جنگل و فرآورده‌های چوب، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ٦٩، شماره ٤، زمستان ١٣٩٥

تاریخ دریافت: ١٣٩٤/٠٦/٠٣
تاریخ پذیرش: ١٣٩٤/١٠/١٢

ص ٧٨٩-٧٩٨

بررسی ظرفیت لنگرخمشی و تحمل تنش در اتصال بیسکویتی L شکل چوب ماسیو و فرآورده‌های مرکب چوبی

❖ **حسین رنگ‌آور***؛ دانشیارگروه صنایع چوب، دانشکدهٔ مهندسی عمران، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی تهران
❖ **منوچهر عباسی؛** دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه صنایع چوب ، دانشکدهٔ مهندسی عمران، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران

چکیده

هدف این تحقیق، بررسی ظرفیت لنگرخمشی و تحمل تنش (گوشهٔ داخلی و بیرونی) در اتصالات بیسکویتی L شکل ساخته‌شده از چوب ماسیو، تخته خرده‌چوب و تخته فیبر با دانسیتهٔ متوسط (MDF) بود. بدین منظور اتصالاتی L شکل با استفاده از چوب راش، صنوبر، تخته خرده‌چوب و MDF با بیسکویت اندازهٔ صفر (٤٧×١٥×٣/٨ میلی‌متر)، ١٠ (٥٣×١٩×٣/٨ میلی‌متر) و ٢٠ (٦٠×٢٣×٣/٨ میلی‌متر) ساخته شد. لنگر خمشی و تنش در گوشهٔ داخلی و بیرونی اتصالات ساخته شده با همدیگر مقایسه شدند. نتایج نشان دادند که با افزایش اندازهٔ شمارهٔ بیسکویت از صفر تا ٢٠ (افزایش طول و عرض بیسکویت)، لنگر خمشی و ظرفیت تحمل تنش اتصالات ساخته‌شده افزایش می‌یابد و کمترین مقدار این صفات در اندازهٔ بیسکویت شمارهٔ صفر مشاهده شد. همچنین نتایج بررسی جنس اعضای اتصال نشان داده‌اند که بیشترین ظرفیت تحمل تنش در اتصالات ساخته شده از گونهٔ راش بود که به‌ترتیب بیشتر از اتصالات ساخته‌شده از چوب صنوبر، MDF و تخته خرده‌چوب بود.

واژگان کلیدی: اتصال بیسکویتی، چوب ماسیو، ظرفیت تحمل تنش ، ظرفیت لنگر خمشی، فراورده‌های مرکب چوبی.

* نویسندهٔ مسئول، تلفن:٠٩١٢٤٤٠٢٠٥١
Email: rangavar@srttu.edu, hrangavar@yahoo.com

مقدمه

پیشرفت صنعت مبلمان در سالهای گذشته با توجه به فراورده‌های مرکب چوبی متنوع و اتصالات گوناگون و همچنین چسب‌های مختلف بسیار چشمگیر بوده است. استفاده از اتصالات مناسب در ساخت سازه‌های چوبی، با توجه به نوع مادهٔاولیهٔ آن تأثیر بسزایی در افزایش کیفیت و دوام سازه دارد. اتصالات استفاده‌شده در ساخت سازه‌های چوبی تحت بارهای فشاری، خمشی، کششی و برشی، یا ترکیبی از دو یا چند نوع از آنها قرار می‌گیرند. اتصالات در معرض تنش کششی و خمشی طبیعتی مشکل‌آفرین دارند و طراح سازه باید قادر به تحلیل وارزیابی تنش در اتصالات سازهٔ طراحی شدهٔ خود باشد. دقت این تحلیل و ارزیابی از لحاظ نزدیکی با واقعیت، به پیش‌بینی بارهای مفروض وارد به سازه وابسته است [۱].

یکی از اتصالاتی که امروزه کاربرد فراوانی در ساخت محصولات چوبی گوناگون (ماسیو، اوراق فشردهٔ چوبی) دارد، اتصال بیسکویتی است. نوع مادهٔاولیهٔ این اتصال از چوبهای فشرده و در اندازه‌های مختلف است و از ویژگی‌های مهم آن واکشیده شدن آن بعد از چسب‌زنی و کیپ شدن در جای خود و همچنین مخفی بودن آن در سازهٔ مورد استفاده است. با توجه به اهمیت اتصالات در طراحی سازه تحقیقات متعددی دربارهٔ انواع اتصالات مورد استفاده در صنایع چوب صورت گرفته است. کهوند و همکاران(۲۰۱٤) در بررسی تأثیر گونهٔ چوبی و نوع چسب بر ظرفیت لنگر خمشی اتصال T شکل ساخته‌شده با بیسکویت نتیجه گرفتند که ظرفیت لنگر خمشی اتصالات ساخته‌شده با گونهٔ راش نسبت به اتصالات ساخته‌شده با گونهٔ نراد بیشتر بوده و چسب پلی‌اورتان نسبت به چسبهای پلی‌وینیل استات و اوره فرم‌آلدئید عملکرد بهتری داشته است [۲]. دالوند و همکاران (۲۰۱۳) در بررسی اثر قطر و عمق نفوذ و گونهٔ چوب پین بر ظرفیت لنگرخمشی اتصال با پین در مبلمان صفحه‌ای زیر بار کششی نتیجه گرفتند که ظرفیت لنگر خمشی اتصال زیر بارکششی با افزایش قطر پین و افزایش عمق نفوذ آن روند صعودی داشت. همچنین ظرفیت لنگرخمشی اتصالات ساخته‌شده با پین راش درمقایسه با اتصالات ساخته‌شده با پین ممرز بیشتر گزارش شده است [۳]. آلتون و همکاران(۲۰۱۰) تأثیر نوع چسب را بر ظرفیت لنگر خمشی اتصالات ساخته‌شده با دم‌چلچله در پروفیل تخته فیبر با دانسیتهٔ متوسط[1] بررسی کردند. یافته‌های این پژوهشگران نشان داد که بیشترین ظرفیت لنگر خمشی زیر بارگذاری کششی مربوط به چسب سیانوآکریلات، و بیشترین ظرفیت لنگر خمشی زیر بار فشاری مربوط به چسب پلی‌ونیل استات بود. همچنین، نتایج این تحقیق نشان داد که چسب پلی‌اورتان در افزایش ظرفیت لنگر خمشی زیر بارگذاری کشش تأثیر معنی‌داری نداشت [٤]. آتار و همکاران(۲۰۰۹) عملکرد اتصالات ساخته‌شده با بیسکویت را در دو حالت بارگذاری کششی و فشاری بررسی کردند. در این تحقیق اعضای اتصال از جنس MDF و تخته خرده‌چوب بود و اتصالات به‌صورت فارسی و سربه‌سر با دو نوع چسب پلی‌وینیل استات (PVA) و DVTKA[2] و بیسکویت راش ساخته شدند. نتایج مطالعهٔ آنان نشان داد که اتصالات ساخته‌شده با MDF نسبت به اتصالات ساخته‌شده با تخته خرده‌چوب مقاومت بیشتری در دو حالت بارگذاری کششی و فشاری

1. Medium density fiber board (MDF)
2. Desmodur Vinil Trie Ketonol Acetate

داشتند. همچنین اتصال فارسی نسبت به اتصال سربه‌سر، و چسب DVTKA نسبت به چسب PVA مقاومت بهتری نشان دادند [۵]. در تحقیقی دیگر، سفتی و ظرفیت تحمل بار اتصالات ساخته‌شده با بیسکویت در تخته خرده‌چوب با دو ضخامت ۱۶ و ۱۸ میلی‌متر و چسب PVA بررسی شد. نتایج این بررسی نشان داد که افزایش ضخامت اعضای اتصال و اندازهٔ بیسکویت سبب افزایش سفتی و ظرفیت تحمل بار اتصال می‌شود [۶]. تأثیر لبهٔ چسبان بر ظرفیت لنگر خمشی اتصالات ساخته‌شده از تخته خرده‌چوب وMDF با قلیف بررسی شد. نتایج این تحقیق نشان داد که جنس و ضخامت لبهٔ چسبان تأثیرمعنی داری بر ظرفیت لنگرخمشی زیر بار کششی و فشاری داشت. به همین دلیل، استفاده از لبهٔ چسبان PVC با ضخامت ۰/۴ میلی‌متر توصیه شد [۷]. همچنین تأثیر لبهٔچسبان بر ظرفیت لنگر خمشی پانل ساخته‌شده از تخته خرده‌چوب با پین و قلیف مورد بررسی شد. نتایج این پژوهش نشان داد که اتصال با ترکیب پین و قلیف نسبت به حالتی که اتصال باپین و قلیف به‌طور جداگانه ساخته می‌شود، مقاومت بیشتری را برای سازه ایجاد می‌کند [۸].

با توجه به مطالب بالا داشتن اطلاعات لازم از تأثیراتصال بیسکویتی در مقاومت سازه‌های چوبی می‌تواند در افزایش تولید و استفادهٔ روز افزون آن در صنایع مبلمان بسیار موثر باشد. بنابراین هدف این پژوهش مقایسهٔ مقاومت اتصال بیسکویتی درچوب ماسیو و اوراق فشردهٔچوبی و همچنین تأثیر اندازهٔ بیسکویت بر مقاومت این اتصال است.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش برای ساخت اتصال با بیسکویت، اعضای اتصال از دو گونهٔ راش[1] و صنوبر[2] و دو نوع فراوردهٔ مرکب چوبی تخته فیبر با دانسیتهٔ متوسط(MDF) از کارخانهٔ صنایع چوب خزر ایران و تخته خرده‌چوب[3] از کارخانهٔ صنعت چوب شمال (گنبد) به‌صورت خام (بدون روکش) استفاده شد. رطوبت فراورده‌های مرکب و چوب‌های راش و صنوبر مورد استفاده ۶ درصد بود. دانسیتهٔ چوب راش و ممرز به‌ترتیب براساس استاندارد ASTM D-2395 و دانسیتهٔ MDF و تخته خرده‌چوب براساس استاندارد EN-323 در جدول ۱ ارائه شده است [۹ ، ۱۰].

برای ساخت اتصالات در این پژوهش از بیسکویت‌هایی از گونهٔ راش در سه اندازهٔ صفر (۴۷×۱۵×۳/۸ میلی‌متر)، ۱۰ (۵۳×۱۹×۳/۸ میلی‌متر) و ۲۰ (۶۰×۲۳×۳/۸ میلی‌متر) استفاده شد که در شکل ۱ نشان داده شده است.

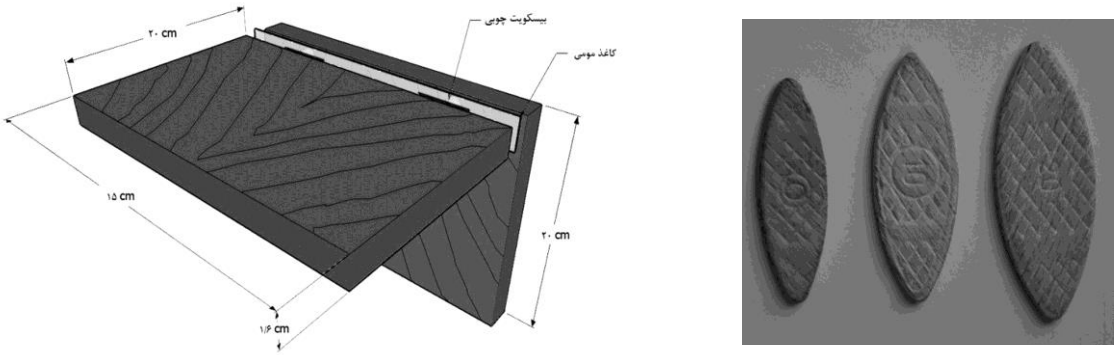
برای چسباندن اعضای اتصال از چسب پلی‌وینیل استات استفاده شد که دانسیتهٔ آن ۱/۰۸ گرم بر سانتیمتر مکعب و در صد مواد جامد آن ۶۰ درصد بود.

به‌وسیلهٔ دستگاه بیسکویت‌زن شیارهای بیضوی به منظور جا زدن بیسکویت‌ها در اعضای اتصال ایجاد شد. سپس در مرحلهٔ چسب‌زنی، ابتدا سطوح داخلی شیارهای ایجاد شده و سطوح بیسکویت به اندازهٔ مساوی برای تمام نمونه‌ها به چسب آغشته شده و بیسکویت‌ها در شیار مورد نظر قرار داده شدند. به‌منظور بررسی دقیق مقاومت اتصال بیسکویتی و جلوگیری از تماس چسب با سایر اعضای اتصال، کاغذ مومی[4] نیز در بین قطعات قرار داده شد (شکل ۱).

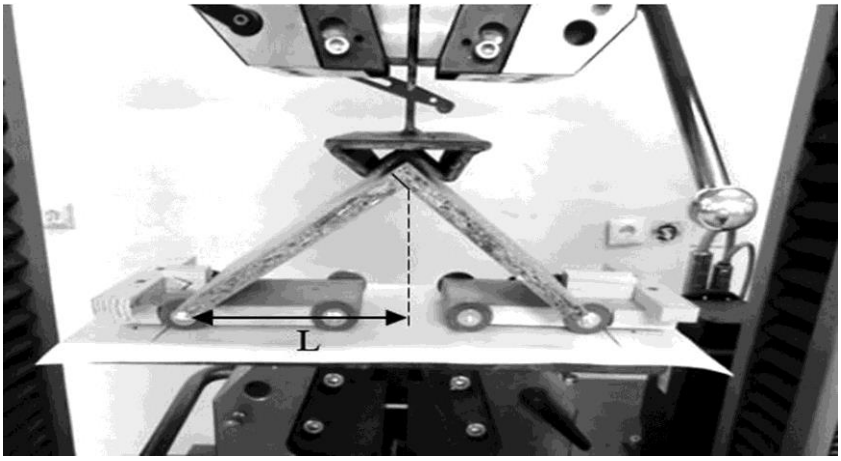
1. Fagus orientalis
2. Populus alba
3. Particle board
4. Wax paper

جدول ۱. مشخصات مواد اولیهٔ چوبی مورد استفاده در ساخت اتصال

نوع مادهٔ اولیه	دانسیته (g/cm^3)	ضخامت(mm)	طول (mm)	عرض(mm)
چوب راش	۰/۶۲	۱۶	۲۰۰	۱۵۰
چوب صنوبر	۰/۴۲	۱۶	۲۰۰	۱۵۰
MDF	۰/۷۲	۱۶	۲۰۰	۱۵۰
تخته خرده‌چوب	۰/۶۱	۱۶	۲۰۰	۱۵۰



شکل ۱. اتصال ساخته‌شده برای بررسی ظرفیت لنگر خمشی و بیسکویت‌های با اندازه‌های ۰، ۱۰و ۲۰



شکل ۲. نحوهٔ اعمال بار

اتصالات ساخته‌شده به‌وسیلهٔ گیره تا گیرایی کامل تحت فشار قرار گرفتند. پس از مونتاژ، نمونه‌ها در شرایط آزمایشگاهی به‌مدت یک ماه نگهداری شدند تا به رطوبت تعادل محیط برسند. نمونه‌ها به‌وسیله دستگاه آزمون مکانیکی مدل Z۱۵۰ Zwick/Roell تحت بار کششی قرار گرفتند (شکل ۲).

آزمون‌های بررسی شده، ظرفیت لنگرخمشی و ظرفیت تحمل تنش مرکب (گوشهٔ داخلی و بیرونی) بودند. سرعت بارگذاری برای آزمایش ظرفیت لنگر خمشی و تنش مرکب (گوشهٔ داخلی وبیرونی) ۵ میلی‌متر در دقیقه در نظر گرفته شد. ظرفیت لنگرخمشی در اتصالات L شکل تولیدشده با استفاده از رابطهٔ ۱ محاسبه شد.

$$M = P_{max} \times L \qquad (۱)$$

M = ظرفیت لنگر خمشی (N.m) ، P_{max}=حداکثر بار (N)، L= بازوی لنگر خمشی (m)

برای بررسی تنش مرکب در گوشهٔ داخلی و گوشهٔ بیرونی اتصالات L شکل ساخته‌شده به‌ترتیب از روابط ۲ و ۳ استفاده شد[۱۱].

$$\text{تنش در گوشهٔ داخلی اتصال} = \sigma_b - \sigma_a = \frac{۳PL}{tb^۲} - \frac{P\cos ۴۵}{۲bt} \quad (۲)$$

$$\text{تنش در گوشهٔ بیرونی اتصال} = -(\sigma_b + \sigma_a) = -\left[\frac{۳PL}{tb^۲} + \frac{P\cos ۴۵}{۲bt}\right] \quad (۳)$$

در روابط بالا :σb= تنش خمشی (MPa)، σa= تنش محوری (MPa)، P= نیروی محوری (N)، L= طول دهانه: زیر بار کششی (۱٤٦میلی‌متر)، t= ضخامت عضو اتصال (میلی‌متر)، b= عرض عضو اتصال (میلی‌متر) است. شکل ۳ تنش داخلی و خارجی را در اتصال L شکل نشان می‌دهد.

با توجه به عوامل متغیر در نظرگرفته شده (مادهٔ اولیه شامل: چوب راش، چوب صنوبر، MDF و تخته خرده‌چوب و اندازهٔ بیسکویت(۰، ۱۰ و۲۰) تعداد ۱۲تیماربه دست آمد که از هر تیمار سه تکرار و در مجموع ۳٦ اتصال L شکل ساخته شد.

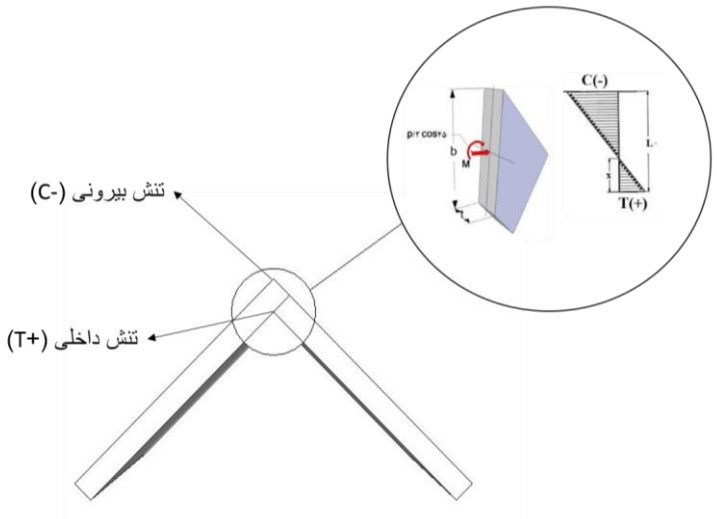
برای بررسی اثر مستقل و متقابل هر یک ازعوامل متغیر برلنگر خمشی وتنش مرکب از طرح کاملاً تصادفی در قالب آزمون فاکتوریل استفاده شد و مقایسهٔ میانگین از طریق آزمون دانکن صورت پذیرفت.

نتایج وبحث

نتایج تجزیهٔ واریانس اثر متغیرهای مورد بررسی بر ظرفیت لنگر خمشی و تحمل تنش در لبهٔ داخلی و بیرونی اتصالات ساخته‌شده با بیسکویت در جدول ۲ آورده شده است.

همانطور که ملاحظه می‌شود اثر مستقل نوع مادهٔ اولیه و اندازهٔ بیسکویت بر ظرفیت لنگر خمشی و تنش وارد بر لبهٔ بیرونی و داخلی در سطح اعتماد ۹۹ درصد معنی‌دار است.

نتایج حاصل از اثر مستقل نوع مادهٔ اولیه و اندازهٔ بیسکویت بر خواص مورد مطالعه و همچنین مقایسهٔ میانگین‌ها براساس آزمون دانکن در جدول ۳ آورده شده است.



شکل ۳. تنش داخلی و خارجی را در اتصال L شکل

جدول ۲. نتایج تجزیهٔ واریانس اثر عوامل متغیر بر خواص مورد مطالعه

تحلیل واریانس چند گانهٔ اثر مستقل و متقابل عوامل متغیر بر ظرفیت لنگر خمشی

عوامل متغیر	درجهٔ آزادی DF	مجموع مربعات SS	میانگین مربعات MS	F	sig
نوع ماده	۳	۱۲۱۷	۶۰۸	۶۸/۷۸	۰/۰۰۰**
اندازهٔ بیسکویت	۲	۱۰۴۸۷	۳۴۹۵	۳۶۰	۰/۰۰۰**
نوع ماده × اندازهٔ بیسکویت	۶	۳۳۰	۵۵	۵/۶۸	۰/۰۰۱**

تحلیل واریانس چندگانهٔ اثر مستقل و متقابل عوامل متغیر بر تنش در گوشهٔ داخلی

عوامل متغیر	درجهٔ آزادی DF	مجموع مربعات SS	میانگین مربعات MS	F	sig
نوع ماده	۳	۰/۶۱۸	۰/۲۰۶	۲۲۸	۰/۰۰۰**
اندازهٔ بیسکویت	۲	۰/۰۷۴	۰/۰۳۷	۴۱/۰۴	۰/۰۰۰**
نوع ماده × اندازهٔ بیسکویت	۶	۰/۰۱۸	۰/۰۰۳	۳/۳۲	۰/۰۱۸*

تحلیل واریانس چندگانهٔ اثر مستقل و متقابل عوامل متغیر بر تنش در گوشهٔ بیرونی

عوامل متغیر	درجهٔ آزادی DF	مجموع مربعات SS	میانگین مربعات MS	F	sig
نوع ماده	۳	۰/۹۸۹	۰/۲۹۹	۳۳۷	۰/۰۰۰**
اندازهٔ بیسکویت	۲	۰/۱۰۹	۰/۰۵۵	۶۷/۷۹	۰/۰۰۰**
نوع ماده × اندازهٔ بیسکویت	۶	۰/۰۲۷	۰/۰۰۴	۵/۰۷	۰/۰۰۲**

* تفاوت معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد ** تفاوت معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد

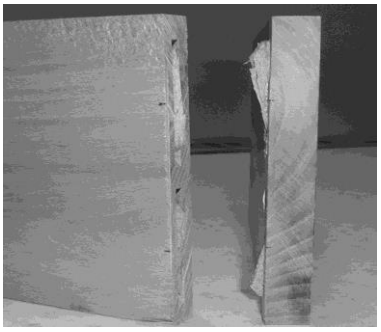
جدول ۳. اثرمستقل عوامل متغیر بر ظرفیت لنگر خمشی و تنش مرکب (لبهٔ داخلی و بیرونی)

عوامل متغیر	سطوح متغیر	ظرفیت لنگر خمشی(N.m)	تنش مرکب لبهٔ بیرونی (Mpa)	تنش مرکب لبهٔ داخلی (Mpa)
نوع مادهٔ اولیه	چوب راش	۸۹^{A*}	۰/۷۹^{A}	۰/۶۷^{A}
	چوب صنوبر	۶۲^{B}	۰/۵۸^{B}	۰/۴۹^{B}
	MDF	۴۶^{C}	۰/۴۲^{C}	۰/۳۵^{C}
	تخته خرده‌چوب	۴۱^{D}	۰/۳۹^{C}	۰/۳۱^{C}
اندازهٔ بیسکویت	۰	۵۲^{C}	۰/۴۸^{C}	۰/۴۰^{C}
	۱۰	۵۹^{B}	۰/۵۲^{B}	۰/۴۵^{B}
	۲۰	۶۸^{A}	۰/۶۱^{A}	۰/۵۱^{A}

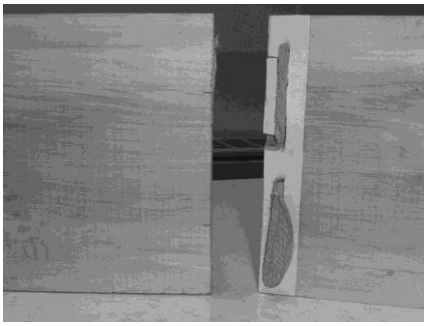
* حروف لاتین بالای اعداد گروه‌بندی دانکن را نشان می‌دهد.

همان‌گونه که ملاحظه می‌شود اتصال بیسکویتی به‌کار برده‌شده در چوب راش دارای بیشترین ظرفیت لنگرخمشی در مقایسه با اتصال بیسکویتی در چوب صنوبر و فرآورده‌های مرکب MDF و تخته خرده‌چوب است. در این خصوص ظرفیت لنگر خمشی اتصال ساخته‌شده با چوب راش نسبت به اتصال بیسکویتی ساخته‌شده با چوب صنوبر، MDF و تخته خرده‌چوب به ترتیب ۴۳/۵۵ ، ۹۳/۴۸ و ۱۱۷/۰۷ درصد بیشتر بوده است. بدین‌ترتیب مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون دانکن، اتصال ساخته‌شده با چوب راش را در گروه A قرار داد. همچنین بیشترین ظرفیت تحمل تنش در لبهٔ بیرونی و داخلی را اعضای اتصال ساخته‌شده با چوب راش داشت که در گروه‌بندی میانگین‌ها به روش دانکن در گروه برتر A قرار گرفت و کمترین مقدار تحمل تنش در اتصال بیسکویتی به‌کاررفته در تخته خرده‌چوب مشاهده شد که در گروه C قرار گرفت. با توجه به

دانسیتهٔ بیشتر چوب راش در مقایسه با سایر مواد اولیهٔ به‌کاررفته در این بررسی(چوب صنوبر، تخته فیبر با دانسیتهٔ متوسط و تخته خرده‌چوب) و رابطهٔ مستقیم بین دانسیته و خواص مکانیکی، می‌توان علت افزایش مقاومت اتصالات ساخته‌شده با گونهٔ راش را دانسیتهٔ بیشتر آن عنوان کرد. از طرف دیگر به طورکلی چوب ماسیو به‌علت ساختار طبیعی آن در مقایسه با فرآورده‌های مرکب دارای مقاومتهای بیشتری است به همین دلیل چوب صنوبر هر چند دانسیتهٔ کمتر از MDF و یا تخته خرده‌چوب دارد، مقاومت اتصال ساخته‌شده با آن بیشتر است. مد شکست اتصالات ساخته‌شده از مواد چوبی مختلف در این تحقیق نشان داد که بیشتر شکست اتصالات ساخته‌شده با تخته خرده چوب و MDF در اعضای اتصال رخ داد در حالی که مد شکست در اتصالات ساخته‌شده از اعضای چوبی (راش و صنوبر) در اتصال‌دهنده ها رخ داد. بنابراین ضعف اتصالات ساخته‌شده با تخته خرده‌چوب و MDF را می‌توان به مقاومت کم اعضای اتصال در برابر بار وارد نسبت داد و ضعف اتصالات ساخته‌شده با چوب (راش و صنوبر) را به مقاومت کم اتصال‌دهندهٔ بیسکویتی مربوط دانست. نتایج یادشده با تحقیقات آتار و همکاران مطابقت دارد [۵]. واسیلیو و باربوتیس نیز در مورد میزان لنگر خمشی اتصالات ساخته‌شده با MDF و تخته خرده‌چوب به نتایج مشابهی دست یافتند [۱۲]. در شکل ٤ مد شکست اتصالات ساخته‌شده با اعضای مختلف نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود ضعیف‌ترین نقطهٔ اتصال عامل شکست است.

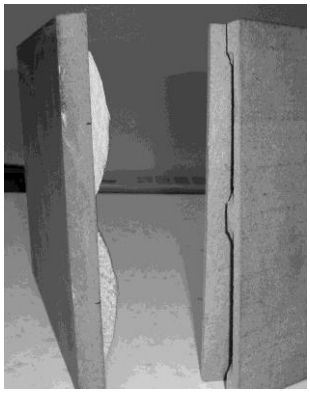


الف) چوب راش



ب) چوب صنوبر

ج) تخته خرده‌چوب



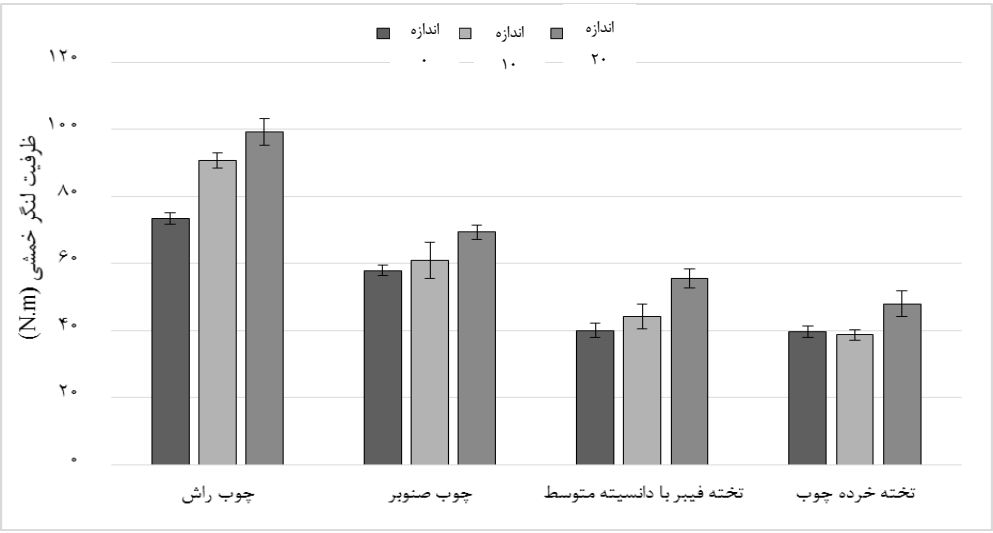
د) تخته فیبر با دانسیتهٔ متوسط (MDF)

شکل ٤. شکست اتصال بیسکویتی در اعضای اتصال مختلف

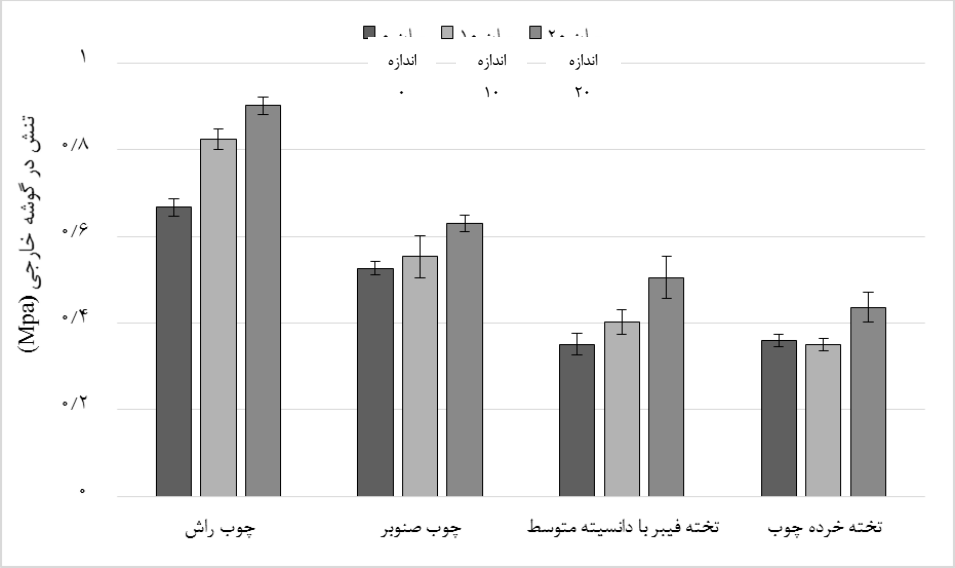
در زمینهٔ اثر مستقل اندازهٔ بیسکویت(جدول ۲)، افزایش اندازهٔ آن از صفر تا ۲۰ سبب افزایش مقدار ظرفیت لنگر خمشی و تحمل تنش در لبهٔ داخلی و بیرونی شد. در این خصوص بیسکویت شمارهٔ ۲۰ با بیشترین طول و عرض، بیشترین ظرفیت لنگرخمشی را داشت که در مقایسه با اندازهٔ بیسکویت ۱۰ و صفر به‌ترتیب ۱۵/۲۵ و ۳۰/۷۷ درصد بیشتر بود. براساس گروه‌بندی میانگین‌ها به‌روش دانکن اندازهٔ بیسکویت ۲۰ در گروه برتر A و بیسکویت‌های ۱۰ و صفر به‌ترتیب در گروه‌های B وC قرار گرفتند. همچنین ظرفیت تحمل تنش در لبهٔ بیرونی در همهٔ اتصالات (با مواد اولیهٔ مختلف) بیشتر از لبهٔ درونی بود. با توجه به اینکه افزایش اندازهٔ بیسکویت سبب افزایش سطح چسب‌خوری و همچنین افزایش واکشیدگی بیسکویت در اثر جذب رطوبت چسب می‌شود بیسکویت شماره ۲۰ اتصالات قویتری را در همهٔ نمونه‌های با اعضای اتصال مختلف به‌وجود می‌آورد. نتایج این قسمت با نتایج تحقیقات کهوند و همکاران و اکلمن مطابقت دارد [۲ ، ۱۳].

تجزیهٔ واریانس اثر متقابل عوامل متغیر بر خواص بررسی شده نشان داد که اثر متقابل نوع مادهٔ اولیه واندازهٔ بیسکویت بر ظرفیت لنگرخمشی و تنش در لبهٔ بیرونی در سطح اعتماد ۹۹ درصد و بر تنش در لبهٔ داخلی در سطح اعتماد ۹۵ درصد معنی‌دار بود. شکل ۵ اثر متقابل عوامل متغیر را بر ظرفیت لنگرخمشی نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود بیشترین ظرفیت لنگر خمشی مربوط به اتصال ساخته‌شده با گونهٔ راش و با اندازهٔ بیسکویت ۲۰ و یا به‌عبارت دیگر در بیسکویت با بزرگترین اندازه (۳/۸×۲۳×۶۰ میلی‌متر) بوده است.

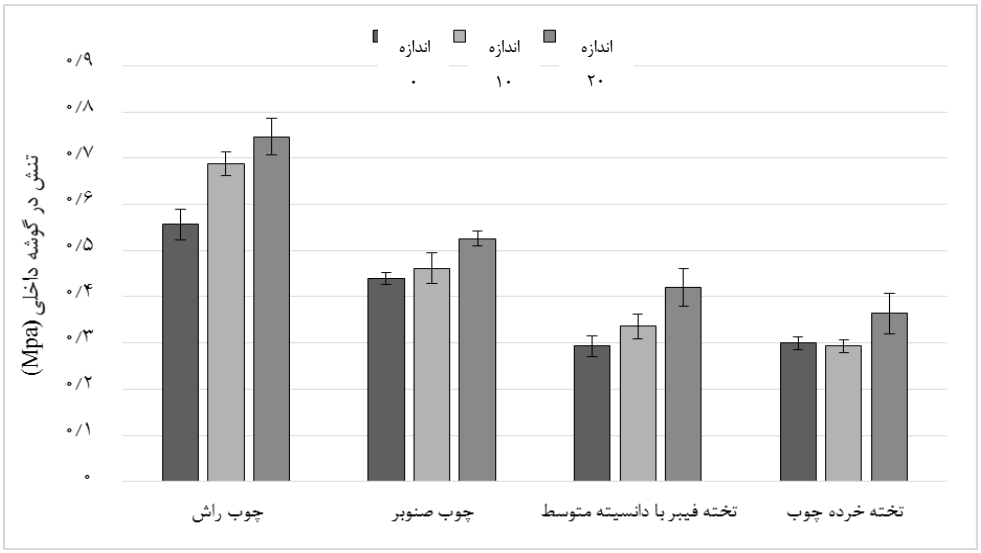
تأثیر متقابل نوع مادهٔ اولیه و اندازهٔ بیسکویت بر تنش در لبهٔ بیرونی در شکل ٦ نشان داده شده است. با توجه به این شکل، حداکثر ظرفیت تحمل تنش در لبهٔ بیرونی را، اتصال ساخته‌شده با چوب راش و با اندازهٔ بیسکویت ۲۰ دارا بوده است.



شکل ۵. اثر متقابل گونهٔ چوب اعضای اتصال و اندازهٔ بیسکویت، بر ظرفیت لنگر خمشی



شکل ٦. اثر متقابل نوع ماده و اندازهٔ بیسکویت بر ظرفیت تحمل تنش درگوشهٔ بیرونی زیر بار کششی



شکل ۷. اثر متقابل نوع ماده و اندازهٔ بیسکویت بر ظرفیت تحمل تنش درگوشهٔ داخلی زیر بار کششی

شکل ۷ که دربارهٔ اثر متقابل نوع مادهٔ اولیه و اندازهٔ بیسکویت بر تحمل تنش در لبهٔ داخلی است نشان می‌دهد که حداکثر تحمل تنش در لبهٔ داخلی را اتصال ساخته‌شده با چوب راش واندازهٔ بیسکویت ۲۰ و کمترین تحمل تنش را اتصال ساخته‌شده با تخته خرده‌چوب و با اندازهٔ بیسکویت صفر داشته است.

نتیجه‌گیری

از آنجا که چسب استفاده شده در این تحقیق چسب تماسی بوده است، در نتیجه هر چه سطح اتصال صافتر باشد، چسب عملکرد بهتری خواهد داشت. چسب‌خوری سطوح اتصال درMDF نیز با توجه به ساختار متراکم آن، بهتر از تخته خرده‌چوب است که در نتیجه سبب افزایش مقاومت اتصالات ساخته‌شده با

MDF شده است. افزایش اندازهٔ بیسکویت سبب بیشتر شدن سطح چسب خور و در نتیجه بهبود مقاومت‌ها خواهد شد. به طورکلی می‌توان گفت دو عامل مهم مقاومت اعضای اتصال و مقاومت اتصال‌دهنده در طراحی اتصالات سازهٔ مبلمان با رعایت اصول طراحی مهندسی باید مدنظر طراحان قرار گیرد. همانطور که در این تحقیق نیز مشاهده شد، با توجه به جنس اعضای اتصال و اندازه بیسکویت اتصالات ساخته‌شده در برابر بارهای وارد، رفتار متفاوتی از خود نشان دادند. بررسی این رفتار و علت آن می‌تواند به طراحان سازهٔ مبلمان برای ساخت سازه با رعایت اصول مهندسی و ضریب اطمینان بیشتر کمک کند.

References

[1]. Jones, A., and Lutes, R. (1993). Handbook of joinery, USA: Sterling Press, New York.

[2]. 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, 5(2): 47-58.

[3]. 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 case-type furniture. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research, 28(1): 11-23.

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

[5]. 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, 30(3): 665-670.

[6]. Kociszewski, M. (2005). Stiffness and load capacity of biscuit corner joints. Folia Forestalia Polonica, 36: 39-47.

[7]. 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. Materials & Design, 30(10): 4175-4182.

[8]. Tankut, A.N., and Tankut, N. (2004). Effect of some factors on the strength of furniture corner joints constructed with wood biscuits. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 28:301-309.

[9]. Standard Test Methods for Specific Gravity of Wood and Wood-Base Materials. (2014) Annual Book of ASTM Standard, 04.10, D 2395-14.

[10]. Standard Test Methods for Wood-based Panels- Determination of density, European Standard, 323. (1993).

[11]. Dalvand, M., Ebrahimi, Gh., Rostampour Haftkhani, A., and Maleki, S. (2013). Analysis of factors affecting diagonal tension and compression capacity of corner joints in furniture frame fabricated with dovetail key. Journal of Forestry Research, 24(1): 155-168.

[12]. Vassiliou, V., and Barboutis, L., (2008). Strength of furniture joints constructed with wood biscuits. In: Proceeding Papers from International Conference of NABYTOK., technical university in Zvolen, Slovakia.

[13]. Eckelman, C.A. (2003). Textbook of product engineering and strength design of furniture. Purdue University Press, West Lafayette Indiana.