DOI: http://dx.doi.org/10.22092/ijwpr.2013.3069

فصلنامهٔ علمی – پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران
جلد ۲۸، شمارهٔ ۱، صفحهٔ ۲۳-۱۱، (۱۳۹۲)

بررسی اثر قطر، عمق نفوذ و گونه چوب پین بر ظرفیت لنگرخمشی اتصال با پین در مبلمان صفحه‌ای زیر بار کششی

مسیب دالوند[۱*]، قنبر ابراهیمی[۲]، مهدی تجویدی[۳] و محمد لایقی[۳]

۱*- نویسنده مسئول، کارشناس‌ارشد، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران
پست‌لکترونیک: Dalvand3@yahoo.com

۲- استاد گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

۳ - استادیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: دی ۱۳۹۰ تاریخ پذیرش: مهر ۱۳۹۱

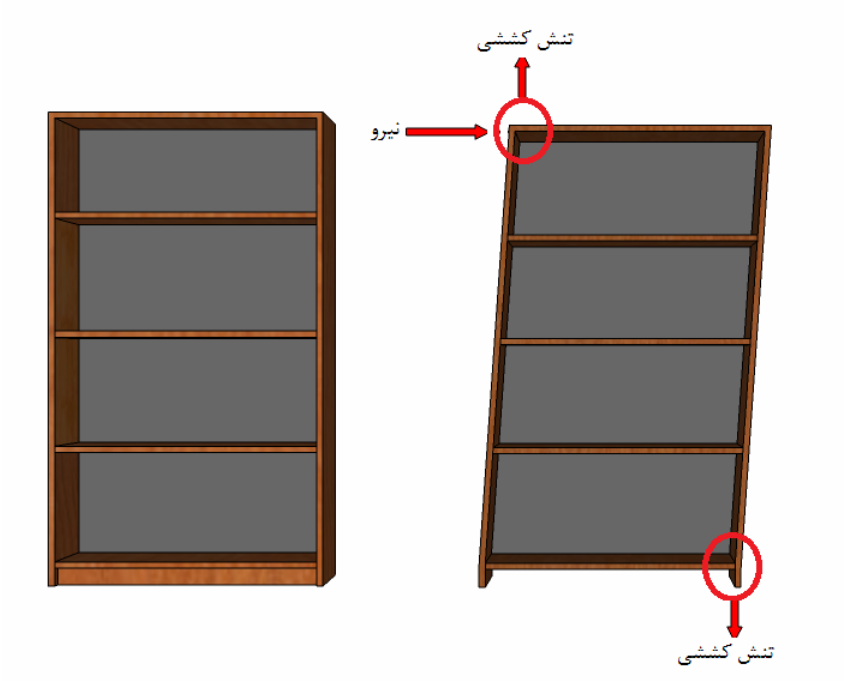
چکیده

این پژوهش با هدف بررسی ظرفیت لنگرخمشی اتصال با پین چوبی در تخته چندلا زیر بار کششی انجام شد. اعضای اتصال از تخته چندلا با ضخامت ۱۹ میلی‌متر، ساخته شده از گونه‌های پهن‌برگ (راش، ممرز و توسکا) بودند. در این مطالعه، اثر متغیرهای گونه چوب پین (راش و ممرز)، قطر پین در سه سطح ٦، ۸ و ۱۰ میلی‌متر و عمق نفوذ در سه سطح ۹، ۱۳ و ۱۷ میلی-متر، بر ظرفیت لنگرخمشی اتصال‌های گوشه‌ای زیر بار کششی بررسی شد. نتایج نشان دادند که اثر متغیرهای قطر، عمق و گونه چوب پین بر ظرفیت لنگرخمشی اتصال زیر بار کششی معنی‌دار بود. ظرفیت لنگرخمشی اتصال زیر بار کششی با افزایش قطر پین از ٦ به ۸ میلی‌متر و افزایش عمق نفوذ پین از ۹ به ۱۳ میلی‌متر روند صعودی داشت، ولی اختلاف معنی‌داری بین قطر پین ۸ و ۱۰ میلی‌متر و عمق نفوذ ۱۳ و ۱۷ میلی‌متر مشاهده نشد. همچنین نتایج نشان دادند که، ظرفیت لنگرخمشی اتصال‌های ساخته شده با پین راش در مقایسه با اتصال‌های ساخته شده با پین ممرز بیشتر بود.

واژه‌های کلیدی: ظرفیت لنگرخمشی، تخته چندلا، پین، قطر، عمق نفوذ، بار کششی.

مقدمه

نخستین گام در طراحی مهندسی مبلمان، تعیین بارهای وارد بر یک قطعه از مبلمان در سرویس است که باید آنها را تحمل نماید. این بارها همیشه قابل پیش‌بینی نیستند و اغلب تعیین آنها مشکل‌تر از طراحی سازهٔ مورد نظر می‌باشد (ابراهیمی، ۱۳۸٦). اتصالات در سازهٔ مبلمان بیشتر از نقاط دیگر آن تحت تأثیر نیروهای خارجی قرار می‌گیرند، و اغلب ضعف اتصال باعث شکست سازه می‌شود. اتصالات در سازه مبلمان تحت تأثیر نیروهای خارجی زیادی اعم از فشاری، کششی، برشی و لنگرخمشی قرار می‌گیرند (Jonse *et al.*, 1993). شکل ۱ تنش کششی وارد بر قفسه کتاب را نشان می‌دهد.



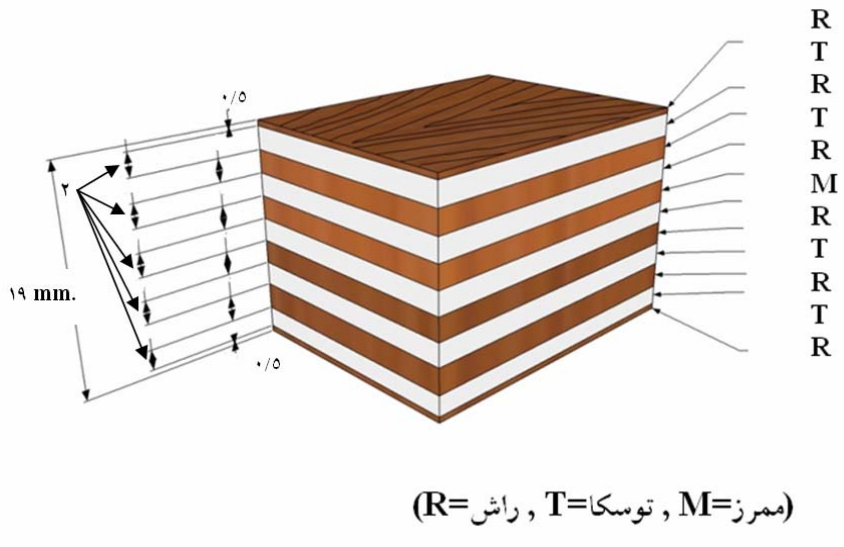
شکل ۱- تنش کششی در قفسه کتاب زیر نیرو خارجی

به دلیل اهمیت اتصالات در طراحی مهندسی سازهٔ مبلمان تحقیقات زیادی بر روی اتصالات مختلف (گوشه‌ای، سر به سر، متقاطع، عرضی و ...) و اتصال دهنده‌های گوناگون (پین، بیسکویتی، دم چلچله، قلیف و ...) انجام شده است. Vassiliou و Barboutis (۲۰۰۸) توان نگه‌داری و ظرفیت لنگرخمشی اتصال‌های ساخته شده از تخته خرده‌چوب و MDF با بیسکویت را بررسی کرده‌اند. نتایج این تحقیق نشان داده است که اتصال‌های ساخته شده با MDF در مقایسه با اتصال‌های ساخته شده با تخته‌خرده چوب توان نگه‌داری و ظرفیت لنگرخمشی بیشتر داشته‌اند. Atar و همکاران (۲۰۰۹) ظرفیت لنگرخمشی اتصال‌های ساخته شده از تخته خرده‌چوب و MDF با بیسکویت در حالت بارگذاری کششی و فشاری را بررسی کرده‌اند. نتایج این پژوهشگران نشان داد که بیشترین ظرفیت لنگرخمشی زیر بار کششی و فشاری از اتصال با اعضای MDF به صورت فارسی و با چسب DVTKA حاصل شده است. Kasal و همکاران (۲۰۰۶) عنوان کرده‌اند که استفاده از چسب تأثیر معنی‌داری بر مقاومت اتصال‌های ساخته شده با پیچ داشته است و اتصال‌های ساخته شده با پیچ و چسب در مقایسه با اتصال‌های ساخته شده با پیچ بدون چسب مقاومت بیشتری داشته‌اند. Altinok و همکاران (۲۰۰۹) اتصال‌های ساخته شده از تخته خرده‌چوب با پین و قلیف را بررسی کرده‌اند. نتایج این پژوهشگران نشان داده است که اتصال با ترکیب پین و قلیف نسبت به حالتی که اتصال با پین و قلیف به طور جداگانه ساخته می‌شود، مقاومت بیشتری را برای سازه ایجاد کرده است. Tas (۲۰۱۰) ظرفیت لنگرخمشی اتصال‌های گوشه‌ای ساخته شده با پروفیل چوب ماسیو (کاج قرمز) و بدون پروفیل با چسب پلی‌وینیل استات، پلی‌مارین و پروکال (پلی‌اورتان پایه) را بررسی کرد. در این تحقیق از پین چوبی برای اتصال اعضاء به یکدیگر استفاده شده است. این پژوهشگر گزارش کرده است، ظرفیت

لنگرخمشی اتصال‌های ساخته شده با پروفیل، ٤ برابر بیشتر از اتصال‌های ساخته شده بدون پروفیل است. Tankut و همکاران (۲۰۰۹) تأثیر لبه چسبان بر ظرفیت لنگرخمشی اتصال‌های ساخته شده از تخته خرده‌چوب و MDF با قلیف را بررسی کرده‌اند. نتایج تحقیق آنها نشان داده است که جنس و ضخامت لبه چسبان تأثیر معنی‌داری بر ظرفیت لنگرخمشی اتصال زیر بار کششی و فشاری داشته است. این پژوهشگران استفاده از لبه چسبان PVC با ضخامت ۰/٤ میلی‌متر را توصیه کرده‌اند. Simek و همکاران (۲۰۱۰) تأثیر پین بر ظرفیت لنگرخمشی اتصال‌های ساخته شده از تخته خرده‌چوب با الیت را بررسی کرده‌اند. نتایج این بررسی نشان داد که استفاده از پین ظرفیت لنگرخمشی اتصال با الیت را به طور چشمگیری افزایش می‌دهد. آنها استفاده از پین بدون چسب را برای تقویت کردن اتصال‌های ساخته شده با الیت پیشنهاد کرده‌اند. غفرانی و نوری (۲۰۰۹) مقاومت انواع اتصال‌های پین چوبی، پیچ و الیت تعبیه شده در برابر بار برشی جانبی بر روی اتصال‌های ساخته شده از MDF را بررسی کردند. آنها عنوان کرده‌اند اتصال الیت همراه با پین چوبی باعث افزایش مقاومت اتصال شده است. همچنین آنها در مواردی که حداکثر مقاومت برشی جانبی مورد نیاز است، استفاده از اتصال پیچ شماره ۵ بدون چسب را توصیه کرده‌اند. تخته چندلا یکی از فراورده‌های چوبی است که به دلیل داشتن مقاومت و مدول‌خمشی بالا به طور گسترده‌ای در ساخت سازهٔ مبلمان صفحه‌ای (قفسه کتاب، کابینت و ...) استفاده می‌شود، ولی اطلاعات کمی در مورد اتصالات مورد استفاده بر روی این فراورده چوبی وجود دارد. بنابراین ضرورت دارد که ویژگی‌های اتصالات به‌کار رفته در تخته چندلا شناسایی شده و در محاسبات و طراحی سازه‌های ساخته شده با آن، به‌کار گرفته شود.

مواد و روشها

برای ساخت آزمونه‌ها از تخته چندلای (۱۱ لایه) به ابعاد ۱/۹ ×۱۰۵×۲۲۰ سانتی‌متر ساخت کارخانه نکا چوب ساری استفاده شد. ترتیب قرار گرفتن و ضخامت لایه‌ها در شکل ۲ ارائه شده است.

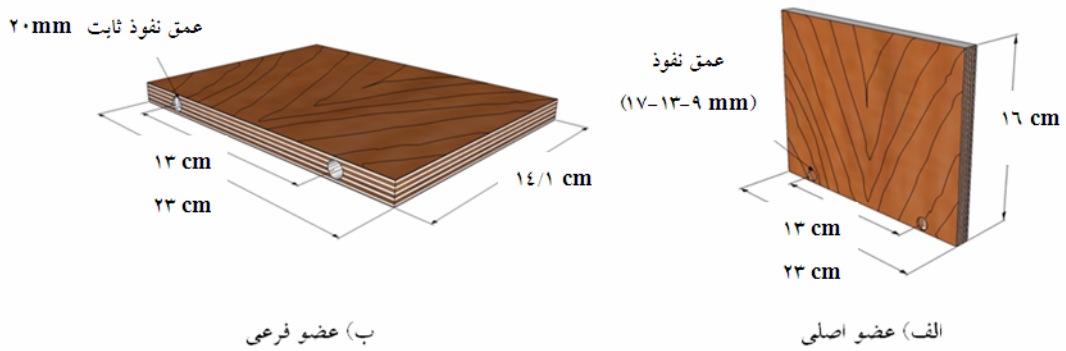


شکل ۲- ترتیب قرار گرفتن و ضخامت لایه‌ها در تخته چندلا مورد استفاده در این تحقیق

از تخته چندلا آزمونه‌ها با دو سری ابعاد ۱٦×۲۳ سانتی‌متر (عضو اصلی[1]) و ۱٤/۱×۲۳ سانتی‌متر (عضو فرعی[2]) بریده شدند. پس از برش آزمونه‌ها، دو سوراخ به فاصله ۱۳ سانتی‌متر از یکدیگر و با فاصله یکسان از دو لبه تخته، در سطح عضو اصلی (عمق نفوذ ۹، ۱۳ و ۱۷ میلی‌متر) و ضخامت عضو فرعی (عمق نفوذ ۳۰ میلی‌متر) ایجاد شد (شکل ۳). برای عملیات سوراخ‌کاری از دستگاه دریل افقی و دریل ستونی به‌ترتیب برای سوراخ‌کاری عضو فرعی و اصلی، استفاده شد. سرعت چرخش دستگاه در عملیات سوراخکاری ثابت بود.

جدول ۱- خواص فیزیکی و مکانیکی گونه چوب پین

گونه پین	وزن مخصوص (g/cm^3)	MOR (MPa)	MOE (MPa)
راش	۰/٦۲	۱۲۳/٦۳۳	۱۱٦۸۰/٦۷
ممرز	۰/۷۱	۱۲۱/۷٥۳۳	۱۱۲۱٥/٦۷



شکل ۳- اعضای اتصال

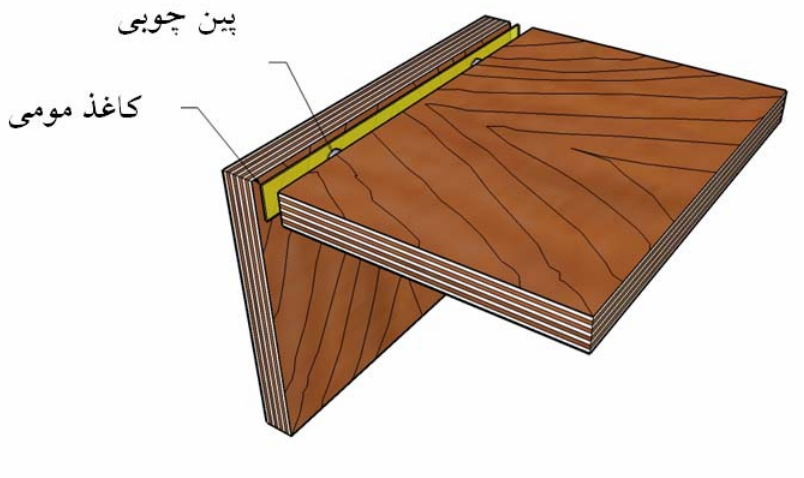
در این تحقیق از پین گونه ممرز (*Carpinus betulus*) و راش (*Fagus orientalise*) استفاده شد. این پین‌ها به وسیله ماشین پین‌زن، به صورت آج‌دار (آج مارپیچی) و در قطرهای ٦، ۸ و ۱۰ میلی‌متر ساخته شدند. پین‌ها فاقد هرگونه معایب ساختاری و کاملاً راست تار بودند. دانسیته و خواص مکانیکی چوب راش و ممرز به‌ترتیب براساس استاندارد ASTM D 2395 و ASTM D 143 در جدول ۱ ارائه شده است.

برای مونتاژ آزمونه‌ها، ابتدا سطح و دیواره سوراخ پین‌ها به چسب پلی ونیل استات آغشته شد. سپس پین‌ها در سوراخ‌های تعبیه شده قرار داده شدند. برای جلوگیری از چسبیدن سطوح تماس اعضای اتصال به یکدیگر قطعه‌ای کاغذ مومی[3] بین اعضای اتصال قرار داده شد. نمونه‌ها پس از مونتاژ به مدت ۲٤ ساعت با گیره دستی برای عمل کردن چسب بسته شدند. سپس به مدت ۲ هفته در اتاق

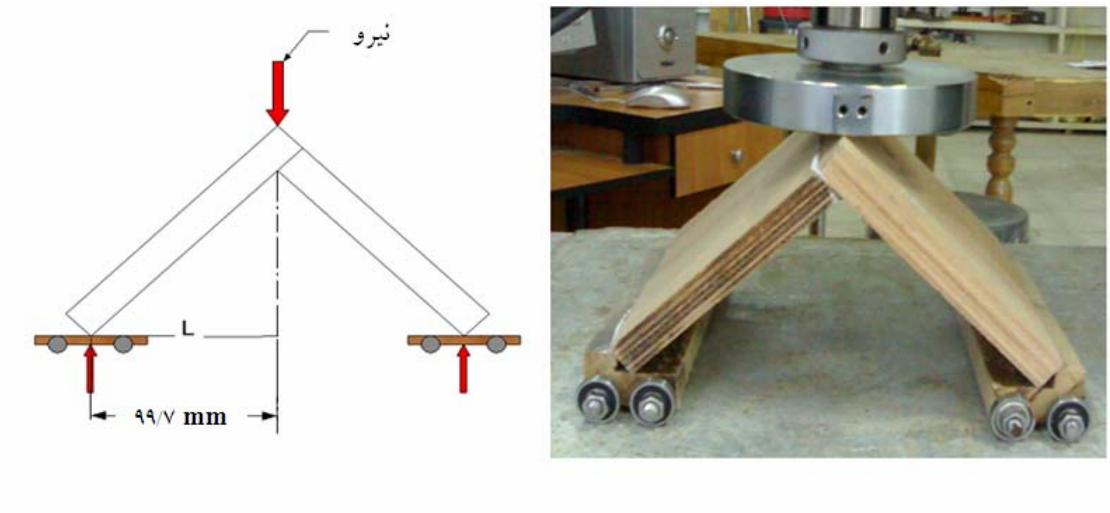
1- Face member
2- Edge member
3- Wax paper

مشروط سازی با رطوبت نسبی ٪۱ ± ٦٥ و دما °C ۲ ± ۲۰ برای رسیدن به رطوبت تعادل (حدود ٪۱۲) نگه‌داری شدند. در شکل ٤ نمایی از آزمونه‌های ساخته شده برای بررسی ظرفیت لنگرخمشی اتصال با پین زیر بار کششی نشان داده شده است.

برای آزمون ظرفیت لنگرخمشی اتصال‌های ساخته شده، اعضای اتصال بر روی دو تکیه‌گاه غلطکی قرار گرفتند و بار به وسیله دستگاه اینسترون در جهت رو به پایین به گوشه اتصال وارد شد. سرعت بارگذاری 5mm/min تنظیم شد. در شکل ٥ نحوه اعمال بار نشان داده شده است.



شکل ٤- اتصال ساخته شده برای بررسی ظرفیت لنگرخمشی زیر بار کششی



شکل ٥- نحوه اعمال بارکششی

برای بررسی آماری اثر متغیرها از طرح کاملا تصادفی و تجزیه واریانس، و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن استفاده شد. نتایج با استفاده از SPSS تحلیل شدند.

برای محاسبه ظرفیت لنگرخمشی اتصال L زیر بار کششی از فرمول زیر استفاده شد:

$$M_T=P_{max} \times L_T \qquad (۱)$$

که در آن M ظرفیت لنگرخمشی زیر بار کششی (N.m)، P_{max} بیشترین بار برای هر نمونه (N) و L_T طول بازوی لنگر (m) است (شکل ٤).

نتایج

در جدول ۲ میانگین مقادیر ظرفیت لنگرخمشی زیر بار کششی مطابق با قطر، عمق نفوذ و گونه چوب پین ارائه شده است. همان طور که ملاحظه می‌شود، بیشترین میزان ظرفیت لنگرخمشی زیر بار کششی (٤٨/١٧ N.m) از پین راش با عمق نفوذ ۱۷ و قطر ۸ میلی‌متر و کمترین میزان آن (N.m١٤/١٣) از پین ممرز با عمق نفوذ ۹ و قطر ٦ میلی‌متر حاصل شده است.

جدول ۲- مقادیر ظرفیت لنگرخمشی اتصال زیر بار کششی در قطر و عمق نفوذهای مختلف

انحراف معیار	ظرفیت لنگرخمشی (N.m)	قطر پین (mm)	عمق نفوذ (mm)	گونه چوب پین
راش	۹	۲/۳٦	۱۸/۸۷	٦
		۳/۸۹	۲۸/۲٦	۸
		۲/٤۳	۲٤/۹۷	۱۰
	۱۳	٤/۲	۲۳/٦۱	٦
		۲/۸	۳۸/۸۵	۸
		۱/۷٤	۳۳/٤۸	۱۰
	۱۷	۲/۱	۲۷/۲۷	٦
		۵/۷٤	٤۰/۲۳	۸
		۷/۹٦	٤۸/۱۷	۱۰
ممرز	۹	٤/۱۵	۱٤/۱۳	٦
		٤/۵٦	۳۲/٦	۸
		۲/۷٤	۲۷/۷۸	۱۰
	۱۳	۲/۵۹	۲۱/۲۸	٦
		۲/۷٦	۳۵/۰۱	۸
		٤/۰۱	٤۰/۰۷	۱۰
	۱۷	۳/۰۹	۱۸/۷۱	٦
		۷/۵۷	۳٤/٤۵	۸
		۸/۷۷	۳۳/۸	۱۰

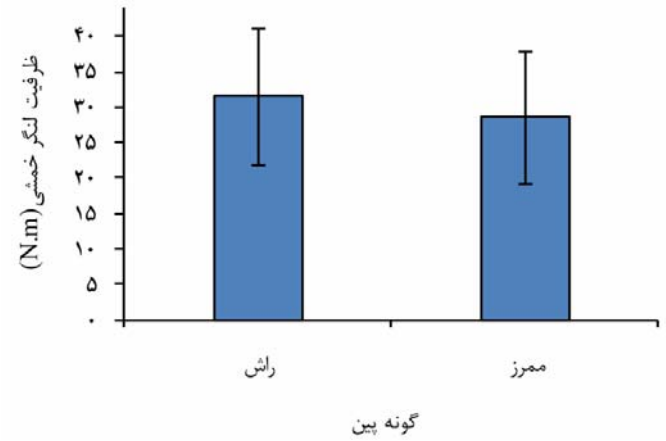
نتایج تجزیه واریانس در جدول ۳ ارائه شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، اثر مستقل قطر، عمق نفوذ و گونه چوب پین، بر ظرفیت لنگرخمشی اتصال زیر بار کششی در سطح ۱ درصد معنی‌دار بوده است. همچنین در مورد اثر متقابل بین عوامل متغیر ملاحظه می‌شود که اثر متقابل (گونه چوب پین و عمق نفوذ) و اثر متقابل (گونه چوب پین، عمق نفوذ و قطر پین) در سطح ۱ درصد معنی‌دار بوده است.

جدول ۳- جدول تجزیه واریانس اثر مستقل و متقابل عوامل متغیر بر ظرفیت لنگرخمشی اتصال زیر بار کششی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	Sig.
گونه چوب پین	۱	۱۸۶/۱۷۹	۸/۹۲۳	۰/۰۰٤*
عمق نفوذ	۲	۷٤۰/۲۱۷	۳۵/٤۷۸	۰/۰۰۰*
عمق پین	۲	۲۰۰۵/۵۷۰	۹٦/۱۲۵	۰/۰۰۰*
گونه چوب پین * عمق نفوذ	۲	۲۵۲/۸۲۹	۱۲/۱۱۸	۰/۰۰۰*
گونه چوب پین * قطر پین	۲	۳۰/٦۸۳	۱/٤۷۱	۰/۲۳۷
عمق نفوذ * قطر پین	٤	۵۲/٤۲۷	۲/۵۱۳	۰/۰٤۹
گونه چوب پین * عمق نفوذ * قطر پین	٤	۷۷/۷۹۰	۳/۷۲۸	۰/۰۰۸*

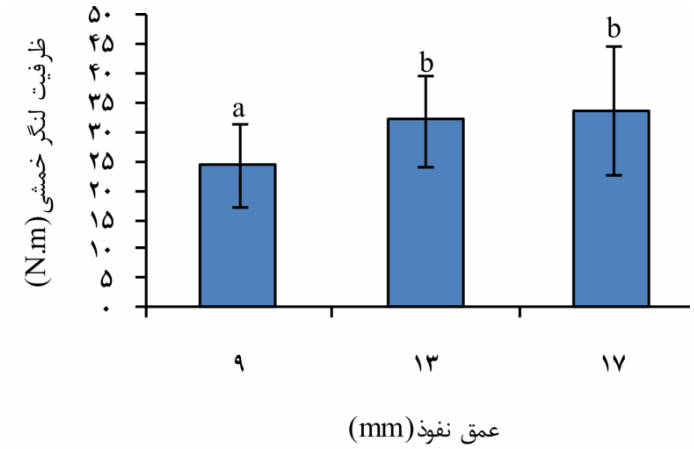
*معنی داری در سطح ۱ درصد.

در شکل ٦ تأثیر مستقل گونه چوب پین بر ظرفیت لنگرخمشی اتصال زیر بار کششی نشان داده شده است. همان طور که مشاهده می‌شود، پین راش ظرفیت لنگرخمشی بیشتری نسبت به پین ممرز داشته است. ظرفیت لنگرخمشی اتصال با پین راش نسبت به اتصال با پین ممرز ۱۰ درصد بیشتر بوده است. علّت بیشتر بودن ظرفیت لنگرخمشی اتصال با پین راش را می‌توان به مقاومت‌خمشی بیشتر راش نسبت به ممرز ربط داد.



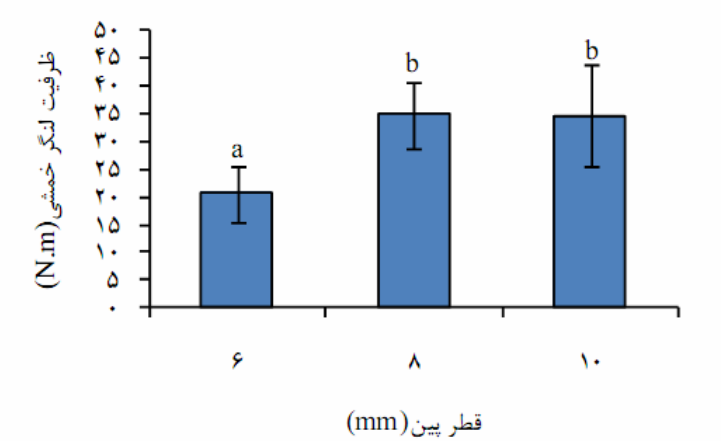
شکل ٦- اثر مستقل گونه چوب پین بر ظرفیت لنگرخمشی اتصال زیر بارکششی

شکل ۷ تأثیر عمق نفوذ، بر ظرفیت لنگرخمشی اتصال زیر بار کششی را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشخص است با افزایش عمق نفوذ از ۹ به ۱۳ میلی‌متر میزان ظرفیت لنگرخمشی اتصال زیر بار کششی ۳۸٪ و با افزایش عمق نفوذ از ۱۳ به ۱۷ میلی‌متر این میزان مقاومت ۵٪ افزایش یافته است. مطابق گروه‌بندی دانکن اختلاف معنی‌داری در پین با عمق نفوذ ۱۳ و ۱۷ میلی‌متر مشاهده نشده است. علّت این امر را می‌توان به شکست پین با عمق نفوذ ۱۷ میلی‌متر نسبت داد.



شکل ۷- اثر مستقل عمق نفوذ پین بر ظرفیت لنگرخمشی اتصال زیر بارکششی

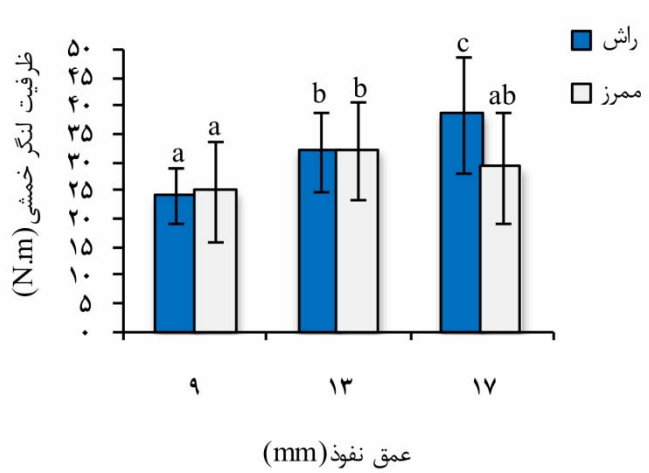
در شکل ۸ اثر قطر پین بر ظرفیت لنگرخمشی اتصال زیر بار کششی، نشان داده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود میزان ظرفیت لنگرخمشی اتصال زیر بار کششی با افزایش قطر پین از ٦ به ۸ میلی‌متر ٦۹ درصد افزایش یافته است، ولی اختلاف معنی‌داری بین پین به قطر ۸ و۱۰ میلی‌متر مشاهده نشده است. دلیل کمتر بودن ظرفیت لنگرخمشی اتصال با پین به قطر۱۰ میلی‌متر نسبت به پین با قطر ۸ میلی‌متر زیر بار کششی را می‌توان، شکست زودرس اعضای اتصال ساخته شده با پین۱۰ میلی‌متر دانست. به عبارت دیگر با افزایش قطر پین، فاصله بین لبه سوراخ پین با لبه عضو کمتر شده و باعث شکست در اعضای اتصال می‌شود. در شکل ۹ نحوه شکست اعضای اتصال در اتصال‌های ساخته شده با پین به قطر ۱۰ میلی‌متر نشان داده شده است.



شکل ۸- اثر مستقل قطر پین بر ظرفیت لنگرخمشی اتصال زیر بارکششی

شکل ۹- شکست اعضای اتصال در اثر کاهش فاصله بین لبه سوراخ پین با لبه عضو (در پین به قطر ۱۰ میلی‌متر)

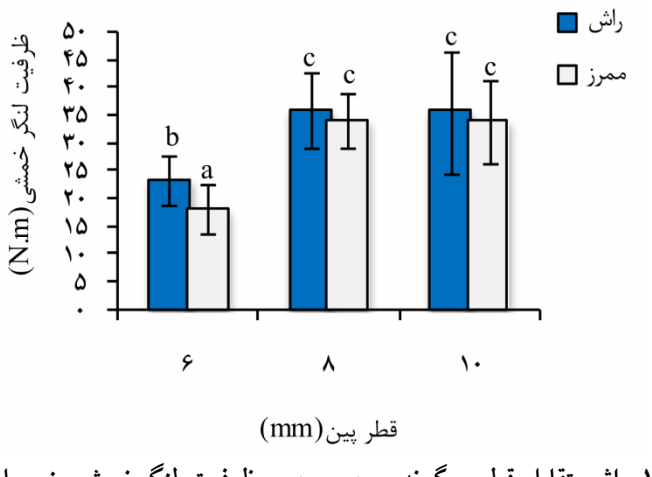
اثر متقابل گونه و عمق نفوذ پین، بر ظرفیت لنگرخمشی زیر بارکششی در شکل۱۰ آمده است. همان طور که ملاحظه می‌شود بیشترین میزان ظرفیت لنگرخمشی مربوط به پین راش با عمق نفوذ ۱۷ میلی‌متر به میزان (N.m) ۳۸/۵٦ بوده است. کمترین میزان ظرفیت لنگرخمشی اتصال زیر بار کششی در پین ممرز، با عمق نفوذ ۹ میلی‌متر به میزان (N.m) ۲٤/۰٤ مشاهده شده است. همچنین در شکل۱۰ مشاهده می‌شود، در اتصال با عمق نفوذ ۱۷ میلی‌متر، پین راش نسبت به پین ممرز دارای ظرفیت لنگرخمشی بیشتری بوده است. ولی اختلاف ناچیزی بین پین راش و ممرز با عمق نفوذ ۹ و ۱۳ میلی‌متر مشاهده شده است. علّت اختلاف بین پین راش و ممرز با عمق نفوذ ۱۷ میلی‌متر را می‌توان شکست پین در این عمق نفوذ دانست و در این حالت می‌توان گفت که پین با مقاومت خمشی بالاتر، می‌تواند مقاومت بیشتری را برای اتصال ایجاد کند. به طوری‌که در این حالت پین راش به دلیل داشتن مقاومت خمشی بیشتر نسبت به پین ممرز، دارای ظرفیت لنگرخمشی بیشتری بوده است.



شکل ۱۰- اثر متقابل عمق نفوذ و گونه چوب پین بر ظرفیت لنگرخمشی زیر بار کششی

(حروف روی نمودار گروه‌بندی دانکن را نشان می‌دهند).

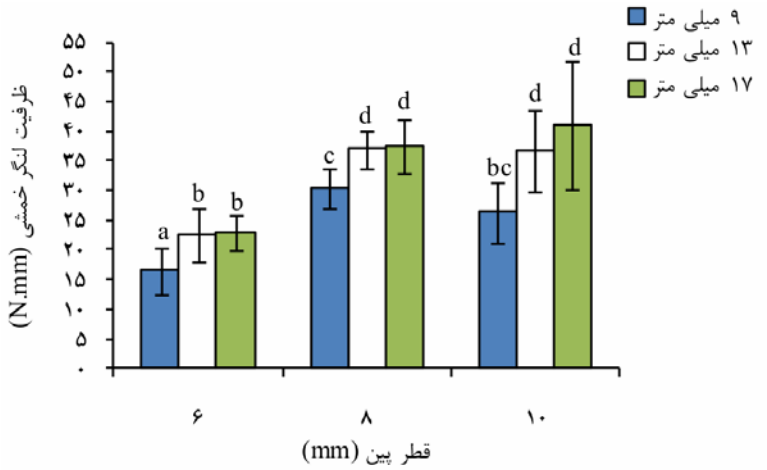
شکل ۱۱ رابطه بین قطر و گونه چوب پین را نشان می‌دهد. همان طور که مشاهده می‌شود، اتصال با پین راش با قطرهای متفاوت (٦، ٨ و ١٠ میلی‌متر) میزان ظرفیت لنگرخمشی بیشتری نسبت به پین ممرز داشته است. ظرفیت لنگرخمشی اتصال با پین راش به میزان ۲۸، ۵ و ٤ درصد به‌ترتیب در قطرهای ٦، ٨ و ١٠ میلی‌متر، نسبت به پین ممرز بیشتر بوده است که علّت آن را می‌توان به مقاومت‌خمشی بیشتر پین راش نسبت به پین ممرز نسبت داد. بیشترین میزان ظرفیت لنگرخمشی (N.m) ۳۵/۷۸ مربوط به پین راش با قطر ٨ میلی‌متر بوده است و کمترین میزان آن (N.m) ١٨/٠٤ مربوط به پین ممرز با قطر ٦ میلی‌متر بود.



شکل ۱۱- اثر متقابل قطر و گونه چوب پین بر ظرفیت لنگرخمشی زیر بار کششی

(حروف روی نمودار گروه‌بندی دانکن را نشان می‌دهند).

شکل ۱۲ اثر متقابل قطر و عمق نفوذ پین، بر ظرفیت لنگرخمشی اتصال زیر بار کششی را نشان می‌دهد. همان طور که مشاهده می‌شود، بیشترین میزان ظرفیت لنگرخمشی اتصال زیر بار کششی مربوط به پین با قطر ۱۰ میلی‌متر و عمق نفوذ ۱۷ میلی‌متر به میزان (N.m) ٤٠/٩٩ بوده است و کمترین میزان ظرفیت لنگرخمشی در پین با قطر ٦ و عمق نفوذ ۹ میلی‌متر به میزان ١٦/٥٠(N.m) مشاهده شده است.



شکل ۱۲- اثر متقابل عمق نفوذ و قطر پین بر ظرفیت لنگرخمشی زیر بار کششی

(حروف روی نمودار گروه‌بندی دانکن را نشان می‌دهند).

بحث

نتایج این مطالعه نشان داد که اتصال با پین راش نسبت به پین ممرز در حالت بارگذاری کششی دارای ظرفیت لنگرخمشی بیشتری بوده است. علّت این امر را می‌توان مقاومت‌خمشی بیشتر پین راش نسبت به پین ممرز دانست. ظرفیت لنگرخمشی اتصال زیر بار کششی با افزایش عمق نفوذ پین از ۹ به ۱۳ میلی‌متر روند افزایشی داشت ولی با افزایش عمق نفوذ پین از ۱۳ به ۱۷ میلی‌متر این روند نامحسوس بود. علّت این امر را می‌توان شکست پین با عمق نفوذ ۱۷ میلی‌متر عنوان کرد. بنابر تحقیقات Zhang و Eckelman (۱۹۹۳) و بهمنی و همکاران (۱۳۸۷) با افزایش عمق نفوذ، به دلیل سطح تماس بیشتر اتصال دهنده و اعضای اتصال (سطح چسب خور بیشتر) مقاومت اتصال افزایش می‌یابد. به طوری که افزایش قطر باعث افزایش خطی ظرفیت لنگرخمشی اتصال زیر بار کششی نشد و بیشترین میزان مقاومت در اتصال با پین به قطر ۸ میلی‌متر به‌دست آمد. در اتصال با پین به قطر ۱۰ میلی‌متر، اعضای اتصال به علّت کم بودن ضخامت لبه عضو و دیواره سوراخ پین شکسته شدند. بنابر مطالعات Eckelman (۲۰۰٤) بزرگ‌تر گرفتن قطر پین چوبی محدودیت دارد، چون اندازه عضو (پهنا یا ضخامت) باید برای حفظ فاصله تا لبه جا داشته باشد. باتوجه به نتایج به‌دست آمده و عدم اختلاف معنی‌دار بین عمق نفوذ ۱۳ و ۱۷ میلی‌متر و همچنین بیشتر بودن ظرفیت لنگرخمشی اتصال با پین به قطر ۸ میلی‌متر نسبت به پین با قطر ۱۰ میلی‌متر، بنابراین استفاده از پین با عمق نفوذ ۱۳ و قطر ۸

میلی‌متر در ساخت مبلمان صفحه‌ای توصیه می‌شود. همچنین با توجه به تأثیر مقاومت‌خمشی گونه چوب پین بر ظرفیت لنگرخمشی اتصال زیر بارکششی، استفاده از پین ساخته شده از گونه‌های با مقاومت‌خمشی بالا، برای مؤنتاژ اتصال‌های گوشه‌ای که در معرض تنش‌های کششی قرار می‌گیرند، پیشنهاد می‌شود.

منابع مورد استفاده

- ابراهیمی، ق.، ۱۳۸٦. طراحی مهندسی مبلمان، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ اول. ٤٩١ صفحه.
- غفرانی، م. و نوری، ح.، ۱۳۸۸. بررسی مقاومت برشی جانبی انواع اتصال‌های دوبل چوبی، پیچ و الیت در تخته فیبر با دانسیته متوسط (MDF). دوفصلنامهٔ علمی- پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران. ٢٤(٢): ٢٣١- ٢١٩.
- Altinok, M., Tas, H.H., Cimen, M. 2009. Effects of combined usage of traditional glue joint methods in box construction on strength of furniture. Materials and Design 30: 3313–3317.
- Astm Standard Test Methods.1999. American Society for testing materials ،standard methods for Specific Gravity of Wood and Wood–Base Materials ، ASTM-D 2395. Philadelohia, Pa.
- Astm Standard Test Methods.2000. American Society for testing materials ،standard methods for Small Clear Specimens of Timber ، ASTM-D143. Philadelohia ،Pa.
- Atar, M., ozcifci, A., Altinok, M., Celiket, U. 2009. Determination of diagonal compression and tension performances for case furniture corner joints constructed with wood biscuits. Mater Design. 30:665–70.
- Bahmani, M., Ebrahimi, G., Fathi, L. 2008. Predicting of Withdrawal Strength With Dowel Joint in Medium Density Fiber (MDF) By mathematic model. Iranian Journal of wood and paper Science Research. 24(1): 117-124. (In Persian).
- Eckelman, C.A. 2004. Engineering Design of furniture. Purdue Uni.UsA. Chap 6.
- Jones, A., Lutes, R. 1993. Handbook of joinery. New York, USA: Sterling Press.
- Kasal, A., Sener, S., Belgin, C.M., Efe, H. 2006. Bending Strength of Screwed Corner Joints with Different Materials. G.U. Journal of Science. 19(3): 155-161.
- Simek, M,. Haviarova, E., Eckelman, C., 2010. The effect of end distance and number of ready-to-assemble furniture fasteners on bending moment resistance of corner joints. Wood and Fiber Science 42(1): 92-98.
- Tankut, A. N. and Tankut, N., 2009. Investigations the effects of fastener, glue, and composite material types on the strength of corner joints in case–type furniture construction. Mater Design. 30:4175–82.
- Tas, H.H., 2010. Strength properties of L–profiled furniture joints constructed with laminated wooden panels. Scientific Research and Essays. 5(6): 545–50.
- Vassiliou, V. and Barboutis, L., 2008. Strength of furniture joints constructed with biscuits. International Conference of Nabytok. Faculty of wood science and technology, technical university in Zvolen.
- Zhang JL., Eckelman CA., 1993. The bending moment resistance of single–dowel corner joints in case construction. Forest Prod J. 1993: 43(6):19–24.

Investigation on the effect of wooden dowel diameter, penetration depth and species on the bending moment resistance under diagonal tensile load of corner joints in case-type furniture

Dalvand, M.[1]*, Ebrahimi, Gh.[2], Tajvidi, M.[3] and Layeghi, M.[3]

1*- Corresponding Author; M.Sc., Wood and Paper Science and Technology, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Iran. E-mail: Dalvand3@yahoo.com
2- Professor, Wood and Paper Science and Technology, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Iran.
3- Assistant Professor, Wood and Paper Science and Technology, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Iran.

Received: Dec., 2011 Accepted: Sep., 2012

Abstract

The bending moment resistance under diagonal tensile load of doweled joint in plywood members was investigated. Joint members were cut from 11-ply hardwood plywood (Beech, Hornbeam and Alder) at the nominal thickness of 19 mm. Dowels were made from Beech and Hornbeam woods. Dowel diameters (6, 8 and 10 mm) and depths of penetration (9, 13 and 17 mm) in the joint members were selected as variables. The effect of dowel variables on the bending moment of the corner joints was evaluated. Results showed that the dowel diameter, penetration depth and species exerted a significant effect on the bending moment resistance under diagonal tensile load. Bending moment resistance under diagonal tensile load was increased as the diameter of the dowel increased from 6 to 8 mm and as the penetration depth of dowel increase from 9 to 13 mm. However, increasing the diameter from 8 to 10 mm or the penetration depth from 13 to 17 mm had no significant effect on bending moment resistance under diagonal tensile load. Results also indicated that bending moment resistance of joints made with beech wood dowels provided higher resistance than hornbeam dowels.

Key words: Bending moment resistance, plywood, dowel, diameter, penetration depth, tensile load.