذ مومی برای کاهش اثر چسبندگی اعضای اتصال به یکدیگر استفاده شد تا از ایجاد چسبندگی بین آنها جلوگیری شود. اتصالات ساخته شده به مدت ۲۴ ساعت به وسیله گیره‌های نجاری تحت فشار قرار گرفتند تا چسب به طور کامل عمل کرده و خشک شود. پس از انجام عملیات مونتاژ، نمونه‌ها در شرایط آزمایشگاهی به مدت یک هفته نگهداری شدند تا به

اتصال‌های مونتاژ شده با چسب PVAc و بدون چسب بیشتر بود. همچنین ظرفیت تحمل تنش بیشتری در اعضای اتصال ساخته شده از MDF نسبت به اعضای اتصال ساخته شده از تخته خرده چوب مشاهده شد. این پژوهشگران عنوان کردند، با افزایش ارتفاع دم چلچله، سطح تماس بین اعضای اتصال و اتصال‌دهنده بیشتر می‌شود، از این رو ظرفیت تحمل تنش اتصال افزایش می‌یابد. Atar و همکاران (۲۰۰۹) در بررسی‌های خود روی تأثیر نوع اتصال بر ظرفیت لنگر خمشی اتصال‌های گوشه‌ای L شکل ساخته شده با اتصال‌دهنده بیسکوئیتی نشان دادند که ظرفیت لنگر خمشی اتصال‌های ساخته شده با MDF بیشتر از تخته خرده چوب است و ظرفیت لنگر خمشی اتصال‌های فارسی بیشتر از اتصال‌های سربه‌سر است. همان‌طور که ملاحظه شد در تحقیقاتی که در مورد اتصالات انجام شده است بیشتر به ارزیابی کمی اتصالات پرداخته شده است و ظرفیت تحمل تنش اتصال و

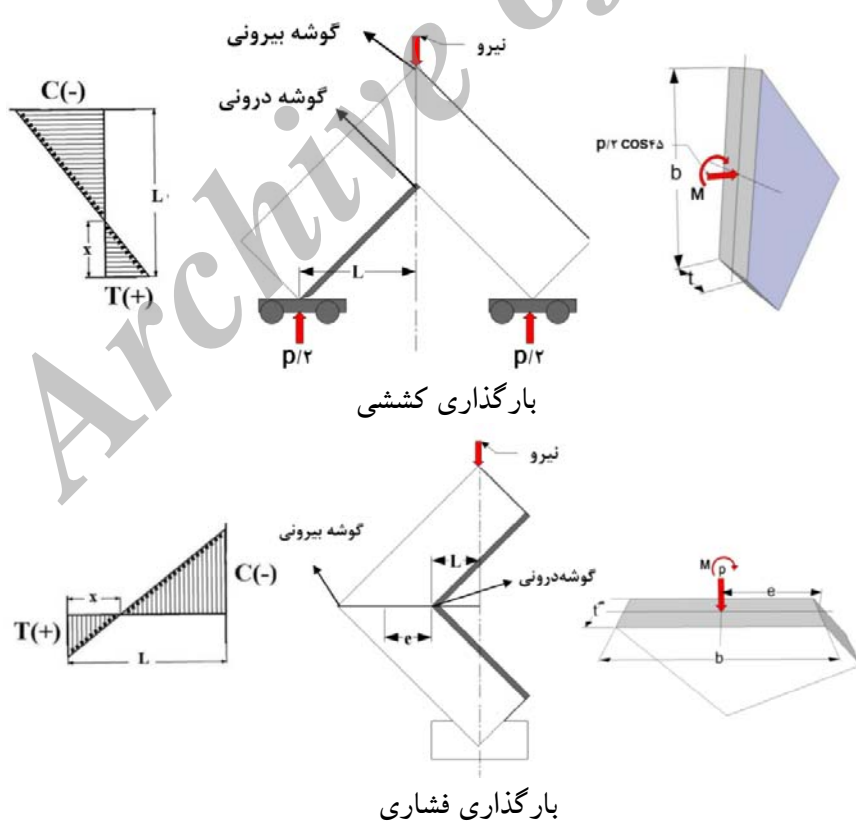
برای ساخت اعضای اتصال، الوارها به ابعاد ۵×۲/۵×۱۵ سانتی‌متر برش داده شدند. پس از اندازه بری، سر دو عضو برای اتصال فارسی با دستگاه فارسی بر، تحت زاویه ۴۵ درجه برش داده شدند. سپس تمامی اعضای اتصال به وسیله دستگاه کم کن، کم کنی شدند. زبانه سیار از گونه چوبی راش در دو سطح با ابعاد A (۳/۵ × ۱ × ۰/۸) سانتی‌متر) و B (۳ × ۲ × ۰/۸) سانتی‌متر) تهیه شد و از دو نوع چسب شامل چسب سفید نجاری (پلی وینیل استات (PVAc)) با مواد جامد ۵۵ درصد و دانسیته ۱/۰۸ g/cm³ و چسب پلی اورتان (PU) با درصد مواد جامد ۹۵ درصد و دانسیته ۱/۳ g/cm³ برای مونتاژ اعضای اتصال استفاده شد.

همکاران (۲۰۰۴) ۵ mm/min تنظیم شد. در شکل ۲ نحوه بارگذاری بر روی آزمون‌ها در هر دو حالت بارگذاری کششی و فشاری و در شکل ۳ نمونه‌ای از فرم شکست آزمون‌ها نشان داده شده است.

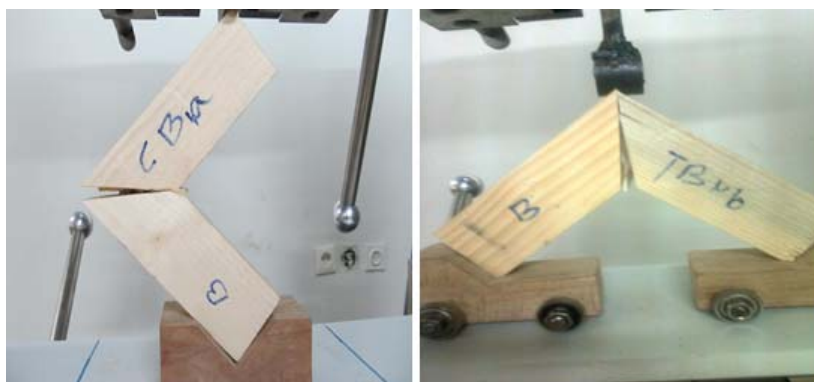
رطوبت تعادل محیط برسند. نمونه‌ها به وسیله دستگاه آزمون مکانیکی مدل Zwick/Roell Z ۱۵۰ تحت بارگذاری کششی و فشاری قرار گرفتند. سرعت بارگذاری مطابق تحقیق‌های Eckelman و



شکل ۱- شمایی از اتصال‌های ساخته شده



شکل ۲- آرایش بارگذاری تعیین ظرفیت تحمل تنش زیر بار کششی و فشاری



شکل ۳- نمونه‌ای از نحوه شکست آزمون زیر بار کششی و فشاری

برای محاسبه تنش مرکب در گوشه داخلی و بیرونی اتصال L شکل از روابط زیر استفاده شد (Dalvand, et al., 2012):

تنش در حالت بارگذاری کششی

$$\text{تنش در گوشه داخل اتصال} = \sigma_b - \sigma_a = \frac{3PL}{tb^2} - \frac{P \cos 45}{2bt} \quad (۱)$$

$$\text{تنش در گوشه بیرونی اتصال} = -(\sigma_b + \sigma_a) = -\left[\frac{3PL}{tb^2} + \frac{P \cos 45}{2bt} \right] \quad (۲)$$

در این فرمول:

σ_b = تنش خمشی (MPa)

σ_a = تنش محوری (MPa)

P = نیرو (N)

L = در بارگذاری کششی ۷۰/۷۱ mm - در بارگذاری فشاری ۳۵/۳۵ mm

t = ضخامت عضو اتصال (mm)

b = عرض عضو اتصال (mm)

تنش در حالت بارگذاری فشاری

$$\text{تنش در گوشه داخل اتصال} = -(\sigma_b + \sigma_a) = -\left[\frac{6P \left(L + \frac{b\sqrt{2}}{2} \right)}{tb^2} + \frac{P \cos 45}{bt} \right] \quad (۳)$$

$$\text{تنش در گوشه بیرونی اتصال} = \sigma_b - \sigma_a = \frac{6P \left(L + \frac{b\sqrt{2}}{2} \right)}{tb^2} - \frac{P \cos 45}{bt} \quad (۴)$$

برای هر یک از آزمون‌های کشش و فشار به‌طور جداگانه ۸ تیمار و برای هر تیمار ۵ تکرار در نظر گرفته شد. همچنین نتایج حاصل با نرم‌افزار SPSS و بر اساس طرح فاکتوریل تحلیل آماری شدند و برای مقایسه میانگین‌ها از روش دانکن استفاده شده است.

نتایج

مقادیر تنش مرکب وارد بر گوشه داخلی و بیرونی اتصال در جدول ۱ نشان داده شده است، در بارگذاری فشاری

بیشترین مقدار تنش مرکب مربوط به گوشه داخلی و در بارگذاری کششی مربوط به گوشه بیرونی است. مقادیر تنش مرکب در بارگذاری فشاری بیشتر از بارگذاری کششی بود و اتصال در حالت فشاری قدرت تحمل تنش بیشتری نشان داد. البته مقدار اختلاف تنش بیرونی و داخلی در بارگذاری کششی کمتر از اختلاف تنش بیرونی و داخلی در بارگذاری فشاری بود.

جدول ۲ نتایج تجزیه واریانس اتصال در حالت بارگذاری فشاری را نشان می‌دهد.

جدول ۱- میانگین مقادیر تنش مرکب وارد بر گوشه داخلی و بیرونی اتصال در حالت بارگذاری فشاری و کششی

تنش مرکب (بارگذاری فشاری) (Mpa)		تنش مرکب (بارگذاری کششی) (Mpa)		نوع	ابعاد	نوع گونه
				چسب	زبانه	اعضا
گوشه داخلی	گوشه بیرونی	گوشه داخلی	گوشه بیرونی			
۸/۵۶ (۴/۱۹)a	۹/۹۶ (۴/۸۷)a	۵/۱۰ (۱/۴۸) ab**	۴/۴۰ (۱/۲۵) * ab	PVA	A	
۱۰/۸۷ (۲/۶۰)ab	۱۲/۶۵ (۳/۰۳) ab	۵/۹۹ (۱/۶۰) ab	۵/۱۴ (۱/۳۷) ab	PU		راش
۱۱/۲۰ (۵/۶۳)ab	۱۳/۰۳ (۶/۵۵) ab	۶/۰۰ (۲/۷۷) ab	۵/۱۵ (۲/۳۸) ab	PVA	B	
۱۳/۸۶ (۱/۴۷)b	۱۶/۱۸ (۱/۷۲)b	۶/۷۴ (۱/۸۱)b	۵/۷۸ (۱/۵۶)b	PU		
۷/۴۵ (۳/۷۰) a	۸/۶۸ (۴/۳۱)a	۳/۳۵ (۱/۵۱) a	۲/۸۸ (۱/۳۰) a	PVA	A	
۱۰/۲۲ (۱/۱۰)ab	۱۱/۸۹ (۱/۲۸) ab	۴/۷۸ (۰/۸۳) ab	۴/۱۱ (۰/۷۱) ab	PU		نراد
۸/۹۸ (۱/۶۰)ab	۱۰/۴۵ (۱/۸۷) ba	۵/۰۶ (۲/۴۲) ab	۴/۳۵ (۲/۰۸) ab	PVA	B	
۱۲/۰۵ (۱/۱۲)ab	۱۴/۰۲ (۱/۳۰) ab	۶/۲۴ (۱/۷۹) ab	۵/۳۶ (۱/۵۴) ab	PU		

** : اعداد داخل پرانتز انحراف معیار تیمارها را نشان می‌دهند.

** : گروه بندی دانکن را نشان می‌دهد.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس در حالت بارگذاری فشاری

Sig	F	میانگین مربعات		درجه آزادی	منابع تغییرات
		تنش بیرونی	تنش درونی		
۰/۰۳*	۱/۷۴	۱۶/۷۲	۲۲/۹۷	۱	گونه اعضا
۰/۰۵*	۴/۲۰	۴۰/۳۹	۵۵/۲۶	۱	ابعاد زبانه
۰/۰۳*	۱/۱۳	۱۰/۸۷	۱۵/۰۶	۱	نوع چسب
۰/۶۱	۰/۲۷	۲/۵۸	۳/۶۵	۱	گونه اعضا* ابعاد زبانه
۰/۲۴	۱/۴۵	۱۳/۹۳	۱۹/۲۰	۱	گونه اعضا* نوع چسب
۰/۲۲	۱/۵۶	۱۵/۰۰	۲۰/۰۲	۱	ابعاد زبانه* نوع چسب
۰/۱۷	۱/۹۹	۱۹/۱۴	۲۶/۳۰	۱	گونه اعضا* ابعاد زبانه* نوع چسب

** : معنی داری در سطح اعتماد ۹۵ درصد

درصد سطح معنادار مشاهده نشد. اثر مستقل گونه چوب اعضای اتصال بر ظرفیت تحمل تنش اتصال زیر بار فشاری

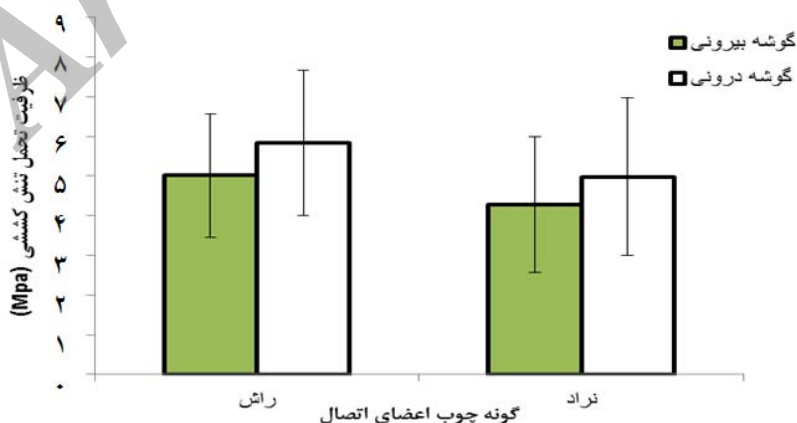
همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، اثر مستقل گونه چوب بر ظرفیت تحمل تنش مرکب اتصال زیر بار فشاری معنی‌دار بوده است. نمودار ۱ تأثیر مستقل گونه چوب اعضای اتصال بر ظرفیت تحمل تنش زیر بار فشاری را نشان می‌دهد. ظرفیت تحمل تنش در اتصالات ساخته شده با گونه راش ۱۵ درصد بیشتر از گونه نراد بوده است.

طبق این جدول در سطح ۵ درصد اثر مستقل گونه اعضای اتصال، ابعاد زبانه سیار و نوع چسب در حالت بارگذاری کششی معنادار بوده است و هیچ‌گونه معناداری بین اثر متقابل متغیرهای مورد بررسی در سطح ۵ درصد مشاهده نشد. جدول ۳ نیز نتایج تجزیه واریانس اتصال در حالت بارگذاری کششی نشان داده شده است. اثر مستقل گونه اعضای اتصال، ابعاد زبانه سیار و نوع چسب در حالت بارگذاری کششی در سطح ۵ درصد معنادار بوده ولی بین اثر متقابل هیچ‌یک از متغیرهای مورد بررسی در سطح ۵

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس در حالت بارگذاری کششی

Sig	F	میانگین مربعات		درجه آزادی	منابع تغییرات
		تنش بیرونی	تنش درونی		
۰/۰۲*	۱/۷۰	۵/۷۹	۴/۳۲	۱	گونه اعضا
۰/۰۲*	۲/۱۲	۱۱/۵۸	۸/۴۷	۱	ابعاد زبانه
۰/۰۴*	۲/۱۱	۰/۳۹	۰/۲۸	۱	نوع چسب
۰/۳۴	۰/۹۳	۳/۱۷	۲/۳۸	۱	گونه اعضا* ابعاد زبانه
۰/۶۱	۰/۲۶	۰/۹۴	۰/۶۶	۱	گونه اعضا* نوع چسب
۰/۱۷	۲/۰۱	۷/۰۴	۵/۱۰	۱	ابعاد زبانه* نوع چسب
۰/۳۵	۰/۸۹	۳/۰۷	۲/۲۹	۱	گونه اعضا* ابعاد زبانه* نوع چسب

*: معنی‌داری در سطح اعتماد ۹۵ درصد



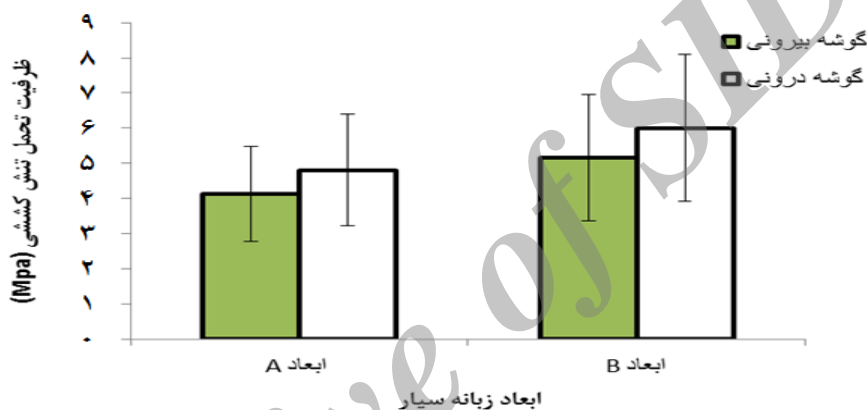
نمودار ۱- اثر مستقل گونه چوب اعضای اتصال، بر ظرفیت تحمل تنش اتصال زیر بار فشاری

اثر مستقل ابعاد زبانه سیار بر ظرفیت تحمل تنش اتصال زیر بار فشاری

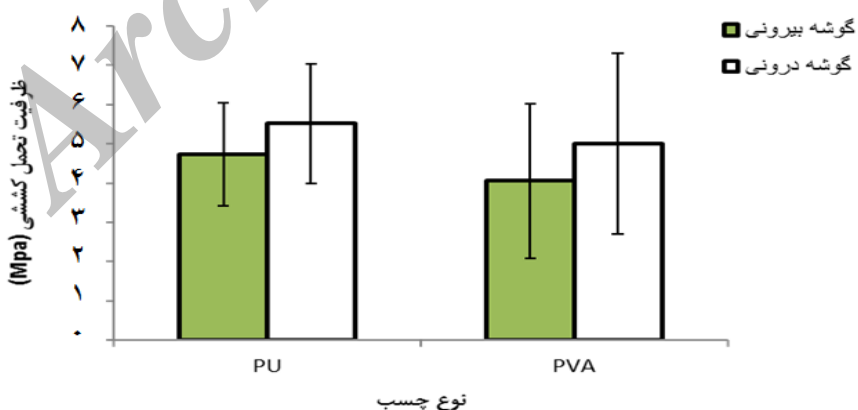
بر اساس جدول ۲، اثر مستقل ابعاد زبانه سیار بر ظرفیت تحمل تنش مرکب اتصال زیر بار فشاری معنی دار بوده است. نمودار ۲، تأثیر مستقل ابعاد زبانه سیار بر ظرفیت تحمل تنش زیر بار فشاری را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج به دست آمده ظرفیت تحمل تنش مرکب اتصال‌های ساخته شده با زبانه به ابعاد B، ۲۵ درصد بیشتر از ظرفیت تحمل تنش مرکب اتصال‌های ساخته شده با زبانه به ابعاد A است.

اثر مستقل نوع چسب بر ظرفیت تحمل تنش اتصال زیر بار فشاری

بر اساس جدول ۲، اثر مستقل نوع چسب بر ظرفیت تحمل تنش اتصال معنی دار است. نمودار ۳ تأثیر مستقل نوع چسب بر ظرفیت تحمل تنش زیر بار فشاری را نشان می‌دهد. بر اساس این نمودار بیشترین میزان ظرفیت تحمل تنش مربوط به اتصال‌های ساخته شده با چسب پلی اورتان است که نسبت به چسب پلی وینیل استات ۱۱ درصد بیشتر است.



نمودار ۲- اثر مستقل ابعاد زبانه سیار، بر ظرفیت تحمل تنش اتصال زیر بار فشاری



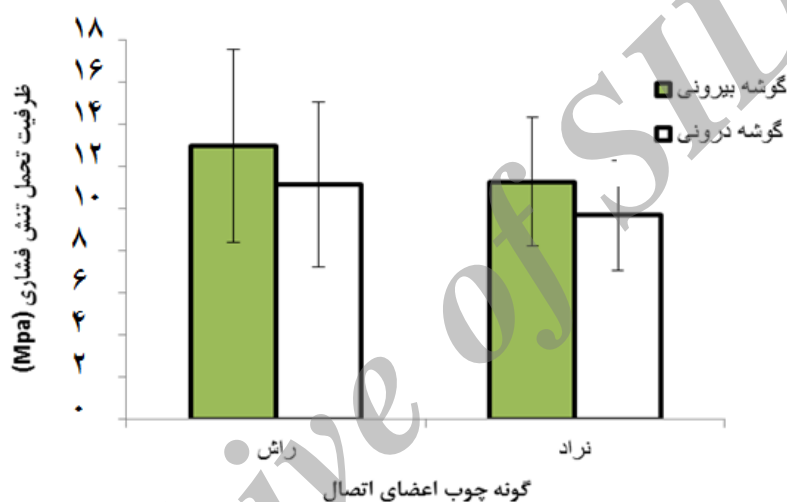
نمودار ۳- اثر مستقل نوع چسب، بر ظرفیت تحمل تنش اتصال زیر بار فشاری

اثر مستقل گونه چوب اعضای اتصال بر ظرفیت تحمل تنش اتصال زیر بار کششی

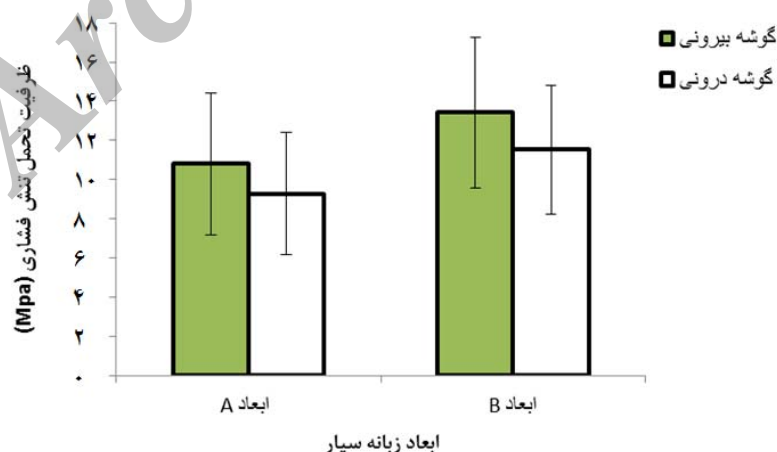
همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، اثر مستقل گونه چوب بر ظرفیت تحمل تنش مرکب اتصال زیر بار کششی معنی‌دار بوده است. نمودار ۴ تأثیر مستقل گونه چوب اعضای اتصال بر ظرفیت تحمل تنش زیر بار کششی را نشان می‌دهد. البته ظرفیت تحمل تنش در اتصالات ساخته شده با گونه راش ۱۷ درصد بیشتر از گونه نراد بوده است.

اثر مستقل ابعاد زبانه سیار بر ظرفیت تحمل تنش اتصال زیر بار کششی

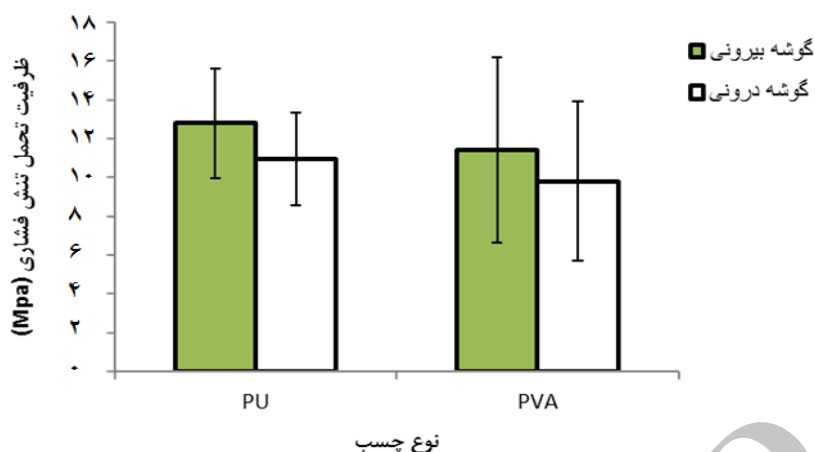
بر اساس جدول ۳، اثر مستقل ابعاد زبانه سیار بر ظرفیت تحمل تنش مرکب اتصال زیر بار کششی معنی‌دار است. نمودار ۵، تأثیر مستقل ابعاد زبانه سیار بر ظرفیت تحمل تنش زیر بار کششی را نشان می‌دهد. ظرفیت تحمل تنش مرکب اتصالات ساخته شده با زبانه به ابعاد B، ۲۴ درصد بیشتر از ظرفیت تحمل تنش مرکب اتصالات ساخته شده با زبانه به ابعاد A است.



نمودار ۴- اثر مستقل گونه چوب اعضای اتصال، بر ظرفیت تحمل تنش اتصال زیر بار کششی



نمودار ۵- اثر مستقل ابعاد زبانه سیار، بر ظرفیت تحمل تنش اتصال زیر بار کششی



نمودار ۶- اثر مستقل نوع چسب، بر ظرفیت تحمل تنش اتصال زیر بار کششی

هم‌خوانی دارد. این پژوهشگران ضعف اتصال در برابر تنش کششی را عامل اصلی کمتر بودن مقاومت اتصال‌های ساخته شده زیر بار کششی نسبت به فشاری عنوان کرده‌اند. تأثیر عوامل متغیر به‌کاررفته در این بررسی نشان داد که اتصال‌های ساخته شده با گونه چوبی راش به علت مقاومت برشی موازی با الیاف و دانسیته بیشتر نسبت به گونه چوبی نراد ظرفیت تحمل تنش بیشتری داشته‌اند (جدول ۱). ظرفیت تحمل تنش اعضای اتصال ساخته شده از گونه چوبی نراد کمتر از تنش‌های وارده شده است که این امر باعث شکستگی و افت مقاومت اتصال شده است. همچنین می‌توان عنوان کرد که گونه چوبی راش به علت ساختار همگن‌تر و متراکم‌تر در مقایسه با نراد در هنگام برش سطوح صاف‌تری دارد که باعث چسبندگی بهتر بین اعضای اتصال و اتصال‌دهنده شده و در نتیجه باعث مقاومت اتصال‌های ساخته شده با گونه راش شده است. نتایج مشابهی در یافته‌های Kahvand و همکاران (۲۰۱۳)، Drikvand و همکاران (۲۰۱۳) و Dalvand و همکاران (۲۰۱۲) به‌دست آمده است. همچنین، ظرفیت تحمل تنش اتصال‌های مونتاژ شده با چسب پلی‌اورتان در مقایسه با اتصال‌های مونتاژ شده با چسب پلی‌وینیل استات بیشتر بود که علت این امر را می‌توان به ماهیت چسب پلی‌اورتان نسبت داد. گیرایی چسب پلی‌اورتان به واسطه واکنش‌های شیمیایی بین چوب و چسب

اثر مستقل نوع چسب بر ظرفیت تحمل تنش اتصال زیر بار کششی

بر اساس جدول ۳، اثر مستقل نوع چسب بر ظرفیت تحمل تنش اتصال معنی‌دار بوده است. نمودار ۶ تأثیر مستقل نوع چسب بر ظرفیت تحمل تنش زیر بار کششی را نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، بیشترین میزان ظرفیت تحمل تنش مربوط به اتصال‌های ساخته شده با چسب پلی‌اورتان می‌باشد که نسبت به چسب پلی‌وینیل استات ۱۳ درصد بیشتر می‌باشد.

بحث

نتایج به‌دست آمده در این پژوهش به‌خوبی اهمیت عوامل مؤثر ابعاد زبانه سیار، نوع چسب و گونه چوبی اعضای اتصال بر ظرفیت تحمل تنش اتصال‌های ساخته شده با زبانه سیار زیر بارگذاری کششی و فشاری را اثبات می‌کند. نتایج این پژوهش نشان داد که ظرفیت تحمل تنش اتصال‌های ساخته شده با کام و زبانه سیار در حالت بارگذاری فشاری نسبت به بارگذاری کششی بیشتر بوده است. علت این امر را می‌توان به خروج زبانه از کام و شکست اعضای اتصال در بارگذاری کششی نسبت داد. نتایج به‌دست آمده در این قسمت با یافته‌های Oktaee و همکاران (۲۰۱۳) و Dalvand و همکاران (۲۰۱۲)

- of mortise and loose tenon joints on beech wood, Wood and paper science and technology, Thesis, School of Natural Resources, Tehran University.
- Derikvand, M., Ebrahimi, G.h. and Eckelman, C.A., 2013. Effect of shoulder thickness on bending moment capacity of mortise and loose tenon joint, Iranian Journal of Wood and Paper Industries, 28(1): 65-75.
- Derikvand, M., Smardzewski, J., Ebrahimi, G.h., Dalvand, M. and Maleki, S., 2013. Withdrawal force capacity of mortise and loose tenon T-type furniture joints, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 37: 377-384.
- Ebrahimi, G., 2007. Engineering design of furniture structure, Tehran university publication, 491 pp. (In Persian).
- Eckelman, C.A., E. Haviarova, Y. Erdil, H., Akcay, A., Tankut, N. and Denizli, N., 2004. Bending moment capacity of round mortise and tenon furniture joints, Forest Products Journal, 54: 192-197.
- 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, (In Persian).
- Klic, M., Burdurlu, E., Altun, S. and Berker, O.U., 2009. The bending moment capacities of mitre frame corner joints with dovetail fittings, Wood Research, 54(3): 79-88.
- 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.
- Maleki, S., Faezipour M., Ebrahimi, G.h., Faezipour, M. and 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): 732-742.
- Oktaee, J., Ebrahimi, G.h., Layeghi, M., Ghofrani, M., 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.
- Standard Test Methods for Small Clear Specimens of Timber. Annual Book of ASTM Standard, D 143. 2000.
- Standard Test Methods for Specific Gravity of Wood and Wood-Base Materials, Annual Book of ASTM Standard, D 2395, 1999.
- می باشد که این امر باعث پیوندهای عرضی^۱ می شود که نقش مهمی در مقاومت خط چسب دارند، درحالی که گیرایی در چسب پلی وینیل استات یک پدیده فیزیکی است، به طوری که چسب برای عمل کردن ابتدا باید ۳۰ تا ۴۰ درصد آب خود را از دست بدهد و این امر باعث کاهش حجم چسب شده و در نتیجه باعث وجود فضای خالی بین کام و زبانه می شود که این امر ممکن است باعث تمرکز تنش در نقطه های ضعیف و در نتیجه شکست زودرس اتصال شود.
- بر اساس یافته های Maleki و همکاران (۲۰۱۲)، Kahvand و همکاران (۲۰۱۳)، Drikvand و همکاران (۲۰۱۱) نوع چسب مورد استفاده، کیفیت چسبندگی و مقاومت برشی چسب بر ظرفیت تحمل تنش اتصال در مبلمان چوبی اثر معنی داری دارد. نتایج مقایسه سطح زبانه سیار نشان داد که افزایش سطح در زبانه سیار تأثیر ویژه ای بر ظرفیت تحمل تنش اتصال زیر بار کششی و فشاری دارد. به طور کلی می توان گفت افزایش سطح زبانه سیار باعث افزایش سطح چسب خور شده و در نتیجه باعث استحکام بیشتر اتصال شده است. با توجه به نتایج به دست آمده در این تحقیق، استفاده از گونه راش، زبانه سیار با سطح زبانه B و چسب پلی اورتان برای ساخت سازه هایی که به استحکام بالایی نیاز دارند، پیشنهاد می شود.

منابع مورد استفاده

- Aman, R.L., West, H.A. and Cormier, D.R., 2008. An evaluation of loose tenon joint strength, Forest Products Journal, 58(3): 61-64.
- Atar, M., Ozcifci, A., Altinok, M. and Celikel, U., 2009. Determination of diagonal compression and tension performance for case furniture corner joints constructed with wood biscuits, Materials and Design, 30: 665-670.
- Dalvand, M., Maleki, S., Ebrahimi G.H. and Haftkhani, A.R., 2012. Determination of stress carrying capacity of doveled corner joints in framed furniture structure constructed of Fir, Iranian Journal of Wood and Paper Industries, (In Persian).
- Derikvand, M., 2011. The effect of adhesive type and loose tenon dimensions on bending moment capacity

1- Cross Link

Stress carrying capacity of Miter Frame corner joints constructed with loose tenon under tension and compression load

M. Ghofrani¹, M. Kahvand² and H. Noori^{3*}

1- Associate Professor, Department of Wood and Paper Science and Technology Faculty of Civil Engineering, Shahid Rajaei Teacher Training University, Tehran, Iran

2-M.Sc., Wood Technology, Natural Resources Engineering, Shahid Rajaei Teacher Training University, Tehran, Iran.

3*- Corresponding author, Laboratory of Wood for Civil Engineering Department Shahid Rajaei Teacher Training University, Tehran, Iran, Email: habibnoori@yahoo.com.

Received: Sep., 2014 Accepted: April, 2015

Abstract

This study was conducted to evaluate stress carrying capacity of miter corner joints fabricated with loose tenon under tension and compression loading. In this study, tests were carried out to determine the effects of the dimension of loose tenon A ($3.5 \times 1 \times 0.8$ cm) and B ($3 \times 2 \times 0.8$ cm), type of adhesive, Polyvinyl acetate (PVA) and polyurethane (PU) and most commonly used wood species in furniture industry including beech (*Fagus orientalis* L.) and fir (*Abies alba*). The results indicated that the stress carrying capacity of joints under compression is higher compared to tension loading. Stress carrying capacity of the joints constructed with loose tenon A was higher than that of B. Furthermore, the results have shown that wood species and type of adhesive had significant effect on the stress carrying capacity. The performance of joints constructed with beech wood and PU adhesive were stronger than joints made of fir wood and PVA adhesive.

Keywords: Beech wood, fir wood, stress carrying capacity, corner joints, loose tenon.