DOI: http://dx.doi.org/10.22092/ijwpr.2014.4930

فصلنامهٔ علمی – پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران
جلد ۲۹، شمارهٔ ۱، صفحهٔ ۷۸-۶۷، (۱۳۹۳)

مقایسه مقاومت مکانیکی صندلی‌های چوبی ساخته شده با دو نوع طرح و اتصالات کام و زبانه و دوبل

علی بیات‌کشکولی[1*] و مهدی جمشیدزاده[2]

۱*- نویسنده مسئول، دانشیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه زابل، پست‌الکترونیک: rbayatkashkoli@yahoo.com
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه زابل

تاریخ دریافت: بهمن ۱۳۹۱ تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۹۲

چکیده

اتصالات قطعات و طرح مبلمان اهمیت زیادی در ساخت آنها داشت و مقاومت این سازه‌ها را تحت تأثیر قرار داد. عملکرد صندلی‌های ساخته شده با چوب سپیدار در مقابل نیروی اعمالی از جلو به عقب و مقاومت مکانیکی اتصال‌های کام و زبانه و دوبل چوبی آنها بررسی و مقایسه شد. دو نوع طرح صندلی چوبی مرسوم، شامل صندلی دارای قید و بدون قید پایین، با دو نوع اتصال متداول و چسب پلی‌ونیل استات ساخته شد و حداکثر مقاومت مکانیکی آنها اندازه‌گیری گردید. نتایج نشان داد که تیمارها و اثرات متقابل تیمارها در سطح ۹۵ درصد با همدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند. آزمون مقایسه میانگین دانکن، حداکثر نیروی اعمال شده برای تیمارها با طرح‌ها و اتصالات متفاوت را به چهار گروه تقسیم می‌کند که به‌ترتیب شامل الف- قید با کام و زبانه (۹۸٤/٥ نیوتن)، ب- قید با دوبل چوبی (۸۹۲/٤ نیوتن)، پ- بدون قید با کام و زبانه (۳۰۳/۳ نیوتن) و ت- بدون قید با دوبل چوبی (۲٦۰/۲ نیوتن) می‌باشد. بنابراین هر چهار تیمار با همدیگر تفاوت معنی‌داری داشتند، ابتدا وجود قید در قسمت پایه‌ها و بعد اتصال‌های کام و زبانه می‌تواند مقاومت صندلی‌ها را افزایش دهد.

واژه‌های کلیدی: حداکثر نیرو، طرح ساخت، اتصال کام و زبانه، اتصال دوبل.

مقدمه

طرح‌ها و اتصال‌های متنوعی در صنایع مبلمان استفاده می‌شود. کاربرد این طرح‌ها و اتصال‌ها با توجه به امکانات در دسترس مرسوم شده است. قابلیت و کارآیی هرکدام از طرح‌ها و اتصال‌ها متفاوت است. طرح‌ها علاوه بر زیبایی سازه، باید در کنار اتصال‌ها مقاومت کافی داشته باشد و اگر سازه‌ای مقاومت یا کیفیت لازم را نداشته باشد، رقابت‌پذیر نمی‌باشد. طرح‌ها و اتصال‌های صنایع مبلمان باید مکمل همدیگر و هماهنگ باشند که اثرات نامطلوب آنها در شرایط مصرف کمتر شود. قطعات تمام سازه‌های چوبی به یکدیگر وصل می‌شود و بخش اصلی و مهم بین عناصر هر سازه اتصال‌ها می‌باشد و بار وارده را باید تحمل کند. اتصال‌های قطعات و طرح صندلی اهمیت زیادی در ساخت و تولید صندلی با عملکرد و دوره استفاده بیشتر این سازه دارد و

مقاومت آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد. اتصال‌ها ضعیف‌ترین قسمت قطعات مبل می‌باشد و اغلب موارد شکست مبلمان ناشی از ضعف اتصال‌ها می‌باشد. اگر قید و مهار هم اندازه باشند صندلی دارای مهار چهار برابر محکم‌تر از صندلی بدون مهار است؛ چون این دو عضو مساوی هم در چهار نقطه برای تحمل بار وارد عمل خواهند شد (Ebrahimi, 2007). مقاومت برشی جانبی انواع اتصال‌های دوبل چوبی، پیچ و الیت در تخته‌فیبر با دانسیته متوسط بررسی شد (Ghofrani & Noori, 2009) و مشخص شد که انواع اتصال‌های پیچ با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشته ولی نسبت به سایر اتصال‌ها بیشترین مقاومت را دارند. قطر دوبل چوبی و نوع چسب در مقاومت برشی دوبل چوبی تأثیرگذار می‌باشد و دوبل چوبی آجدار در اثر وارد شدن بار از جای خود حرکت نکرده و در نتیجه پدیده شکست در داخل تخته رخ می‌دهد. مقاومت‌برشی جانبی انواع اتصال‌های دوبل، پیچ و گوشه‌ای فلزی در تخته خرده‌چوب روکش‌دار و بدون‌روکش بررسی شد (Noori & Ghofrani, 2006). اتصال‌های پیچ بیشترین مقاومت‌برشی را نسبت به سایر اتصال‌ها دارد و انواع پیچ را می‌توان برای وضعیت مشابه به‌کار برد، زیرا مقاومت آنها با همدیگر تفاوت معنی‌داری ندارد. نیروی انفصال اتصال با دوبل چوبی در تخته‌فیبر با دانسیته متوسط با مدل ریاضی پیش‌بینی شد (Bahmani *et al.*, 2009). بالاترین میزان مقاومت‌کششی اتصال با پین تخته‌فیبر با دانسیته متوسط از پین با قطر ۸ میلی‌متر و طول نفوذ ۱۲ میلی‌متر در اعضای اتصال ایجاد می‌شود. اثر قطر، عمق نفوذ و گونه چوب پین بر ظرفیت لنگرخمشی اتصال با پین در مبلمان صفحه‌ای زیر بار کششی بررسی شد (Dalvand *et al.*, 2013) و نتایج نشان داد که اثر متغیرهای قطر، عمق و گونه چوب پین بر ظرفیت لنگرخمشی اتصال زیر بار کششی معنی‌دار می‌باشد. ظرفیت لنگرخمشی اتصال زیر بار کششی با افزایش قطر پین از ٦ به ٨ میلی‌متر و افزایش عمق نفوذ پین از ۹ به ۱۳ میلی‌متر روند صعودی داشت. البته ظرفیت لنگرخمشی اتصال‌های ساخته شده با پین راش در مقایسه با اتصال های ساخته شده با پین ممرز بیشتر بود.

تأثیر آزادی پین در سوراخ اتصال بر مقاومت‌کششی، در تخته خرده‌چوب و تخته‌فیبر با دانسیته متوسط مورد بررسی قرار گرفت (Kyuchukov *et al.*, 1999). تخته‌ها از نوع روکشی با ضخامت ١٦ میلی‌متر، چسب مورد استفاده پلی‌ونیل استات و پین‌ها از چوب راش با قطر ۸ میلی‌متر آجدار بودند. براساس نتایج این تحقیق بیشترین مقاومت‌کششی در آزادی پین در سوراخ ۰/۱ تا ۰/۳ میلی‌متر دیده شد. مقاومت‌خمشی و کششی اتصال پین با استفاده از پین ساخته شده از سه گونه چوبی کشور مالزی شامل ناتیو (*Sapotacea sp*)، رامی (*Gonystylaceae sp*) و چوب لاستیک (*Hevea brasililensis sp*) مورد بررسی قرار گرفت (Sai *et al.*, 1993). اثر نوع چوب به‌کار رفته برای ساخت پین ارزیابی شد و در مورد پین گونه ناتیو اثر عمق نفوذ، طرح و نقش سطح پین بررسی شد. نتایج این تحقیق نشان داده که اختلافی میان گونه‌ها وجود ندارد ولی حداکثر مقاومت‌کششی از شیارهای مارپیچی پین بدست می‌آید. پین‌های با شیارهای مستقیم مقاومت‌خمشی بهتری را ایجاد می‌کنند. به‌طورکلی مقاومت اتصال چوب لاستیک بهتر می‌باشد. نتایج به‌دست آمده از تحقیقات (Eckelman, 2003) در مورد مقایسه اتصال کام و زبانه با اتصال دوبل چوبی نشان می‌دهد که اتصال کام و زبانه قویتر از اتصال دوبل چوبی با قید، ضخامت و سطح یکسان می‌باشد.

Tas (۲۰۱۰) ظرفیت لنگر خمشی 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 اجزا به یکدیگر استفاده شد و مشخص شد که ظرفیت لنگرخمشی اتصال‌های ساخته شده با پروفیل، ٤ برابر بیشتر از اتصال‌های ساخته شده بدون پروفیل است.

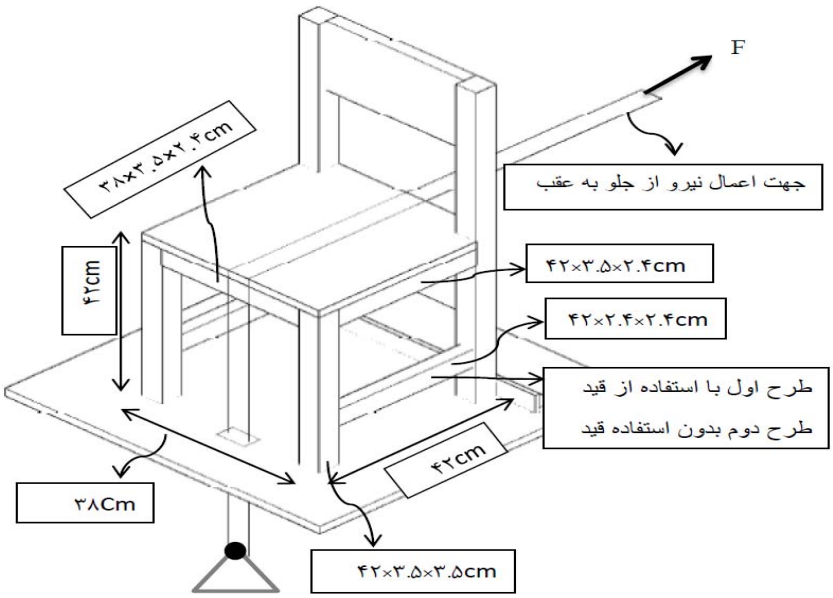
ابعاد اتصال‌های معمول مورد استفاده عموم تولیدکنندگان براساس منابع علمی (Horwood, 1999, Jackson & Day, 1995 و Noll, 2007) به شرح زیر است؛ قطر اتصال دوبل ۱۰ میلی‌متر و طول آن چهار برابر قطر آن (٤۰ میلی متر) می باشد و قطر سوراخ دوبل برابر با قطر دوبل چوبی می‌باشد تا دوبل کاملاً محکم و بدون لقی در محل اتصال باشد. همچنین اندازه ضخامت زبانه اتصال کام و زبانه ۸ میلی‌متر برابر با یک سوم ضخامت قید صندلی و طول زبانه ۲۰ میلی متر و عرض زبانه ۲۱ میلی‌متر می‌باشد. منابع علمی (Bayatkashkoli & Nazerian, 2011، Haviarova *et al.*, 2001 و Eckelman & Haviarova, 2006) نشان می‌دهد که صندلی مناسب ارگونومی افراد می‌تواند دارای ارتفاع سطح نشست‌گاه صندلی ٤۲، عمق سطح نشست‌گاه ۳۸، عرض نشست‌گاه ٤۲ و ارتفاع پشتی صندلی ۳۵ سانتیمتر باشد. این صندلی‌ها تحت تأثیر بارهای متفاوتی قرار می گیرند و اغلب در شرایط عملی بارهای وارده از جلو به عقب و یا بعکس می‌باشد و آنها را می‌توان براساس استاندارد انجمن کتابخانه‌ای آمریکا (Eckelman & Haviarova, 2006 و Haviarova, *et al.*, 2001) مورد آزمایش قرار داد.

تحقیقات مناسبی در زمینه اتصال‌ها و طرح‌ها با همدیگر وجود دارد. به‌طوری‌که اتصال صندلی‌های طراحی شده برای مدارس با اتصالات کام و زبانه پین شده، و با استفاده از چسب و عدم استفاده از چسب مورد بررسی قرار گرفت. مقاومت اتصالات زبانه‌دار آغشته به چسب با پین به قطر ۰/۱۲۵ اینچ نسبت به اتصالات آغشته به چسب بدون پین بیش از ۸۰ درصد بهبود یافته است. این نتایج نشان داد که ممکن است بتوان اتصالات زبانه‌دار را تنها به‌وسیله پین محکم کرد. چون هم چسب و هم پین‌دار کردن قیمت تمام شده را بالا می‌برد. همچنین پایه‌های صندلی که به‌وسیله سه قید اتصال داده شده بود نسبت به صندلی‌هایی که به‌وسیله دو قید متصل شده بودند، تقریباً ٤۰ درصد بادوام‌تر بود. احتمالاً در هنگام ساخت اتصالات و قبل از بارگذاری زبانه اتصال در نقطه کور می‌شکند و ما نمی‌بینیم. البته بیشتر شکست‌های زبانه‌ای شکسته شده در قیدهای پهلویی از دیواره پایه‌های عقب رخ داده است (Eckelman & Haviarova, 2006). مقاومت و استحکام صندلی‌هایی که با اتصال‌های متفاوتی ساخته شده‌اند مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد دو نوع از صندلی‌ها که دارای اتصال کام و زبانه گرد و اتصال متقاطع لبه به لبه هستند دوام و استحکام بیشتری دارند. این نوع صندلی‌ها به طور مطلوبی نیرو را در داخل قیدها توزیع کرده بودند و در نتیجه پایداری و مقاومت بیشتری داشتند (Haviarova *et al.*, 2001). مدل بارگذاری استاندارد آمریکا برای آزمون صندلی‌ها براساس مدل بارگذاری مرحله‌ای می‌باشد. این روش در تعیین مقدار دوام و مقاومت انواع مبلمان کارایی دارد و برای آزمون‌های صندلی‌های متفاوت استفاده می‌شود (Eckelman, 1999).

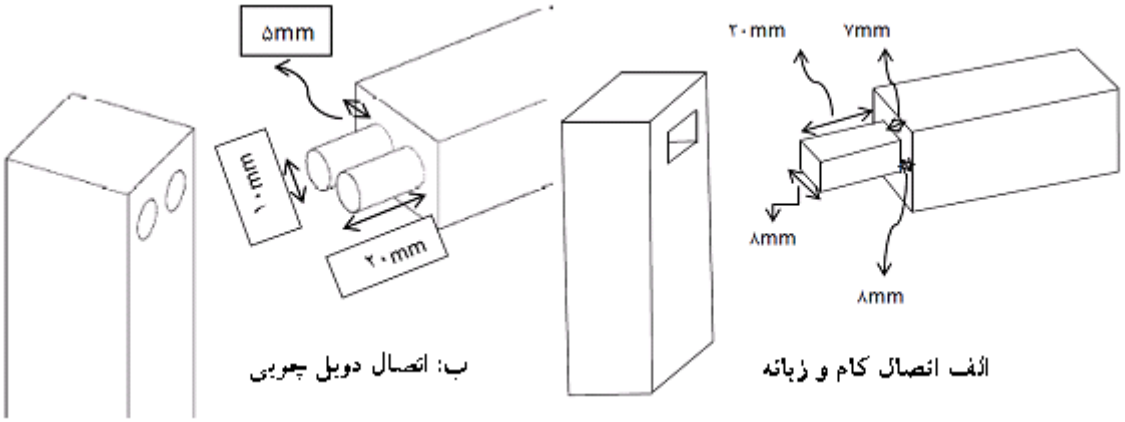
بنابراین فراهم آوردن حداکثر استحکام در سازه مبلمان از نکات بسیار مهم در صنعت تولید مبلمان است. از طرفی به‌دلیل سهولت در ایجاد اتصال دوبل و کام و زبانه از این اتصالات به طور گسترده‌ای در مبلمان چوبی نظیر صندلی استفاده می‌شود. بررسی مقاومت مکانیکی این اتصالات در صندلی ضروری می‌باشد و تاکنون این نوع اتصال‌ها و طرح‌های صندلی در ایران با همدیگر مقایسه نشده است. طرح و اتصال صندلی به صورت هماهنگ با این تحقیق بررسی می‌شود و عملکرد قیدها و دو نوع اتصال با همدیگر مقایسه می‌شود.

مواد و روش‌ها

طرح و ابعاد صندلی‌هایی که در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفته‌اند در شکل ۱ نشان داده شده است. صندلی‌های چوبی با طرح‌های متفاوتی در کارگاه‌ها و کارخانه‌های داخلی تولید می‌شوند و دو طرح مورد استفاده در این تحقیق بیشترین تولید را دارند. طرح اول صندلی با قید پایین می‌باشد و طرح دوم بدون استفاده از آن می‌باشد. اغلب این نوع صندلی‌ها در کارگاه‌ها و کارخانه‌های ایران تولید می‌شود و ابعاد و اجزاء آن براساس پیمایش میدانی و منابع علمی بشرح شکل ۱ انتخاب شد. این نوع صندلی‌ها فقط از چوب ماسیو سپیدار از خانواده بید *Salicacea* و از جنس صنوبر *Popolus* ساخته شدند.



شکل ۱ ـ طرح و ابعاد صندلی آزمونی به‌همراه روش اعمال نیرو از جلو به عقب



شکل ۲ ـ ابعاد و طرح اتصال: الف- کام و زبانه و ب- دوبل چوبی

دو نوع اتصال مورد استفاده در این تحقیق شامل: کام و زبانه و دوبل بیشترین کاربرد را در این نوع صندلی‌های چوبی دارند. ابعاد و طرح اتصالات معمول مورد استفاده عموم تولیدکنندگان براساس پیمایش میدانی و منابع علمی بشرح شکل ۲ انتخاب شده است.

مواد مصرفی در این تحقیق شامل چوب گونه سپیدار سالم با وزن مخصوص ۰/۴۲ گرم بر سانتی‌متر مکعب که از کارگاه چوب‌بری تهیه شد، چسب پلی‌ونیل استات موجود در بازار و همچنین دوبل چوبی آجدار از گونه ممرز می‌باشد و به صورت آماده مصرف در بازار عرضه می‌شود و این دوبل‌ها فاقد هرگونه معایب ساختاری و کاملاً راست تار بوده‌اند. مشخصات چسب و دوبل چوبی مورد استفاده بشرح زیر می‌باشد.

چسب پلی‌ونیل استات: رنگ ظاهری سفید شیری، pH برابر ۳، دانسیته ۰/۷ g/cm^3 و مواد جامد در چسب مایع ۴۰ درصد می‌باشد. دوبل چوبی: گونه چوبی ممرز، قطر ۱۰ میلی‌متر، طول ۴۰ میلی‌متر و دانسیته ۰/۸ g/cm^3 می‌باشد.

برش چوب به ابعاد مورد نظر به‌وسیله اره گرد انجام شد. برای ساخت اتصال دوبل از مته‌هایی با قطر مساوی قطر دوبل استفاده شده که طول هر یک از دوبل‌ها ٤ برابر قطر یعنی ٤٠ میلی‌متر می‌باشد. برای ایجاد کام در اتصال کام و زبانه از مته به قطر ۸ میلی‌متر به اندازه یک سوم ضخامت قید در صندلی‌ها استفاده شده که طول سوراخ هر کام و طول هر زبانه ۲۰ میلی‌متر و عرض آنها ۲۱ میلی‌متر می‌باشد.

بنابراین، این تحقیق دارای دو فاکتور (دو نوع طرح ساخت) و هر کدام دارای دو سطح (دو نوع اتصال شامل: کام و زبانه، دوبل چوبی) می‌باشد. طرح حاضر دارای چهار تیمار (ترکیب سطوح و فاکتور) در سه تکرار (۱۲ صندلی) است. نمونه‌های اتصال یافته به‌وسیله چسب به مدت ٢٤ ساعت به‌وسیله گیره دستی تحت فشار بودند. نمونه‌های آزمونی در کارگاه صنایع چوب دانشگاه زابل ساخته شد و بعد آزمایش شدند. صندلی‌های آماده‌سازی شده تحت تأثیر بارهای وارده از جلو به عقب قرار گرفتند و مشابه استاندارد انجمن کتابخانه‌ای آمریکا آزمون شدند. به‌منظور بارگذاری از جلو به عقب در شکل ۱ مشاهده می‌شود. بارگذاری توسط دستگاه تست یونیورسال از جلو به عقب انجام شد. ابتدا صندلی ساخته شده بر روی یک سطح تثبیت می‌شود و به صورتی نیرو از طریق این

دستگاه اعمال می‌شود که صندلی لغزش نداشته باشد و یک تکیه‌گاه بر روی انتهای این سطح و در پشت پایه‌های عقبی صندلی وجود دارد تا از حرکت رو به عقب صندلی جلوگیری کند. بارگذاری از جلو به عقب صندلی توسط یک تسمه فلزی اعمال می‌شود. تسمه فلزی به سطح زیر صندلی وصل می‌شود و از قید جلوی صندلی و بالای سطح نشست‌گاه عبور کرده و از طریق یک قرقره به دستگاه تست یونیورسال متصل می‌شود. روش بارگذاری دستگاه و ثبت حداکثر نیروی اعمال شده در شکل ۳ مشاهده می‌شود.

شکل ۳- روش بارگذاری دستگاه و ثبت حداکثر نیروی اعمال شده بر روی صندلی‌ها

خطای آزمایش با شرایط ساخت یکسان، ازجمله ضخامت خط چسب مشابه، ابعاد قطعات و اتصالات هم اندازه کاهش می‌یابد. سرعت بارگذاری برای اندازه‌گیری حداکثر نیرو، برابر با ٦/٥ میلی‌متر بر دقیقه تنظیم شد. داده‌های حاصل از آزمون‌ها، با استفاده از نرم‌افزار SPSS و MSTSTC تجزیه و تحلیل آماری شده و مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد انجام شد. در نهایت بهترین طرح صندلی با اتصال مناسب انتخاب شد.

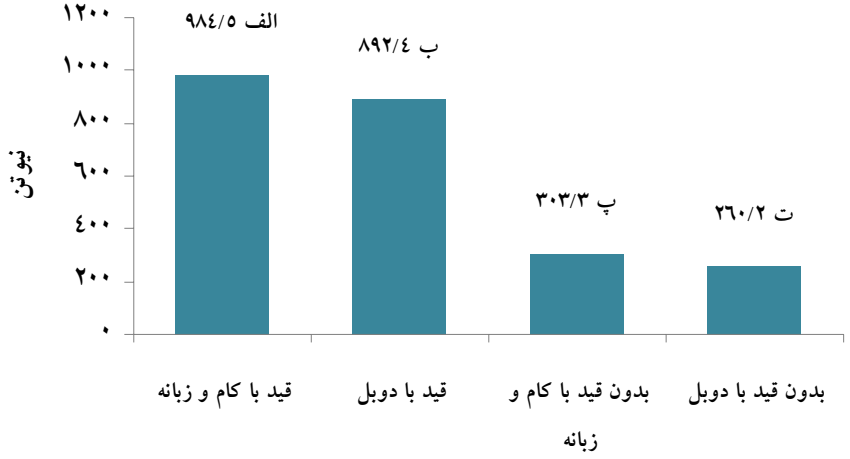
نتایج

نتایج محاسبه میانگین تیمارها همراه با انحـراف معیـار آنها که حداکثر مقاومت به شکست صندلی‌ها برای هـر دو نوع اتصال را نشان می‌دهد، در جدول ۱ مشاهده می‌شود.

جدول ۱- میانگین و انحراف معیار تیمارها

طرح	اتصال	میانگین بار حداکثر (نیوتن)	انحراف معیار
بدون قید	دوبل	۲٦۰/۱۷	۱۰/٦۰
بدون قید	کام و زبانه	۳۰۳/۳۰	٦/۵۲
بدون قید	دوبل و کام و زبانه	۲۸۱/۷۳	۲٤/۹۰
قید	دوبل	۸۹۲/۳۷	۱۳/۸٤
قید	کام و زبانه	۹۸٤/٤۷	۲۲/۹۷
قید	دوبل و کام و زبانه	۹۳۸/٤۲	۵۳/۲۲

نتایج مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل براساس آزمون مقایسه میانگین دانکن بشرح شکل ٤ می‌باشد.



شکل ٤- نتایج آزمون دانکن مقایسه میانگین‌ها

اغلب این صندلی‌ها در اتصالات پایه‌های عقبی می‌شکستند و محل این شکست بشرح شکل ۵ می‌باشد.

شکل ۵- شکست صندلی پس از بارگذاری در محل اتصال پایه‌های عقبی صندلی

بحث

نتایج تجزیه و تحلیل آماری بشرح جدول ۲ می‌باشد و نشان می‌دهد که تیمارها و اثرات متقابل آنها معنی‌دار می‌باشد.

جدول ۲- نتایج تجزیه و تحلیل واریانس تیمارها

منابع	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	معنی‌داری
مدل اصلاح شده	۳	٤۳٦٤۰٥	۱۹۹۸	۰/۰۰۰
اثرات متقابل	۱	٤٤٦٦۲۹۸	۲۰٤٥۰	۰/۰۰۰
طرح	۱	۱۲۹۳٦۹۹	٥۹۲۳	۰/۰۰۰
اتصال	۱	۱۳۷۱٦	٦۳	۰/۰۰۰
طرح * اتصال	۱	۱۷۹۸	۸	۰/۰۲۱
خطا	۸	۲۱۸		
کل	۱۲			R Squared=۰/۹۹۹
کل اصلاح شده	۱۱			

نتایج آزمون اعمال نیروی جلو به عقب برای صندلی‌ها نشان داد که بیشترین مقاومت را صندلی‌های دارای مهار (قید) در پایه‌ها دارند که تقریباً سه برابر مقاومت بیشتری نسبت به طرح بدون مهار داشته‌اند. همچنین اتصال کام و زبانه در مقایسه با اتصال دوبل مقاومت بهتری نشان دادند (جدول ۱ و ۲). بنابراین فاکتور طرح صندلی یعنی صندلی‌های دارای قید در پایه و بدون قید در پایه اختلاف معنی‌داری با همدیگر دارند و از طرف دیگر فاکتور اتصال قطعات یعنی اتصال کام و زبانه و اتصال دوبل چوبی نیز اختلاف معنی‌داری با همدیگر دارند (جدول ۲). جدول ۲ و شکل ٤ نشان می‌دهد که اثرات متقابل تیمارها یعنی طرح‌های صندلی در اتصال‌های قطعات با همدیگر اختلاف معنی‌داری دارند و آزمون مقایسه میانگین دانکن نشان می‌دهد که چهار گروه تیمار به‌ترتیب شامل الف- قید با کام و زبانه، ب- قید با دوبل چوبی، پ- بدون قید با کام و زبانه و ت- بدون قید با دوبل چوبی، بیشترین به کمترین مقاومت را دارند.

مقاومت صندلی‌های با اتصال کام و زبانه نسبت به اتصال دوبل چوبی بیشتر است (جدول ۱ و ۲). مطالعات Eckelman (۲۰۰۳) نشان می‌دهد که اتصال کام و زبانه قویتر از اتصال دوبل چوبی می‌باشد. مطالعات دیگر نیز نشان می‌دهد که مقاومت اتصال دوبل چوبی در تخته‌فیبر با دانسیته متوسط (Ghofrani & .Noori, 2009) و در تخته خرده‌چوب (Noori & Ghofrani, 2006) نسبت به اتصال پیچ مقاومت کمتری دارد. همچنین دوبل چوبی از گونه چوبی ممرز و اسکلت صندلی از چوب صنوبر می‌باشد. تحقیقات Sai و همکاران (۱۹۹۳) نشان می‌دهد که مقاومت اتصال با پین چوبی از گونه چوبی متفاوت اختلاف معنی‌داری با همدیگر ندارند و از طرف دیگر این شرایط در تمام تیمارها یکسان می‌باشد و مشابه شرایط عملی در کارگاه‌ها می‌باشد. بافت چوبی اتصال کام و زبانه با اسکلت چوبی صندلی همگن می‌باشد، ولی دوبل چوبی از گونه ممرز و اسکلت صندلی از چوب سپیدار می‌باشد. مستطیل شکل بودن اتصال کام و زبانه باعث ایجاد استحکام بیشتر شده است. ثبات اتصال کام و زبانه در استحکام آن مؤثر است، در صورتی که دوبل چوبی در سوراخ اتصال با طول بزرگ‌تر قرار می‌گیرد. به‌طورکلی آزادی پین در سوراخ اتصال بر مقاومت تخته مؤثر می‌باشد (Kyuchukov *et al.*, 1999). آجدار بودن دوبل چوبی (Ghofrani & Noori, 2009) و عدم توانایی حرکت اتصال‌ها باعث ایجاد شکست در جای خود می‌شود. خط چسب در اتصال دوبل چوبی در دو قطعه روبروی هم و یا در سراسر طول دوبل چوبی یعنی ٤٠ میلی‌متر می‌باشد، ولی در اتصال کام و زبانه در یک طرف و به طول ۲۰ میلی‌متر می‌باشد (شکل ۲). بنابراین استحکام اتصال دوبل چوبی می‌تواند کمتر از اتصال کام و زبانه باشد.

صندلی‌هایی که دارای اتصال کام و زبانه می‌باشند استحکام بیشتری دارند و نیروها را به‌طور مطلوبی در داخل قید توزیع می‌کنند (Haviarova *et al.*, 2001). مقاومت بیشتر صندلی‌های دارای قید در پایه‌ها (شکل ٤) به دلیل توزیع خوب نیرو در سازه به‌وسیله مهار یا همان قید می‌باشد. مقاومت بیشتر صندلی‌های دارای مهار در تحقیقات قبلی نیز مشخص است. صندلی‌های با طرح مهار در تحقیقات Haviarova و Eckelman (۲۰۰٦) دارای مقاومت بیشتری هستند و با افزایش تعداد قیدها مقاومت صندلی زیادتر شده است. علت آن مشارکت عضو مهار در تحمل نیرو می‌باشد و به نسبت قید سبب

افزایش سفتی چهار چوب صندلی می‌گردد. هنگام اعمال نیرو از جلو به عقب نقش مهار در توزیع نیرو بیشتر می‌گردد، زیرا وقتی نیرو از جلو به عقب وارد می‌شود دو پایه عقب به‌عنوان تکیه‌گاه مفصلی عمل کرده و نیرو به دو پایه عقبی وارد می‌شود. مهار کار انتقال نیرو را به پایه‌های جلویی انجام می‌دهد. این قسمت از نقش سازه‌ای مهار را با مفصلی در نظر گرفتن اتصال دو سر آن می‌توان بهتر تجسم نمود. وقتی سازه صندلی زیر بار تغییر مکان می‌یابد، مهار سبب می‌شود که هر دو عضو متصل به آن به صورت واحد عمل کنند و در نتیجه بخشی از نیرو به پایه‌های جلو وارد می‌شود و مقاومت به شکست صندلی بیشتر می‌شود (Ebrahimi, 2007).

صندلی‌های آزمون شده اغلب در قسمت اتصالات پایه‌های عقبی می‌شکستند و بیشتر شکست‌ها در محل اتصال قید به پایه‌های پشتی اتفاق می‌افتد (شکل ۵). تحقیقات Haviarova و Eckelman (۲۰۰۶) نیز نشان می‌دهد که بیشتر شکست‌ها با توجه به زبانه‌های شکسته شده در قیدهای پهلویی از دیواره پایه‌های عقب رخ داده است. چون این قسمت تحت تأثیر بیشترین نیروی کشش و خمش قرار می‌گیرد که باعث شکست در محل اتصال می‌گردد و تمرکز تنش در محل این اتصالات می‌باشد و با شکسته شدن آن شکل هندسی و پایداری خود را از دست می‌دهد.

به‌طورکلی اتصال کام و زبانه و وجود قید در صندلی‌های چوبی از نظر کیفی بسیار مطلوب می‌باشد، ولی کاهش هزینه‌ها و افزایش سرعت تولید در شرایط کارگاهی کارآیی بیشتری دارد و به این دلیل احتمالاً اتصال دوبل چوبی و طرح‌های ارزان‌قیمت‌تر (صندلی‌های بدون قید) برای تولید انتخاب می‌شود.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد که صندلی‌های دارای قید در پایه صندلی و با اتصال کام و زبانه نسبت به مدل‌های دیگر نیروی بیشتری را تحمل می‌کنند. قید در پایه صندلی باعث توزیع مناسب نیرو می‌شود. اتصال کام و زبانه در ساخت صندلی مناسب‌تر از اتصال دوبل چوبی می‌باشد. قیدها در ساخت صندلی در اولویت می‌باشد و سپس اتصال کام و زبانه مهم می‌باشد. ازاین‌رو صندلی‌های ساخته شده با طرح قید و اتصال کام و زبانه بیشترین مقاومت و صندلی‌های ساخته شده با اتصال دوبل چوبی و بدون قید کمترین مقاومت را خواهند داشت و بقیه طرح‌ها با اتصالات دارای مقاومت بین این دو می‌باشند.

منابع مورد استفاده

-Bahmani, M., Ebrahimi, G. and Fathi, L., 2009. 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)
-Bayatkashkoli, A. and Nazerian, M., 2011. Determination of proper college student chair dimension and comparison with the prevalent model. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research, 26(4): 772-784. (In Persian)
-Dalvand, M., Ebrahimi, Gh., Tajvidi, M. and Layeghi, M., 2013. 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 casetype furniture. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research, 28(1): 11-23. (In Persian)
-Ebrahimi, G., 2007. Design engineering of furniture structural. Tehran University Press, Tehran, 491. (In Persian)
-Eckelman, C., 1999. Performance testing of side chairs. springer–verlag journal. 57: 227-234.
-Eckelman, C., 2003. Textbook of product engineering and strength design of furniture.

-kyuchukov, G., Jivkov, V., Karalivanos, A. and Jelacic, D., 1999. Fit influence on the withdrawlal strength of dowel joints from wood composite. Faculty Forestry, University of Zagreb, Zagreb. 125-130 p.
-Noll, T., 2007. Wood workers joints book. Apple press, United kingdom, 192 p.
-Noori, H. and Ghofrani, M. 2006. Lateral holding strength of dowel, screw and metal corner joints constructed of particleboard and veneer particleboard. Pajouhesh & Sazandegi, 72 : 2-14. (In Persian)
-Sai, A., Ashaari, H., Roslan, A. and Hilmi, M., 1993. Withdrawal and bending strength 0f dowel from three Malasian timbers. Journal of tropical forest science. 6 (1): 74-80.
-Tas, H.H., 2010. Strength properties of L–profiled furniture joints constructed with laminated wooden panels. Scientific Research and Essays, 5(6): 545–550.
Purdue University Press. West Lafayette, USA, 231 p.
-Eckelman, C. and Haviarova, E., 2006. Performance test of school chairs constructed with round mortise and tenon jounts. Forest products journal. 56(3): 51.
-Ghofrani, M. and .Noori, H., 2009. Lateral holding strength of wooden dowel, screw and ready-to-assemble joints (RTA joints) constructed of Medium Density Fiberboard (MDF). Iranian Journal of Wood and Paper Science Research, 24(2): 219-231. (In Persian)
-Haviarova, E., Eckelman, C. and Erdil, Y., 2001. Design and testing of environmentally friendly wood school chairs for developing countries. forest products journal, 51(3): 58-64.
-Horwood, R., 1999. Wood workers hand book. New Holland publisher, London, 160 p.
-Jackson, A. and Day, D., 1995. Good wood joints. Harpercollins publisher. London, 128 p.

Comparing the mechanical strength of wooden chairs constructed using two patterns and mortise and tenon and dowel joints

Bayatkashkoli, A.[1*] and Jamshedzadeh, M.[2]

1*- Corresponding author, Associate professor, paper and wood technology and sciences department, natural resources faculty, university of Zabol, Email : rbayatkashkoli@yahoo.com
2- Graduate student, paper and wood technology and sciences department, natural resources faculty, university of Zabol

Received: Dec., 2012 Accepted: Feb., 2014

Abstract

Member joints and furniture designs are very important in the production of these elements and the strength of the structure is affected by both the joints and designs. The performance of the chairs made from poplar wood against the front to back load test and also, mechanical strength of mortise and tenon and dowel joints were evaluated and compared. Two types common wooden chairs having side stretcher or without side stretcher, and also the chairs structured by common joints and poly vinyl acetate (PVA) adhesive are evaluated and their maximum strength were measured. The results showed that treatments and intercept treatments were statistically significant with the 95% confidence. Duncan analysis for comparison of the averages showed that maximum load of different treatments can be classified into four category; A; Pattern of side stretcher with mortise and tenon joint (984.5 N), B; Pattern of side stretcher with dowel joint (892.4 N), C; Pattern without side stretcher with mortise and tenon joint (303.3 N), D; Pattern without side stretcher with dowel joint (260.2 N). Since, all treatments showed statistically significant differences, it can be conclude that the maximum strength of the chairs is significantly influenced by the pattern of side stretcher and the other factor is the mortise and tenon joint.

Key words: Maximum strength; structure pattern; joint of mortise and tenon; dowel joints.