بررسی مقاومت اتصال بیسکویت چوبی در تخته فیبرنیمه سنگین و تخته خرده چوب تحت بارهای کششی و برشی در اعضای T و L شکل

چکیده

هدف ازاین پژوهش،بررسی توان نگه‌داری اتصالT شکل، مقاومت برشی و ظرفیت لنگر خمشی در بارگذاری کششی اتصال‌های Lشکل ساخته‌شده با بیسکویت چوبی بود. نوع چندسازه اعضای اتصال شامل تخته فیبر نیمه سنگین (MDF) و تخته خرده چوبو اندازه بیسکویت ۱۰ و ۲۰ (یک بیسکویت در هر اتصال)، متغیرهای این تحقیق بودند. پس از ساخت نمونه‌ها با استفاده از چسب پلی‌وینیل استات (PVAc)، آزمون‌های توان نگه‌داری اتصال T شکل، مقاومت برشی و ظرفیت لنگر خمشی اتصال‌هایLشکل انجام شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد کهاثر مستقل نوع چندسازه و اندازه بیسکویت با سطح اعتماد ۹۵ درصد بر توان نگه‌داری، مقاومت برشی و ظرفیت لنگر خمشیدر بارگذاری کششی قطری اتصال‌های بیسکویت،معنی-داراست. نتایج هم‌چنین نشان داد که اتصال‌های T شکل ساخته‌شده با بیسکویت چوبی از اعضای MDF، توان نگه‌داری بیشتری از اتصال‌های با اعضای تخته خرده چوب‌دارند. توان نگه‌داری اتصال‌های Tشکل ساخته‌شده با بیسکویت ۲۰ نسبت به اتصال‌های ساخته‌شده با بیسکویت ۱۰ بیشتر بود. مقاومت برشی و ظرفیت لنگر خمشی در بارگذاری کششی قطری اتصال‌های ساخته‌شده L شکل با اعضای MDFبیشتر از اتصال‌های ساخته‌شده با اعضای تخته خرده چوب بود. اتصال‌های Lشکل ساخته‌شده با بیسکویت ۲۰ مقاومت برشی و ظرفیت لنگر خمشی در بارگذاری کششی بالاتری را نسبت به اتصال‌های ساخته‌شده با بیسکویت ۱۰ نشان دادند. درمجموع بیشترین مقدار توان نگه‌داری، مقاومت برشی و ظرفیت لنگر خمشی در بارگذاری کششی، در اتصال‌های ساخته‌شده با MDFو بیسکویت ۲۰ مشاهده شد.

واژگان کلیدی: اتصال بیسکویت، توان نگهداری، مقاومت برشی،ظرفیت لنگر خمشی، MDF، تخته خرده چوب.

عبدالله حسین زاده[۱]*

[۱] استادیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس، مازندران، ایران

مسئول مکاتبات:

abdollah279@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۴/۰۹

مقدمه

درصنایع‌مبلمان و دکوراسیون داخلی جهت تولید فرآورده‌های کاربردی و نمایشی (دکوراتیو) شامل انواع مبل و صندلی، میزهای اداری و مطالعه، میزهای پذیرایی، کابینت و کمد دیواری، کنسول‌ها، مبلمان اتاق‌خواب، دکوراسیون نمایشگاهی، فروشگاهی، آتلیه‌ای و غیره از مواد چندسازه چوبی مانند تخته فیبرنیمه‌سنگین (MDF)[1]وتخته خرده چوباستفاده می‌شود. رفتار این فرآورده‌ها در محصول‌هایساخته‌شده، می‌بایست در برابر اثرهای فیزیکی و مکانیکی بررسی گردد و این مسئله فواید بسیاری به لحاظ فنی، زیبایی‌شناختی و اقتصادی برای طراحان، تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان خواهد داشت

[1] Medium density fiberboard

[۱]. برای ایجاد تنوع در حجم، فرم، شکل و طرح این سازه‌ها، اتصال‌های متنوعی به کارمی‌روند که ارجحیت در انتخاب آنها توسط صنعت‌گران به‌طورکلی مانند مقاومت مناسب، سرعت ساخت، سادگی اتصال، مخفی بودن و هزینه کمتر ساخت بستگی دارد.اتصال‌هایاستفاده‌شده در ساخت سازه‌های چوبی تحت تأثیر بارهای فشاری، کششی، خمشی و برشی یا ترکیبی از آنها قرار می‌گیرندو مقاومت و سفتی اتصال به‌طورمعمول مقاومت و سفتی مبلمان را تعیین می‌کند.بنابراین در طراحی اتصال‌های سازه‌ها،لازم است متغیرهای مهم در مقاومت و استحکام آنها بررسی گردد [۲و ۳].اتصال‌دهنده‌ی بیسکویت ازجمله اتصال‌دهنده‌های مخفی است که از جنس چوب یا پلاستیک بوده و استفاده از آن می‌تواند علاوه بر تسریع در فرآیند ساخت، استحکام سازه را نیز تقویت نماید. بیسکویت‌ها در اتصال‌های ساخته‌شده با آنها، رطوبت چسب‌های پایه آبی را جذب نموده و با واکشیده‌شدن در شیارها، باعث ایجاد اتصال مناسب و محکم می‌شوند [۳]. Omraniو همکاران (۲۰۱۹) در مطالعه‌ای ظرفیت تحمل تنش اتصال گوشه‌ای فارسی ساخته‌شدهبا بیسکویت تحت بارگذاری فشاری و کششی قطری را بررسی کردند. آنها در ارزیابی اثر عوامل مؤثر،اتصال‌هارا از دو نوع چوب راش و نراد، یک تا دو بیسکویت در اندازه ۱۰ و ۲۰ و سه نوع چسب پلی وینیل استات، پلی‌اورتان و اوره فرمالدهیدساختند. نتایج نشان داد که ظرفیت تحمل تنش اتصال‌های ساخته‌شده با گونه‌ی راش نسبت به گونه‌ی نراد بیشتر بوده و با افزایش اندازه و تعداد بیسکویت، ظرفیت تحمل تنش افزایش یافت [۴]. این محققین در بررسی دیگری تحمل تنش اتصال T شکل ساخته‌شده با بیسکویت چوبی را با شرایط مشابه و استفاده از یک بیسکویت در اتصال، مورد آزمون قرارداده و در نهایت بهترین عملکرد اتصال‌های ساخته‌شده با بیسکویت را بااتصال‌هایساخته‌شده با دوبل چوبی مقایسه نمودند. اتصال‌های ساخته‌شده با بیسکویت نسبت به اتصال‌های ساخته‌شده با دوبل چوبی، توان نگهداری بیشتری را نشان دادند Rashedi.[۵](۲۰۱۷) ظرفیت لنگر خمشی اتصال گوشه‌ای فارسی ساخته‌شده با قلیفدر تخته خرده چوبو MDFرا مطالعه و اثر عمق نفوذ و جنس قلیف را در این رابطه بررسی کرد.طبق نتایج درمجموع، ظرفیت لنگر خمشی در حالت بارگذاری فشاری بیشتر از بارگذاری کششی است. در بارگذاری کششی، ظرفیت لنگر خمشی اتصال حاصل از تخته خرده چوب، بیشتر از اتصال حاصل از MDFبوده، درحالی‌که در بارگذاری فشاری این کمیت در اتصال MDFبیشتر از تخته خرده چوبگزارش‌شده است Zhang.[۶]و Eckelman(۱۹۹۳) در بررسی اتصال‌های گوشه‌ای ساخته‌شده از تخته خرده چوب با پین بیان داشتند که ظرفیت لنگر خمشی اتصال در حالت بارگذاری فشاری به مقاومت چسبندگی داخلی تخته ارتباط دارد ولی این ظرفیت در حالت بارگذاری کششی تحتتأثیر چسبندگی بین سطوح قرار می‌گیرد Vassiliou.[۷]و Barboutis(۲۰۰۸)در یک آزمایش اثر نوع چسب، نوع صفحه و نوع بیسکویت را بر مقاومت کششی اتصال بررسی نموده و پی بردند که اتصال ساخته‌شده با MDFقدرت بیشتری از اتصال مشابه در تخته خرده چوب ایجاد می‌کند. قدرت کششی اتصال بیسکویتی با چسب پلی‌اورتان بالاتر از چسبپلی‌وینیل استات بود و همچنین قدرت کششی اتصال بیسکویت چوبی تقویت‌شده با چسب، بیشتر از اتصال مشابه بیسکویت پلاستیکی بود Altun.[۸]و همکاران (۲۰۱۰) مقاومت فشاری اتصال گوشه‌ای در MDFبه کمک پین دم چلچله از جنس پلی‌وینیل کلراید با استفاده از سه نوع چسب پلی‌وینیل استات، پلی‌اورتان و سیانو آکریلات را مطالعه کردند Tankut.[۹]وTankut(۲۰۰۴) در آزمایشی که به‌منظور ارزیابی اثر برخی عوامل بر مقاومت اتصال‌های گوشه‌ای مبلمان ساخته‌شده با بیسکویت چوبی انجام دادند، بیان‌داشتند که اتصال چسبیده و ساخته‌شده از تخته خرده چوب زیر بارکششی، ظرفیت لنگر خمشی بیشتری از اتصال مشابه در تخته فیبرنیمه سنگیندارد. هرچند زیر بار فشاری در گوشه، اتصال‌های مذکور در تخته فیبر نیمه‌سنگین مقاومت بیشتری از تخته خرده چوب از خود نشان‌دارند. بهترین فاصله بین بیسکویت‌ها به لحاظ مقاومتی ۶/۵ تا ۷/۵ سانتی‌متر تعیین شد [۱۰]. Tankutو Tankut(۲۰۰۹) تأثیر نوع اتصال‌دهنده (قلیف، بیسکویت و دوبل با شیار مارپیچی و صاف)، نوع چسب و جنس پانل بر مقاومت به لنگر خمشی را بررسی کردند و نشان دادند که

مقاومت به لنگر خمشی در حالت بارگذاری کششی بیشتر از بارگذاری فشاری است. آنها بیان داشتند که مقاومت اتصال‌های ساخته‌شده با MDFو دوبل با شیار مارپیچی بیشتراست [۱۱].Kahvandو همکاران (۲۰۱۴) اثر گونه‌ی چوبی، تعداد و اندازه بیسکویت ونوع چسب را بر ظرفیت لنگر خمشی اتصال با بیسکویت و پین چوبی مورد مطالعه قرارداده و دریافتند که تمامی این عوامل بر ظرفیت لنگر خمشی اثر معنی‌داری داشته‌اند. با افزایش تعداد و اندازه بیسکویت، ظرفیت لنگر خمشی اتصال افزایش یافت و اتصال‌های ساخته‌شده با بیسکویت نسبت به پین چوبی، استحکام بیشتری داشتند [۱۲].Kociszewski(۲۰۰۵)در یک بررسی نتیجه گرفت که با افزایش اندازه بیسکویت و تعداد آنها، مقاومت فشاری اتصال گوشه‌ای در تخته خرده چوب بیشتر و تنش ناشی از آن، کمتر می‌شود [۱۳].BoryenوBurke(۲۰۰۶) از چهار اندازه بیسکویت در اتصال گوشه‌ایLشکل در چوب کاج استفاده کرده و دریافتند که با افزایش اندازه بیسکویت، مقاومت اتصال نیز افزایش پیدا می‌کند [۱۴].Rangavarو Abbasi(۲۰۱۷) در تحقیقی به بررسیظرفیت لنگر خمشی و تحمل تنش (گوشه‌ی داخلی و بیرونی) در اتصال‌های بیسکویتی Lشکل ساخته‌شده از چوب ماسیو،تخته خرده چوبوMDF بابیسکویت اندازه‌ی صفر، ۱۰ و ۲۰پرداختند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که با افزایشاندازه‌ی شماره‌ی بیسکویت از صفرتا ۲۰ (افزایش طول و عرض بیسکویت)، لنگر خمشی و ظرفیت تحمل تنش اتصال‌های ساخته‌شده افزایش می‌یابد و کمترین مقدار این خواصدر اندازه‌ی بیسکویت شماره‌ی صفر مشاهده شد. همچنین نتایج بررسی جنس اعضای اتصال نشان داد که بیشترین ظرفیت تحمل تنش در اتصال‌های ساخته‌شده از گونه‌ی راش بوده است که به ترتیب بیشتر از اتصال‌های ساخته‌شده از چوب صنوبر، MDFو تخته خرده چوبود [۲]. علی‌رغم مطالعه‌هایانجام‌شده، در روش کارگاهی صنعت مبلمان، ساخت کابینت‌های جعبه‌ای دارای اتصال‌هایTو Lشکل از مواد چندسازه MDFو تخته خرده چوب،همچنانبه کمک پیچ فلزی و بدون استفاده از چسب، انجام می‌گیرد که به‌مرورزمان مشکلاتی را به لحاظ ثبات برای این سازه‌ها به وجود می‌آورد. لذابررسی‌های بیشتر دراین‌ارتباط و برروی فرآورده‌های داخلیو ارزیابی‌های مقاومتی مقایسه‌ای می‌تواند گامی مؤثر جهت کمک به صنایع مبلمان باشد تا در انتخاب و جایگزینی این نوع اتصال‌ها، آگاهانه عمل نمایند. تحقیق حاضر با هدف بررسی تأثیر نوع چندسازهMDFوتخته خرده چوب و اندازه بیسکویت بر توان نگه‌داری در اعضای T شکل، مقاومت برشی و ظرفیت لنگر خمشی در بارگذاری کششی قطری در اعضای L شکل انجام پذیرفت.

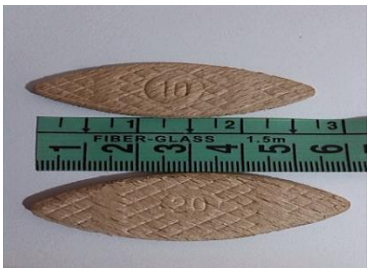
مواد و روش‌ها

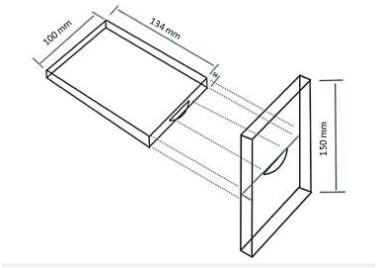
در این بررسی از دو نوع فرآورده چندسازه چوبی MDFو تخته خرده چوب به‌عنوان اعضای اتصال و دو اندازه بیسکویت برای ساخت اتصال‌ها استفاده شد. MDFو تخته خرده چوبمورداستفاده در این تحقیقاز شرکت پارس نئوپان (نشتارود مازندران) از نوع بدون روکش باضخامت۱۶ میلی‌متر تهیه شدند.خواص فیزیکی مانند دانسیته و میزان رطوبت و خواص مکانیکی مانند مدول‌گسیختگی (MOR)[2]،مدولالاستیسیته (MOE)[3] و چسبندگی داخلی (IB)[4] چندسازه‌های مورداستفاده،مطابق استانداردهای مربوط [۱۵، ۱۶، ۱۷ و ۱۸]اندازه‌گیری و در جدول ۱ ارائه شده است. از تخته‌های انتخابی، نمونه‌هایی به ابعاد ۱۵۰ میلی‌متر (در طول تخته) در ۱۰۰ میلی‌متر (در عرض تخته) به‌عنوان اعضای اتصال آماده شدند.قطعات بیسکویتی شکل که از جنس تخته لایه چوب راش فشرده‌شده است، با نام تجاری ماکیتا با دو شماره ۱۰ و ۲۰ تهیه شد (شکل ۱. الف).طول، عرض و ضخامت بیسکویت شماره ۱۰ و ۲۰ به ترتیب ۵۴×۱۹×۴ و ۶۰×۲۳×۴ میلی‌متر و نسبت قطر کوچک به قطر بزرگ در آنها تقریباً یک‌سوم بود(شکل ۱). برای چسباندن بهتر اعضای اتصال توسط بیسکویت، از چسب سرد نجاری پلی‌وینیل‌استات (PVAc)[5] موسوم به چسب چوب ۸۰۱ مشهد استفاده شد که جرم ویژه آن ۱/۰۸ گرم بر سانتی‌مترمکعب ومقدار مواد جامد آن حدود ۶۰ درصد بود.

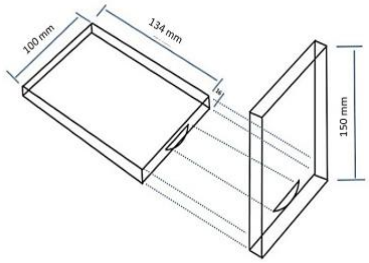
[2] Modulus of rupture
[3] Modulus of elasticity
[4] Internal bounding
[5] polyvinyl acetate

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی چندسازه‌های اعضای اتصال

نوع ماده اولیه	رطوبت (درصد)	دانسیته (گرم بر سانتی مترمکعب)	MOR (مگا پاسکال)	MOE (مگا پاسکال)	IB (مگا پاسکال)
MDF	۶/۵	۰/۷۴	۲۴/۵	۲۶۹۰	۰/۶۵
تخته خرده چوب	۷/۵	۰/۷۳	۱۵/۵	۱۹۸۰	۰/۵۵







الف ب ج

شکل ۱.الف.بیسکویت‌های شماره ۱۰ و ۲۰، ب. اتصال T شکل ج. اتصال L شکل

با توجه به سه نوع آزمون مکانیکی اتصال و سه تکرار در آزمایش، برای هر آزمون ۱۲ نمونه و درمجموع ۳۶ آزمونهساخته‌شده.آزمونه‌هایT شکل برای آزمون توان نگه‌داری اتصال تحت کشش(شکل ۱. ب) و آزمونه‌هایL شکل (اتصال گوشه‌ای) برای آزمون‌های برشی و لنگر خمشی در بارگذاری کششیقطری (شکل ۱. ج) ساخته شدند.باتوجه‌به‌اندازه و شکل بیضوی بیسکویت، در وسط عرض و نیز ضخامت قطعات به‌وسیله دستگاه بیسکویت-زن،شیارزنی انجام شد. سپس بیسکویت‌ها و شیارهای ایجادشده با چسب پلی‌وینیل استات چسب‌زنی شده،بیسکویت‌ها در شیار قرارگرفتهو قطعات آزمونه به-دقت مونتاژ و اتصال‌های T و Lشکل ساخته شدند. آزمونه-ها طوری ساخته شدند که تنها محل اتصال اعضا در هر دو نوع اتصال، خود بیسکویت باشد. برای خشک‌شدن چسب، اعضای ساخته‌شدهبه مدت ۲۴ ساعت به‌وسیله گیره نجاری تحت‌فشار نگه‌داشته شدند. آزمونه‌های ساخته‌شده سپس بهمدت دو هفته در شرایط آزمایشگاه با دمای ±۲ ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ±۵ ۶۵ درصد به تعادل رطوبتی رسیده و توسط دستگاه آزمون مکانیکی Universal PT۲۰L ساخت شرکت سنتام، تحت بارکششی در اتصال Tشکل،باربرشی و بارکششی قطری در اتصال L شکل قرار گرفتند تا مقاومت اتصال بیسکویت در اعضای حاصل از MDFو تخته خرده چوب محاسبه شود. در همه آزمون‌ها، بارگذاری تا نقطه شکست و جدا شدن اعضا ادامه یافت. در بارگذاری برشی، تمرکز تنش اعمالی بر محور تقارن طولی بیسکویت در محل اتصال گوشه، عمود بر قطعه افقی و مماس با قطعه عمودی بود. برای محاسبه توان نگه‌داری اتصال بیسکویت از رابطه ۱ و برای محاسبه مقاومت برشی از رابطه ۲ استفاده شد. لنگر خمشی اتصال بیسکویت در بارگذاری کششی نیز از رابطه ۳حاصل شد.

$$P = \frac{F_{max}}{2A}, \qquad A = \pi\left(\frac{D}{2}\times\frac{d}{2}\right), \qquad P = [F_m/(2\pi\left(\frac{D}{2}\times\frac{d}{2}\right)] \qquad (۱)$$

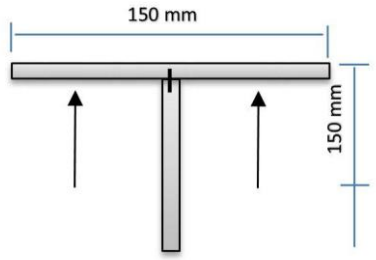
که در آن P، توان نگه‌داری اتصال بیسکویت (مگا پاسکال)، F_{max}، بار یا نیروی حداکثر در نقطه شکست (نیوتن)، A، سطح بیضوی بیسکویت (میلی‌مترمربع)، π: ۳/۱۴، Dوdبه ترتیب قطرهای بزرگ و کوچک بیسکویت به میلی‌متر می‌باشند.

$$P = \frac{F_{max}}{A}, \qquad A = \times, \qquad P = \frac{m}{t \times l} \tag{۲}$$

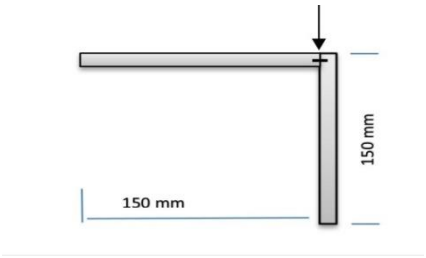
در این رابطه p، مقاومت برشی اتصال بیسکویت (مگا پاسکال)، F_{max}، بار حداکثر (نیوتن)، A، سطح مقطع بیسکویت (میلی‌متر مربع)، tوlبه ترتیب ضخامت و طول بیسکویت به میلی‌متر هستند.

در این رابطه M_t، ظرفیت لنگر خمشیدر بارگذاری کششیبرحسب نیوتن‌متر، P_{max}، بار حداکثربرحسب نیوتن و Y_tبازوی لنگر در بارگذاری کششیبرحسب متر است.

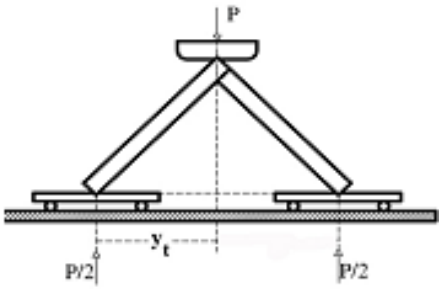
$$M_t = \frac{P_{max}}{2} \times Y_t \tag{۳}$$



الف



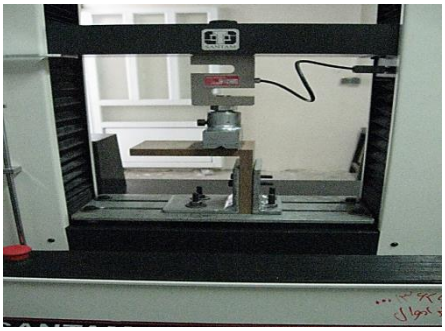
ب



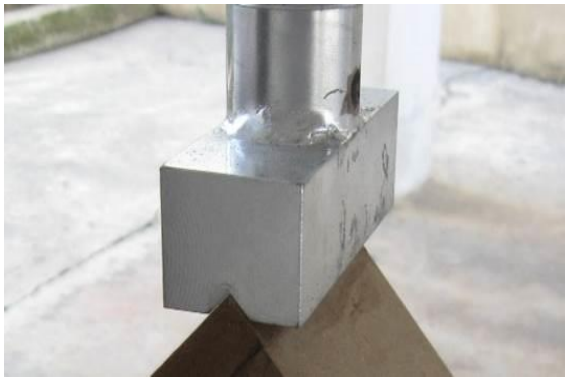
ج

شکل ۲. نیم‌رخ بارگذاری اتصال‌ها: الف، توان نگه‌داری اتصالب، مقاومت برشیج، ظرفیت لنگر خمشی در بارگذاری کششی

الف



ب



ج

شکل ۲. تصاویر بارگذاری اتصالات: الف، توان نگه‌داری اتصالب، مقاومت برشیج، ظرفیت لنگر خمشی در بارگذاری کششی

برای تجزیه و تحلیل آماری نتایج از آزمون فاکتوریل دو عامله متعادل در قالب طرح کامل تصادفی استفاده شد. در این رابطه اثر مستقل و متقابل عوامل متغیر بر ویژگی‌هایاندازه‌گیری شده به‌تفکیک مورد ارزیابی قرار گرفتند.

نتایج و بحث

جدول ۲ مقادیر میانگین مقاومت‌های کششی و برشی و نیز ظرفیت لنگر خمشی اتصال‌های حاصل از تیمارهای مختلف را که ازقطعات دو نوع چندسازه MDFو تخته خرده چوب و دو اندازه بیسکویت ۱۰ و ۲۰ حاصل شدند، نشان می‌دهد.

جدول ۲. میانگین مقاومت‌های اندازه‌گیری‌شده اتصال ساخته‌شدهاز بیسکویت در تیمارهای مختلف

نوع چندسازه	اندازه بیسکویت	توان نگهداری اتصالT (MPa)		مقاومت برشی در اتصال L (MPa)		لنگر خمشی در بارگذاری کششی (N.m)	
		مقدار	انحراف معیار	مقدار	انحراف معیار	مقدار	انحراف معیار
MDF	۱۰	۰/۴۴	۰/۰۳۲	۲۲/۷۶	۲/۸۰	۴۰/۷۶	۳/۸۰
	۲۰	۰/۵۲	۰/۰۲۶	۳۱/۷۸	۲/۴۰	۴۲/۲۴	۶/۹۰
تخته خرده چوب	۱۰	۰/۳۸	۰/۰۴۵	۱۷/۸۰	۲/۲۰	۲۲/۵۰	۴/۹۰
	۲۰	۰/۴۳	۰/۰۵۵	۲۰/۶۶	۲/۹۰	۳۳/۷۳	۳/۵۵

توان نگه‌داریدر اتصال T

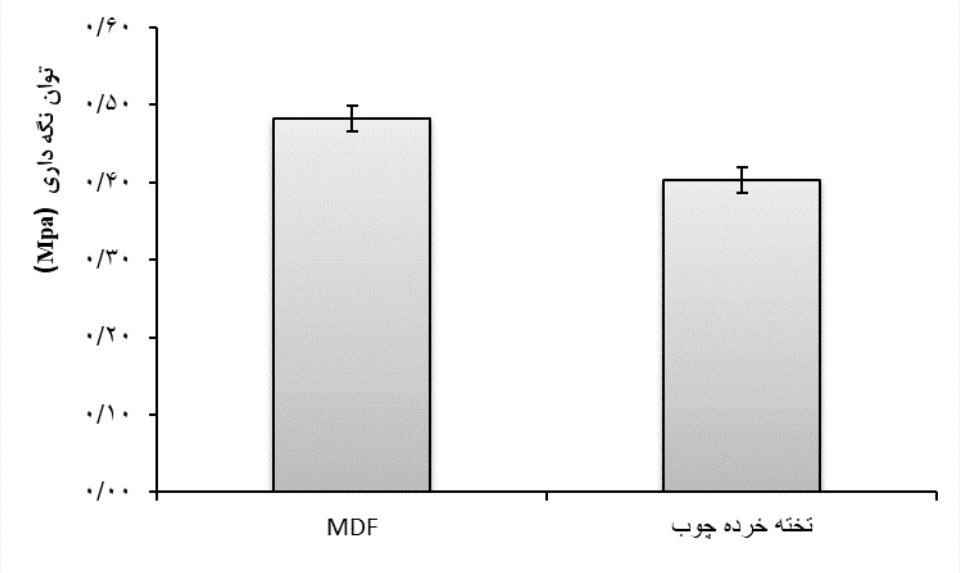
میانگین مقادیر اندازه‌گیری‌شده توان نگه‌داری اعضای اتصال ساخته‌شده با بیسکویت چوبی در جدول ۲ و نتایج تجزیه و واریانس اثرات مستقل و متقابل نوع چندسازه و اندازه بیسکویت بر توان نگه‌داری اتصال درجدول ۳ ارائه شده است.طبق این نتایج اثر مستقل نوع چندسازه و اندازه بیسکویت بر توان نگه‌داری اتصال، در سطح اعتماد ۹۵ درصد معنی‌دار است. توان نگه‌داری اتصال ساخته‌شده از MDFبه‌طور میانگین ۱۹/۶ درصد بیشتر از توان نگه‌داری اتصال ساخته‌شده ازتخته خرده چوب بود که این مقایسه در شکل ۳نشان داده‌شده است. همچنین اتصال‌های ساخته‌شده با بیسکویت ۲۰ به‌طور میانگین ۱۵/۸ درصد توانبیشتری نسبت به اتصال‌های ساخته‌شده با بیسکویت ۱۰ داشتند (شکل ۴). طبق نتایج تجزیه واریانس جدول ۳ اثر متقابل نوع چندسازه و اندازه بیسکویت بر توان نگه-داری اتصال معنی‌دار نبود، بااین‌وجود بالاترین مقدار توان نگه‌داری در اتصال ساخته‌شده از MDFو بیسکویت ۲۰ به-دست آمد.بررسی شرایط شکست آزمونه‌ها تحت بارگذاری

کششینشان داد که قطعات اتصالی پس از تسلیم‌شدهبیسکویت در اتصال در برابر نیرویکششیازهم جداشده‌اند و این امر مستقیماًبهمقاومتچسبندگی بین سطوح بیسکویت و سطوح تماس در محل شیار چندسازه بستگی دارد. چسب پلی‌وینیل‌استات که در این مطالعه مورداستفاده قرار گرفت چسبی تماسی است به‌طوری‌که هنگام استفاده، بین چوب و چسبچوباتصالفیزیکی برقرار می‌شود، در نتیجه هرچه سطح اتصال صاف‌تر باشد، چسب عملکرد بهتری خواهد داشت. چسب‌خوری سطوح اتصال درMDF نیز باتوجه‌به ساختار متراکم آن، بهتر از تخته خرده چوب است که در نتیجه سبب افزایش مقاومت اتصال ساخته‌شده با اعضای MDFتوسط بیسکویت شده است [۲].

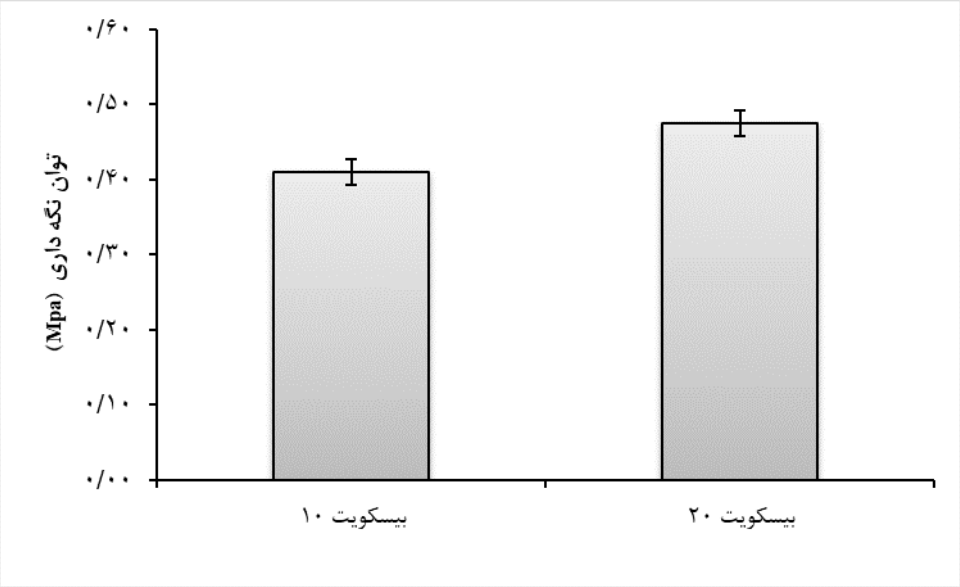
جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس اثر عوامل متغیر بر توان نگه‌داری اتصال Tساخته‌شده از بیسکویت چوبی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	Sig.
نوع چندسازه	۱	۰/۰۱۸	۱۰/۷۲۳	*۰/۰۱
اندازه بیسکویت	۱	۰,۰۱۳	۷/۳۸۳	*۰/۰۲
نوع تخته × اندازه بیسکویت	۱	۰/۰۰۱	۰/۲۳۸	n.s۰/۶۳

n.s: معنی‌دار نیست؛*: در سطح ۰,۰۵ خطا معنی‌دار است



شکل ۳. اثر مستقل نوع چندسازه بر توان نگه‌داری اتصالT



شکل ۴. اثر مستقل اندازه بیسکویت بر توان نگه‌داری اتصالT

هم‌چنین می‌توان گفت که افزایش اندازه بیسکویت از ۱۰ به ۲۰ منجر به افزایش قطر کوچک و بزرگ و در نتیجه سطح کلی بیسکویت شده و این امر سبب افزایش سطح چسب‌خوری و نیز واکشیدگی بیسکویت در اثر جذب رطوبت چسب می‌شود [۲ و ۵]. به این سبب مقاومت اتصال T شکل حاصل از بیسکویت شماره ۲۰ در برابر بارگذاری کششی بیشتر از اتصال حاصل از بیسکویت شماره ۱۰ به‌دست آمد که با نتایج تحقیقات Omraniو همکاران (۲۰۲۰) در مورد توان نگهداری اتصال‌های T شکل اعضای چوب راش و نراد با بیسکویت چوبیمطابقت دارد [۵].

مقاومت برشی در اتصال L

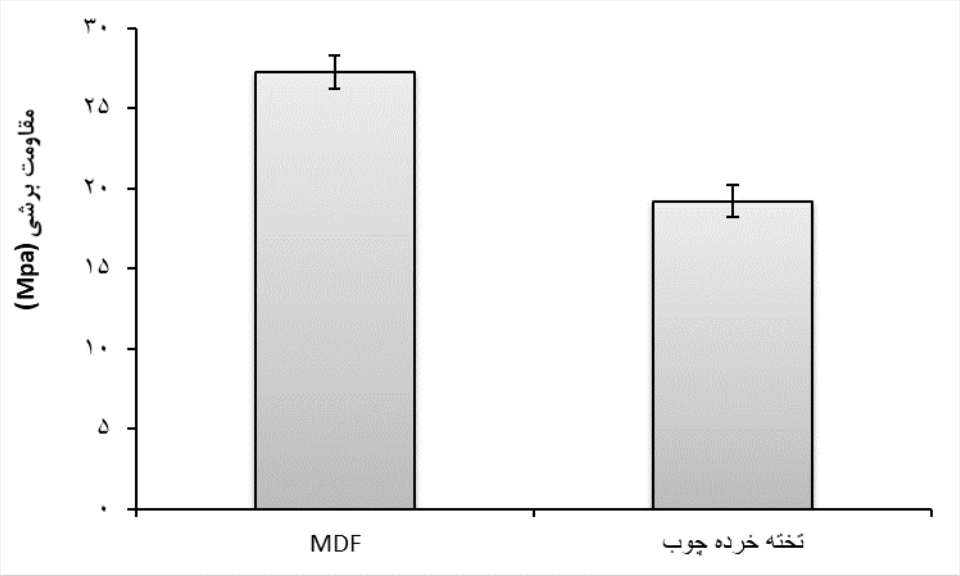
میانگین مقادیر مقاومت برشیاعضای اتصال‌های ساخته‌شده از چندسازه‌های MDFو تخته خرده چوبتوسط بیسکویت چوبی در جدول ۲ و نتایج تجزیه واریانس اثرات مستقل و متقابل نوع چندسازه و اندازه بیسکویت بر مقاومت برشی اتصال در جدول ۴ ارائه شده است. نتایجنشان داد که اثرات مستقل نوع چندسازه و اندازه بیسکویت با سطح اعتماد ۹۵ درصد بر مقاومت برشی اتصال، معنی‌دار بوده است. بنابرنتایج،مقاومت برشی اتصال‌های ساخته‌شده از MDF، ۴۱/۸۰ درصد نسبت به اتصال‌های ساخته‌شده از تخته خرده چوببالاتر بود که این مقایسه در شکل ۵ نشان داده‌شده است.اتصال‌های ساخته‌شده ازبیسکویت ۲۰ نسبت به بیسکویت ۲۹/۱۰،۲۸ درصد مقاومت برشی بیشتری نشان‌دارند (شکل ۶). طبق نتایج تجزیه واریانس جدول ۳ اثر متقابل نوع چندسازه و اندازه بیسکویت بر مقاومت کششی اتصال معنی‌دار نبود، اما به لحاظ کمی بالاترین مقدار مقاومت برشی در اتصال ساخته‌شده از MDFو بیسکویت ۲۰ به‌دست آمد.

جدول ۴. نتایج تجزیه واریانس اثر عوامل متغیر بر مقاومت برشی اتصالLساخته‌شده از بیسکویت چوبی

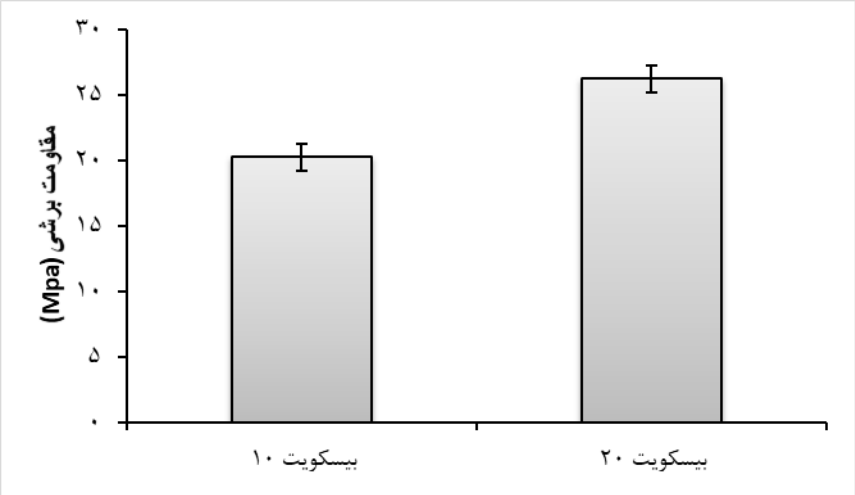
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	Sig.
نوع چندسازه	۱	۱۹۴/۰۰	۳۰/۶۷	**۰/۰۰
اندازه بیسکویت	۱	۱۰۵/۹۱	۱۶/۷۴	**۰/۰۰
نوع تخته × اندازه بیسکویت	۱	۲۸/۳۶	۴/۴۸	n.s۰/۰۶

n.s: معنی‌دار نیست؛**: در سطح ۰,۰۱ خطا معنی‌دار است

وضعیت شکست اتصال‌ها در بارگذاری برشی نشان داد که بار حداکثر سبب شکست و جدا شدن اعضای اتصال از جنس چندسازه‌های MDFو تخته خرده چوب شد و اتصال‌دهنده‌های بیسکویت تحت بار، سالم ماندند. اتصال-دهنده بیسکویت، قطعاتی از چوب راش کمی فشرده هستند که با دانسیته بالاتر و ساختار لایه‌ای،نسبت به اعضای اتصال از جنس چندسازه، از استحکام بیشتری برخوردارند، لذا طی بارگذاری مقاومت کرده و تنش وارده را به اعضا و سطح اتصال منتقل و سبب شکست و جداسازی آنها شدند. لذا ضعف اتصال‌های ساخته‌شده از MDFوتخته خرده چوب را می‌توان به مقاومت کم اعضای اتصال در برابر تنشواردهنسبت داد [۲و ۱۰].طبق مشاهده آزمون برشی اتصال گوشه‌ای،اتصال‌دهنده بیسکویت در وسط یعنیجایی که کمترین کیفیت اتصال را دارد، قرار داشت و شکست نیز درست در وسط تخته اتفاق افتاد.این امر ارتباط نزدیکی با چسبندگی داخلی تخته دارد. به همین دلیل MDFبا چسبندگی داخلی بالاتر مقاومت بیشتری از خود نشان می‌دهد. بعد از شکست تخته از وسط، سمت بیرونی عضو تحت خمش قرار می‌گیرد. عضوMDFدر مقاومت و مدول‌خمشی هم قوی‌تر از تخته خرده چوب است. به همین دلیل اتصال ساخته‌شده با MDF مقاومت بیشتری از خود نشان داده است. از طرف دیگر فضای خالی MDF در وسط تخته که اتصال‌دهنده در آن قرار دارد، کمتر است، طوری که چسب کمتری به داخل آن نفوذ کرده و اتصال محکم‌تری ایجاد می‌کند.در این خصوص بیسکویت شماره ۲۰ مقاومت برشی بیشتری در اتصال ایجاد کرد که این می‌تواند به علت ایجاد سطوح چسبندگی وسیع‌تر با اعضای اتصال باشد.



شکل ۵- اثر مستقل نوع چندسازه بر مقاومت برشی اتصالL



شکل ۶- اثر مستقل اندازه بیسکویتبر مقاومت برشی اتصالL

ظرفیت لنگر خمشی در بارگذاری کششی قطری

میانگین مقادیر مقاومت لنگر خمشی در بارگذاری کششی قطری در اتصال L در جدول ۲ و نتایج تجزیه واریانس اثرات مستقل و متقابل نوع چندسازه چوبی و اندازه بیسکویت بر این ویژگی در جدول ۵ارائهشده است. طبق این نتایج اثر مستقل نوع چندسازه چوبی و نیز اندازه بیسکویت با سطح اعتماد ۹۵ درصد بر ظرفیتلنگر خمشی اتصال بیسکویت در بارگذاری کششی قطری، معنی‌دار می‌باشد.یافته‌های این تحقیق نشان داد که ظرفیت لنگر خمشی اتصال‌های ساخته‌شده با چندسازه MDFدر حالت بارگذاری کششی قطری ۴۷/۶۳ درصد بیشتر از اتصال‌های ساخته‌شده از تخته خرده چوب است (شکل ۷). این تفاوت به کیفیت چسبندگی بین سطوح تماس بین اتصال‌دهنده بیسکویت و چندسازه توسط چسب پلی-وینیل‌استات بستگی دارد که در این مورد اتصال‌های بیسکویت در MDF، توان بالاتری را نشان‌دارند [۷].همگنی و تراکم بافت بیشتر، چسبندگی داخلی و مدول‌های گسیختگی و الاستیسیته بالاتر چندسازهMDF نسبت بهتخته خرده چوب را نیز می‌توان در این رابطه اثرگذار دانست.نتایج این بررسی با نتایج مطالعه Atarو همکاران (۲۰۰۹) هم‌خوانی دارد [۳]. طبق نتایج ظرفیت لنگر خمشی در بارگذاری کششی قطری اتصال‌های ساخته‌شده با بیسکویت شماره ۲۰به میزان ۲۰/۰۷ درصد بیشتر از ظرفیت لنگر خمشی اتصال‌های ساخته‌شده با بیسکویت شماره ۱۰ بود (شکل ۸).

جدول ۵. نتایج تجزیه واریانس اثر عوامل متغیر بر لنگر خمشی در بارگذاری کششی اتصالLساخته‌شده از بیسکویت چوبی

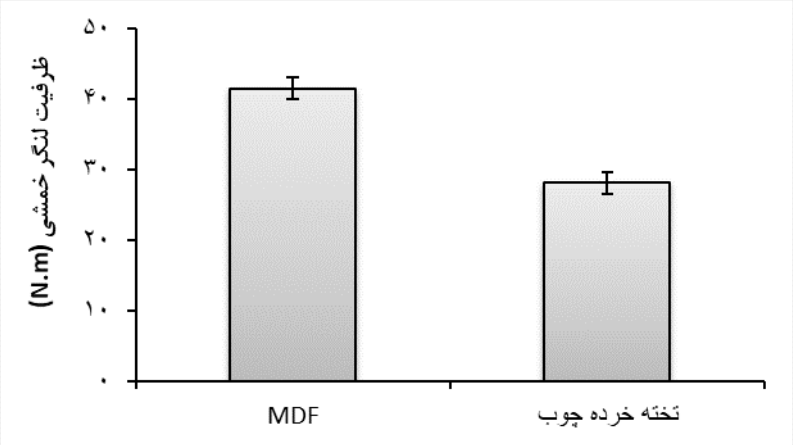
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	Sig.
نوع چندسازه	۱	۵۳۷/۶۰	۳۸/۵۹	**۰/۰۰
اندازه بیسکویت	۱	۱۲۱/۰۹	۸/۶۹	**۰/۰۰
نوع تخته × اندازه بیسکویت	۱	۷۱/۳۴	۵/۱۲	n.s۰/۰۵۳

n.s: معنی‌دار نیست؛**: در سطح ۰،۰۱ خطا معنی‌دار است

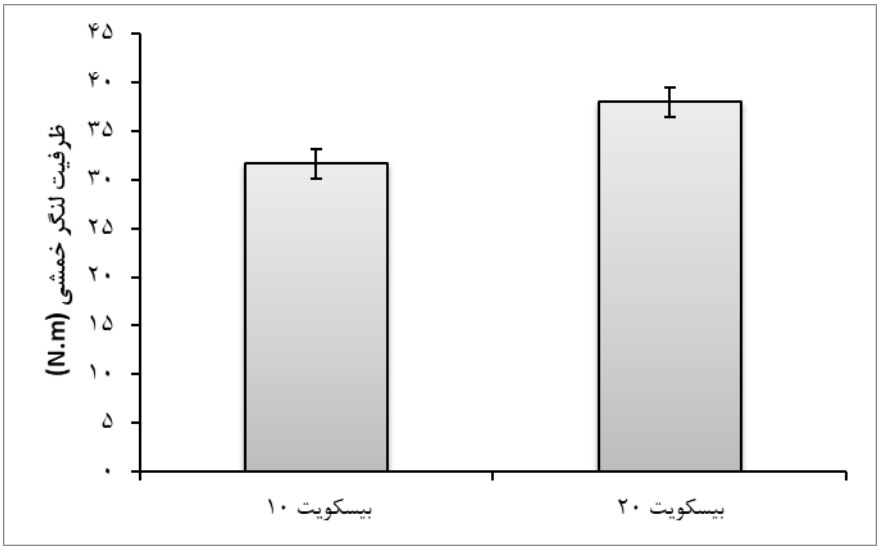
هرچند نتایج تجزیه واریانس جدول ۵ نشان داد که اثر متقابل عوامل متغیر بر ظرفیت لنگر خمشی اتصال‌های ساخته‌شده از بیسکویت معنی‌دار نیست ولی بالاترین مقدار توان لنگر خمشی در اتصال‌های ساخته‌شده از چندسازهMDF وبیسکویت شماره ۲۰ مشاهده شد.

مطابق نتایج میانگین ظرفیت لنگر خمشی در بارگذاری کششی قطری اتصال بیسکویت شماره ۱۰ و ۲۰

برای چندسازه MDFبه ترتیب ۴۰/۷۶ و ۴۲/۲۴ نیوتن‌متر و برای تخته خرده چوبه ترتیب ۲۲/۵۰ و ۳۳/۷۳ نیوتن متر برآورد شد. Imirziو همکاران (۲۰۱۶) در بخشی از مطالعه روی مقاومت به کشش و فشار قطری اتصال‌های L و T شکل ساخته‌شده با پیچ فلزی (طول ۵۰ و ضخامت ۴ میلی‌متر) از انواع چندسازه چوبی، ظرفیت لنگر خمشی در بارگذاری کششی را در تخته تراشه و MDFبه ترتیب ۱۴/۰۴ و ۳۸/۹۳ نیوتن‌متر بیان داشتند [۱]. در مقایسه، نتایج این بررسی نشان می‌دهد که استفاده از اتصال بیسکویت در چندسازه MDFو تخته خرده چوب ظرفیت-های بیشتری را در توان لنگر خمشی اتصال گوشه، نسبت به اتصال‌های مشابه با پیچ فلزی که در صنعت مبلمان متداول است، ایجاد می‌کند.



شکل ۷- اثر مستقل نوع چندسازه بر لنگر خمشی در بارگذاری کششی قطری



شکل ۸- اثر مستقل اندازه بیسکویتبر لنگر خمشی در بارگذاری کششی قطری

نتیجه گیری

این پژوهش با هدف بررسی اثر نوع چندسازه و اندازه بیسکویت بر توان نگه‌داری اتصال‌های Tشکل، مقاومت برشی اتصال‌های Lشکل و ظرفیت لنگر خمشی اتصال Lشکل در بارگذاری کششی انجام شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر مستقل نوع چندسازه بر مقاومت یا توان نگه‌داری اتصال‌دهنده بیسکویت در اتصال Tشکل در سطح اعتماد ۹۵ درصد معنی‌دار شده و اتصال‌های ساخته‌شده از MDF، توان نگه‌داری بیشتری داشتند. همچنین اثر مستقل نوع چندسازه بر مقاومت برشیو

ظرفیت لنگر خمشی اتصال‌های Lشکل ساخته‌شده با بیسکویت در سطح اعتماد ۹۵درصد معنی‌دار شد و اتصال-های حاصل از چندسازه MDFمقادیر معنی‌دار بیشتری را نشان‌دارند. باتوجه‌به استفاده از چسب پلی‌وینیل‌استات که از نوع تماسی با چسبندگی فیزیکی است، می‌توان بیان نمود که اعضای MDFطی شیارزنی، سطوح صاف‌تری ایجاد نمودند و با توجه به تراکم و ساختار همگن‌تر، کیفیت چسبندگی مطلوب‌تری را هنگام ساخت اتصال با بیسکویت به وجود آوردند که این امر سبب استحکام بیشتر اتصال‌های حاصل از آنها گردید. طبق نتایج تجزیه واریانس،اثر مستقل اندازه بیسکویت بر توان نگه‌داری اتصال T شکل درسطح اعتماد ۹۵ درصد و بر مقاومت برشی و نیز ظرفیت لنگر خمشی در اتصال‌های L شکل در سطح اعتماد ۹۵درصد معنی‌دار شد.اتصال‌های ساخته‌شده با بیسکویت شماره ۲۰ همواره توان نگه‌داری، مقاومت برشی و ظرفیت لنگر خمشی بیشتری را نسبت به اتصال-های ساخته‌شده با بیسکویت ۱۰ نشان دادند. ازآنجایی‌که بیسکویت ۲۰ دارای سطح بزرگ‌تری از بیسکویت ۱۰ می-باشد، علت بالاتربودن مقادیر توان نگه‌داری، مقاومت برشی و ظرفیت لنگر خمشی اتصال‌های حاصل را می‌توان به سطوح تماس بالاتر بیسکویت‌های ۲۰ نسبت داد که در محل شیاربا جذب رطوبت چسب،واکشیده شده و اتصال-های قوی‌تری ایجاد می‌نمایند.

منابع

[1] Imirzi, H., O., Ozkaya, K., and Efe, H., 2016. Determination of the strength ofL-type cornerjoints obtained from wood-based board materials using differentjoining techniques.Forestproducts journal, vol. 66, No. (3/4), P:214-224.

[2] Rangavar, H., and Abbasi, M., 2017. Investigation of the bending moment and stress carrying capacity in L-shaped biscuit joints fabricated with solid wood and wood based composite. Iranian Jornal of Forest and Wood Products, Vol. 69, No. 4, P:789-798. (in Persian)

[3] Atar, M., Ozcifci, A., Altinok, M., and Celikel, U. 2009. Determination of diagonal compression and tension performances for case furniture corner joints constructed with wood biscuits. Materials & Design, Vol. 30, No. 3, P: 665-670.

[4] Omrani, P., Ebrahimi, and Kahvand, M., 2019. Investigation the stress carrying capacity of miter corner joints made with biscuit under diagonal tension and compression loading. Iranian Journal of Wood and Paper Industries, Vol.10, No. 3, P: 323-336. (in Persian)

[5] Omrani, P., Ebrahimi, and Kahvand, M., 2020. The investigation of the affecting factors on withdrawal resistance of the wooden biscuit joints. Iranian Journal of Wood and Paper Industries, Vol. 11, No.1, P: 121-131. (in Persian)

[6] Rashedi, K., 2017. Investigation on bending moment capacity of corner joints constructed with spline under diagonal tension and compression. Iranian Journal of Wood and Paper Industries, Vol. 8, No. 4, P: 521-532. (in Persian)

[7] Zhang, J.L. and Eckelman, C.A., 1993. Rational design of multi dowel corner joints in case construction. Forest Products Journal, Vol. 43, No. (11/12), P: 52-58.

[8] Vassiliou, V. and Barboutis, L. 2008. Strength of furniture joints constructed with wood biscuits. Proceeding Papers From International Conference Of NABYTOK. Faculty wood science and technology, technical university in Zvolen. P: 1-8.

[9] Altun, S., Burdurlu, E., and Kilic, M., 2010. Effect of Adhesive Type on the Bending Moment Capacity of Miter Frame Corner Joints, Bio Resources Vol. 5, No.3, P: 1473- 1483.

[10] Tankut, A. N. and Tankut, N. 2004. Effect of some factors on the strength of furniture corner jointsconstructed with wood biscuits. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, Vol.28, P:301–309.

[11] Tankut, A. N. and Tankut, N. 2009. Investigations the effects of fastener, glue, and composite material typeson the strength of corner joints in case–type furniture construction. Material Design, Vol.30, P:4175–82.

[12] Kahvand, M. Omrani, P. and Ebrahimi, Gh. 2014. Determination of bending moment resistance of t-type joints constructed with wood biscuit. Iranian Journal of Wood and Paper Industries, Vol. 5, No. 2, p: 47-58. (in Persian)

[13] Kociszewski, M., 2005.Stiffnessandloadcapacityofbiscuitcornerjoints. Folia Forestalia Polonica Seria B, Zeszyt, Vol. 36, P: 39-47.

[14] Boryen,T.,Zurring, H.R. and Burke, E.J. 2006.The evaluation of bending moment resistance of single wood-plate corner joints in particleboard and lodgepole pine. forest products journal, vol 56, no.2, P:66-73.

[15] Standard test methods for wood-based panels, Determination of moisture content,Europeanstandard,DIN, EN 322, (1993).

[16] Standard test methods for wood-based panels, Determination of density, European standard,DIN, EN 323, (1993).

[17] Standard test methods forwood-based panels, Determination of modulus of elasticity in bending and bending strength, European standard,DIN, EN 310, (1993).

[18] Standard test methods forparticleboards and fiberboards, Determination of tensile strength perpendicular to the plane of the board, European standard,DIN, EN 319, (1993).

Evaluation of resistance of wooden biscuit joints in medium-density fiberboard and particleboard under tensile and shear loads in T and L-type members

Abstract

The aim of this study was to investigate the withdrawalresistance of T-shaped joints, shear strength and bending moment capacity in the diagonal tensile loading of L-shaped joints made of wooden biscuits.The type of joint members (medium-density fiberboard (MDF), and particleboard) and the size of biscuits (10 and 20; one biscuit per joint) were the variables of this study. After constructing the specimens using polyvinyl acetate (PVAc) adhesive, the withdrawalresistance test of T-shaped joints and shear strength and bending moment capacity tests of L-shaped joints were carried out. The results of analysis of variance showed that the effects of independent variables namely, the composite type (joint members) and the biscuit size on the thewithdrawalresistance was significant in the 95% confidence level, also the effects of these independent variables on the shear strength and the bending moment capacity in diagonal tensile loading of the biscuit joints was significant at the 95% confidence level. According to the results, T-shaped joints made of wood biscuits of MDF members have a higher withdrawalresistance than joints made of particleboard members. The withdrawalresistance of T-shaped joints made of biscuit size of20 was higher than that of joints made of biscuit size of 10. Shear strength and bending moment capacity in diagonal tensile loading of L-shaped joints made of MDF members were higher than those made ofparticleboard members. The L-shaped joints made of biscuit size of 20 showed higher shear strength and bending moment capacity in tensile loading than joints made of biscuit size of 10. Generally, the highest amount of tensile and shear strengths and bending moment capacity in tensile loading were observed in the joints made of MDF and biscuit size of 20.

Keywords: Biscuit joint, tensile strength, shear strength, bending moment capacity, MDF, particleboard.

A. Hosseinzadeh[1*]

[1] Assistant Professor, Department of Wood Science and Technology, Chalous Branch, Islamic Azad University, Iran

Corresponding author:
Abdollah279@yahoo.com

Received: 2022/05/27
Accepted: 2022/06/30