Archive of SID



# بررسی عوامل مؤثر بر توان نگه‌داری اتصال‌های ساخته‌شده با بیسکویت چوبی

**پانتهآ عمرانی[۱*]**
**قنبر ابراهیمی[۲]**
**محمد کهوند[۳]**

[۱] استادیار، گروه صنایع چوب، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران

[۲] استاد، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

[۳] دانشجوی کارشناسی ارشد گروه صنایع چوب، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران

مسئول مکاتبات:
pantea.omrani@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۶/۰۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۷/۰۵

## چکیده

هدف از این پژوهش، بررسی توان نگه‌داری اتصال‌های T شکل ساخته‌شده با بیسکویت چوبی است. اتصال‌های بیسکویت، اتصال‌های صفحه‌ای نیز نامیده می‌شوند که به‌طورمعمول از چوب راش کمی فشرده ساخته می‌شوند. بیسکویت‌ها در اتصالات ساخته‌شده با آن‌ها، رطوبت چسب‌های پایه آبی را جذب نموده و با واکشیده شدن آن‌ها در شیارها، باعث ایجاد اتصال مناسب و محکم می‌شوند. گونه‌ی اعضای اتصال از چوب‌های راش (*Fagus orientalis*) و نراد (*Abies alba*)، اندازه بیسکویت شامل ۱۰ و ۲۰ (۱ عدد بیسکویت در هر اتصال) و چسب‌های پلی‌وینیل استات (PVAc)، پلی‌اورتان (PU) و اوره فرمالدهید (UF) به‌عنوان متغیرهای این تحقیق در نظر گرفته شدند. پس از ساخت نمونه‌ها، آزمون توان نگه‌داری بیسکویت انجام شد. نتایج نشان داد که اثر مستقل هر یک از عوامل متغیر یعنی گونه اعضای اتصال و نوع چسب بر توان نگه‌داری اتصال‌های بیسکویتی در سطح ۱ درصد معنی‌دار، ولی اثر مستقل اندازه بیسکویت معنی‌دار نمی‌باشد. همچنین نتایج نشان داد که توان نگه‌داری اتصال‌های ساخته‌شده با گونه راش نسبت به گونه نراد بیشتر بوده است. چسب پلی‌اورتان نسبت به سایر چسب‌ها بهترین عملکرد را داشته است. درنهایت بهترین عملکرد اتصال‌های ساخته‌شده با بیسکویت (گونه راش، بیسکویت اندازه ۱۰ و چسب پلی‌اورتان) با اتصال‌های ساخته‌شده با دوبل چوبی مقایسه شد که اتصال‌های ساخته‌شده با بیسکویت نسبت به اتصال‌های ساخته‌شده با دوبل چوبی، توان نگه‌داری بیشتری را نشان دادند.

**واژگان کلیدی:** اتصال بیسکویت، اتصال T شکل، توان نگه‌داری، بیسکویت چوبی، چسب.

## مقدمه

اتصال‌ها به‌عنوان یکی از قسمت‌های بسیار مهم در هر سازه‌ی چوبی یا مبلمان، موجب انتقال نیرو بین اعضا شده و به یکپارچگی مجموعه سازه کمک می‌کنند. شکل نامناسب و کافی نبودن تعداد اتصال‌ها نه‌تنها منجر به فروریختگی سازه در اثر بارگذاری و اعمال تنش شده، بلکه باعث کاهش دوام و پایداری سازه می‌گردد؛ بنابراین پایداری و دوام سازه‌ها به‌طورمعمول توسط اتصال‌ها تأمین می‌شود [۱]. به‌عبارتی‌دیگر اتصال‌ها به‌طورمعمول ضعیف‌ترین بخش هر سازه‌ی چوبی یا مبلمان و عامل اصلی شکست در آن است [۲]. لذا لازم است فاکتورهای مؤثر در استحکام اتصال‌های سازه‌ها بررسی و در طراحی لحاظ شوند. برای ساخت سازه‌های چوبی و یا مبلمان، اعضای اتصال (چوب ماسیو، تخته فیبر، تخته خرده‌چوب،

www.SID.ir

Archive of SID


تخته لایه و غیره) با اتصال‌دهنده‌های مخفی (بیسکویتی، دوبل، قلیف و غیره) و یا دیگر اتصال‌دهنده‌ها (پیچ، میخ، الیت، دم چلچله، منگنه و غیره) به‌تنهایی و یا به کمک چسب به‌هم متصل می‌شوند. اتصال‌دهنده‌ها علاوه بر استحکام سازه باید زیبایی ظاهری سازه را نیز حفظ کنند. ازجمله اتصال‌دهنده‌های مخفی که می‌تواند زیبایی و استحکام سازه را میسّر سازد، اتصال‌دهنده‌ی بیسکویت است. این اتصال با استفاده از یک زبانه (بیسکویت) از جنس چوب یا پلاستیک و نیز چسب کمکی مورداستفاده قرار می‌گیرد. اتصال بیسکویتی به دلیل مخفی بودن و همچنین ظرافت و سرعت عمل در مونتاژ علاوه بر تسریع در پروسه ساخت سازه، می‌تواند در سهولت و تسریع عملیات پرداخت و رنگ‌کاری نیز نقش بسزایی داشته باشد. به بیان Speas (۱۹۹۴)، اتصال‌های بیسکویت، اتصال‌های صفحه‌ای[1]نیز نامیده می‌شوند که به‌طورمعمول از چوب راش ماسیو و کمی فشرده ساخته می‌شوند تا صفحات بتوانند رطوبت چسب بر پایه آب را جذب نموده و باعث واکشیده شدن آن‌ها در شیارها برای ایجاد اتصال مناسب و محکم شوند [۳]؛ بنابراین فاکتورهای مؤثر بسیاری ازجمله گونه‌ی اعضای اتصال، جنس (چوبی، پلاستیکی و غیره)، نوع، تعداد و اندازه‌ی اتصال‌دهندها، چسب‌های مصرفی کمکی، نحوه‌ی مونتاژ، زیبایی، نوع بارهای وارده، نوع کاربرد و غیره هستند که داشتن اطلاعات لازم و اثر آن‌ها بر سازه، برای طراح سازه بسیار مهم‌اند تا بتواند طرحی زیبا و مستحکم را طراحی کند. داشتن اطلاعات کافی جهت طراحی زیبا و مستحکم و غیره سبب تحقیقات بسیاری در زمینه اتصالات سازه‌ها شده است.

Derikvand و همکاران (۲۰۱۳) اثر گونه‌ی اعضا (راش، بلوط، گردو، چنار، صنوبر و نراد) و طول نفوذ زبانه (۱۰، ۲۰ و ۳۰ میلی‌متر) بر توان نگه‌داری اتصال‌های ساخته‌شده با اتصال‌دهنده زبانه سیار را موردبررسی قرار دادند. نتایج این پژوهشگران نشان داد که با افزایش طول نفوذ زبانه‌ی سیار توان نگه‌داری اتصال افزایش می‌یابد. همچنین نتایج آن‌ها نشان داد که گونه‌ی چوب مورداستفاده برای ساخت زبانه‌ی سیار اثر معنی‌داری بر توان نگه‌داری اتصال دارد. گونه‌ی چوبی راش با سطحی صاف و مقاومت برشی موازی با الیاف بالا مناسب‌ترین چوب برای ساخت زبانه را دارا می‌باشد [۴]. Kurt و همکاران (۲۰۰۹) تأثیر لبه چسبان بر روی توان نگه‌داری اتصال با دوبل چوبی را بررسی کردند. در این تحقیق تخته فیبر دانسیته متوسط[2](MDF) و تخته خرده‌چوب[3](PB) با چوب نراد در سه ضخامت ۵، ۱۰ و ۱۵ میلی‌متر و با چسب‌های مختلف لبه چسبان شدند. آن‌ها از دوبل راش در سه قطر ۶، ۸ و ۱۰ میلی‌متر استفاده کردند. این پژوهشگران بیشترین توان نگه‌داری دوبل را مربوط به دوبل با قطر ۸ میلی‌متر و لبه چسبان ۵ میلی‌متر با چسبDVTKA[4] دانسته‌اند. همچنین آن‌ها مطرح کردند، هر چه سطح دوبل و سطح کام ایجادشده صاف‌تر باشد، چسبندگی بهتری بین اتصال‌دهنده و اعضای اتصال به وجود خواهد آمد [۵]. Uysal و Ozcifci (۲۰۰۳) تأثیر جنس دوبل، بر روی توان نگه‌داری اتصال دوبل در PB و MDF را بررسی کردند. در این تحقیق دوبل‌ها با قطر ۱۰ میلی‌متر از جنس تخته چندلا، MDF و چوب راش تهیه شدند. بیشترین توان نگه‌داری در اتصال با دوبل راش گزارش شد [۶]. Lashgari (۲۰۱۱) در تحقیقی به بررسی مقاومت کششی [توان نگه‌داری] در اتصال پین چوبی ممرز پرداخت. بدین منظور اثر قطر پین چوبی در سه سطح ۶، ۸ و ۱۰ میلی‌متر، فاصله بین پین‌ها در سه سطح ۲۰، ۲۵ و ۳۰ میلی‌متر و ۳ گونه چوبی راش، توسکا و نوئل بر مقاومت کششی اتصالات T شکل ساخته‌شده موردبررسی قرار گرفتند. چسب مورداستفاده، چسب پلی‌وینیل استات[5] (PVAc) بود. نتایج نشان داد که بیشترین مقاومت کششی موردبررسی مربوط به اتصالات گونه راش و کمترین مقدار آن مربوط به گونه نوئل بوده است. ضمن آنکه بیشترین و کمترین مقاومت کششی به ترتیب مربوط به پین با قطر ۸ و ۱۰ میلی‌متر بود. با افزایش قطر دوبل از ۶ به ۸ میلی‌متر مقاومت کششی افزایش و با افزایش قطر دوبل به ۱۰ میلی‌متر مقاومت

[1] Plate joints

[2] Medium density fiber board (MDF)
[3] Particle board (PB)
[4] Desmodur Vinil Trie Ketonol Acetate
[5] Polyvinyl acetate (PVAc)

www.SID.ir

Archive of SID



مذکور کاهش یافته است. بیشترین مقاومت کششی مربوط به فاصله ۲۵ میلی‌متری بود [۷].

Vassiliou و Barboutis (۲۰۰۸) توان نگه‌داری و ظرفیت لنگر خمشی زیر بارکششی اتصال‌های ساخته‌شده از PB و MDF با بیسکویت را بررسی کردند. در این بررسی از دو نوع بیسکویت پلاستیکی و چوبی و دو نوع چسب PVAc و پلی‌اورتان[1] (PU) استفاده شده است. نتایج این پژوهشگران نشان داده است که اتصال‌های ساخته‌شده با MDF دارای توان نگه‌داری و ظرفیت لنگر خمشی بیشتری نسبت به اتصال‌های ساخته‌شده با PB است. بیشترین میزان توان نگه‌داری و ظرفیت لنگر خمشی اتصال مربوط به اتصال با بیسکویت چوبی و چسب PU بوده است. همچنین این محققین تأثیر چسبندگی بین اعضای اتصال، بر توان نگه‌داری و ظرفیت لنگر خمشی را بیشتر نسبت به چسبندگی بین بیسکویت و اعضای اتصال دانسته‌اند [۸]. Kahvand و همکاران (۲۰۱۴) تأثیر گونه چوبی اعضای اتصال، تعداد اتصال‌دهنده، اندازه بیسکویت و نوع چسب بر ظرفیت لنگر خمشی اتصال‌های T شکل ساخته‌شده با اتصال بیسکویتی را موردبررسی قرار دادند. نتایج این بررسی نشان داد که با افزایش تعداد و اندازه بیسکویت ظرفیت لنگر خمشی اتصال افزایش‌یافته است. اتصال‌های ساخته‌شده با چسب PU نسبت به اتصال‌های ساخته‌شده با چسب‌های PVAc و اوره فرمالدهید[2] (UF) عملکرد بهتری داشته‌اند [۹]. Rangavar و Abbasi (۲۰۱۷) در تحقیقی به بررسی ظرفیت لنگر خمشی و تحمل تنش (گوشه‌ی داخلی و بیرونی) در اتصالات بیسکویتی L شکل ساخته‌شده از چوب ماسیو، PB و MDF، با بیسکویت اندازه‌ی صفر، ۱۰ و ۲۰ پرداختند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که با افزایش اندازه‌ی شماره‌ی بیسکویت از صفر تا ۲۰ (افزایش طول و عرض بیسکویت)، لنگر خمشی و ظرفیت تحمل تنش اتصالات ساخته‌شده افزایش می‌یابد و کمترین مقدار این صفات در اندازه‌ی بیسکویت شماره‌ی صفر مشاهده شد. همچنین نتایج بررسی جنس اعضای اتصال نشان داد که بیشترین ظرفیت تحمل تنش در اتصالات ساخته‌شده از گونه‌ی راش بوده است که به ترتیب بیشتر از اتصالات ساخته‌شده از چوب صنوبر، MDF و PB بود [۱۰].

باتوجه‌به کاربردهای اتصال بیسکویتی و ازآنجایی‌که پژوهش‌ها در مورد این اتصال به‌خصوص در چوب ماسیو کم است، لذا در این پژوهش عواملی چون اثر گونه‌ی اعضای اتصال، اندازه بیسکویت (اتصال‌دهنده) و نوع چسب‌های مصرفی در توان نگه‌داری اتصال بیسکویتی موردبررسی قرار گرفت.

## مواد و روش‌ها

برای ساخت اتصال‌ها، اعضای اتصال از دو گونه راش (*Fagus orientalis*) و نراد (*Abies alba*) تهیه شدند. در جدول ۱، ویژگی‌های گونه‌های چوبی مورداستفاده بیان شده است [۱۱ و ۱۲]. به‌عنوان اتصال‌دهنده نیز از ۱ عدد بیسکویت چوبی گونه راش با ضخامت ۳ میلی‌متر، در دو اندازه ۱۰ (۵۳ میلی‌متر طول و ۱۹ میلی‌متر عرض) و ۲۰ (۶۰ میلی‌متر طول و ۲۳ میلی‌متر عرض) استفاده شد (شکل ۱). همچنین از سه نوع چسب PVAc، PU و UF جهت مونتاژ اعضای اتصال با بیسکویت‌های اتصال‌دهنده استفاده شد. جدول ۲، مشخصات چسب‌های مصرفی را نشان می‌دهد.

[1] Polyurethane (PU)
[2] Urea formaldehyde (UF)

www.SID.ir

Archive of SID

**شکل ۱- بیسکویت چوبی**

**جدول ۱- ویژگی‌های گونه‌های چوبی مورداستفاده به‌عنوان اعضای اتصال**

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

**جدول ۲- مشخصات چسب‌های مورداستفاده در ساخت اتصال‌ها**

| نوع چسب | رنگ | دانسیته ($g/cm^3$) | درصد مواد جامد | مدت‌زمان استفاده در دمای اتاق (min) |
|---|---|---|---|---|
| پلی‌وینیل استات | سفید شیری | ۱/۰۸ | ۶۰ - ۶۵ | ۲۰ - ۳۰ |
| پلی‌اورتان (ML-515) | خردلی | ۱/۳ | ۹۵ -۱۰۰ | ۳۰ |
| اوره فرمالدهید | سفید | ۱/۲۹ | ۶۴ | ۱۸۰ - ۶۰۰ |

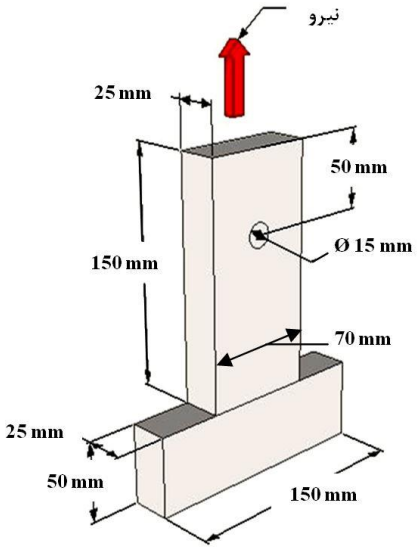
برای ساخت آزمونه توان نگه‌داری، اعضای اتصال در دو سری ابعاد ۲۵×۵۰×۱۵۰ میلی‌متر (عضو افقی) و ۲۵×۷۰×۱۵۰ میلی‌متر (عضو عمودی) برش داده شدند و نیز در عضو عمودی اتصال به‌وسیله دریل ستونی یک سوراخ به قطر ۱۵ میلی‌متر ایجاد شد. شکل ۲، نمایی از نمونه‌ی آزمونی جهت انجام آزمون توان نگه‌داری را نشان می‌دهد. سپس به‌وسیله‌ی دستگاه بیسکویت‌زن بر روی تمامی نمونه‌ها شیارهای بیضوی شکل به‌منظور جا زدن بیسکویت‌ها ایجاد شد. در مرحله‌ی چسب‌زنی، ابتدا سطوح داخلی شیارهای ایجادشده و نیز سطوح بیسکویت‌ها، به‌خوبی به چسب آغشته و سپس بیسکویت‌ها در شیارهای موردنظر قرار داده شدند. به‌منظور حذف اثر چسبندگی اعضای اتصال به یکدیگر و محدود کردن اتصال اعضا فقط با اتصال‌دهنده‌ی بیسکویت، قطعه‌ای کاغذ مومی بین دو عضو اتصال قرار داده شد. اتصال‌های ساخته‌شده به‌وسیله‌ی گیره‌های نجاری به مدت ۲۴ ساعت تحت فشار قرار گرفتند تا چسب آن‌ها به‌طور کامل عمل کرده و خشک شود.

همچنین، جهت ساخت نمونه‌های اتصال با دوبل، اعضای اتصال از گونه‌های راش و نراد، ۲ عدد دوبل راش با قطر ۱۰ و طول ۵۰ میلی‌متر و نیز چسب PVAc (چسب معمول مورداستفاده در صنعت مبلمان) استفاده گردید. مراحل ساخت اتصال‌های دوبل مشابه فرایندهای انجام‌شده برای ساخت اتصال‌های بیسکویت بوده است.

www.SID.ir

Archive of SID






**شکل ۲- نمایی از نمونه آزمونی توان نگه‌داری**

**شکل ۳- نحوه بارگذاری بر اتصال‌های ساخته‌شده**

پس از انجام عملیات مونتاژ، نمونه‌ها به مدت دو هفته در محیط آزمایشگاهی با شرایط رطوبت نسبی ۵ ± ۶۵ درصد و دمای ۲ ± ۲۰ درجه سانتی‌گراد، قرار داده‌شده و سپس به‌وسیله دستگاه آزمون مکانیکی مدل Zwick/Roell Z 150 تحت بارکششی قرار گرفتند. سرعت بارگذاری ۵ mm/min تنظیم شد. شکل ۳، نحوه اعمال بار روی نمونه‌های آزمونی را نشان می‌دهد. برای محاسبه توان نگه‌داری اتصال بیسکویت از رابطه (۱) و برای اتصال دوبل (برای مقایسه) از رابطه (۲) استفاده شد.

$$\tau = \frac{F_{max}}{2A} = \frac{F_{max}}{2 \times \pi \left(\frac{D}{2} \times \frac{d}{2}\right)} \qquad (۱)$$

که $\tau$: توان نگه‌داری اتصال بیسکویت (MPa)، $F_{max}$: نیرو یا حداکثر بار (N)، 2A: سطح اتصال نمونه یا دو سمت از سطح بیسکویت ($mm^2$)، D: قطر بزرگ بیسکویت (mm)، d: قطر کوچک بیسکویت (mm) و π: ۳/۱۴ می‌باشد.

$$\tau = \frac{F_{max}}{2A} = \frac{F_{max}}{2 \times h\ (2\pi r)} \qquad (۲)$$

که $\tau$: توان نگه‌داری اتصال دوبل (MPa)، $F_{max}$: نیرو یا حداکثر بار (N)، 2A: سطح اتصال نمونه یا سطح ۲ عدد دوبل چوبی ($mm^2$)، h: عمق یا طول نفوذ دوبل چوبی (mm)، r: شعاع دوبل چوبی (mm) و π: ۳/۱۴ می‌باشد.

برای آزمون توان نگه‌داری بیسکویت ۱۲ تیمار و برای هر تیمار ۵ تکرار در نظر گرفته شد (درمجموع تعداد ۶۰ نمونه آزمونی ساخته شد). همچنین برای نمونه‌های ساخته‌شده با دوبل، ۲ تیمار و برای هر تیمار ۵ تکرار در نظر گرفته شد. نتایج حاصله با نرم‌افزار SAS، طبق آزمون فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت. بررسی اثر مستقل و متقابل هر یک از عوامل متغیر بر توان نگه‌داری اتصال‌های بیسکویت ساخته‌شده نیز در سطح اعتماد ۹۵ درصد انجام شد.

## نتایج و بحث

### توان نگه‌داری اتصال بیسکویت

جدول ۳، میانگین مقادیر توان نگه‌داری اتصال‌های ساخته‌شده با بیسکویت چوبی را نشان می‌دهد. همچنین نتایج تجزیه واریانس عوامل متغیر موردبررسی بر توان نگه‌داری اتصال‌های ساخته‌شده با بیسکویت چوبی در جدول ۴ ارائه شده است.

www.SID.ir

Archive of SID


**جدول ۳- میانگین مقادیر توان نگه‌داری اتصال‌های ساخته‌شده با بیسکویت چوبی**

| گونه اعضای اتصال | اندازه بیسکویت | نوع چسب | توان نگه‌داری (MPa) | انحراف معیار |
|---|---|---|---|---|
| راش | ۱۰ | PU | ۲/۷۵۵ | ۰/۱۶۹ |
| | | PVAc | ۲/۲۸۸ | ۰/۳۰۷ |
| | | UF | ۰/۸۶۱ | ۰/۰۷۲ |
| | ۲۰ | PU | ۲/۳۲۵ | ۰/۳۴۰ |
| | | PVAc | ۲/۰۳۹ | ۰/۰۷۶ |
| | | UF | ۰/۷۵۶ | ۰/۱۴۵ |
| نراد | ۱۰ | PU | ۱/۶۲۵ | ۰/۱۸۱ |
| | | PVAc | ۱/۲۳۴ | ۰/۱۸۹ |
| | | UF | ۰/۶۶۷ | ۰/۱۰۰ |
| | ۲۰ | PU | ۱/۶۷۲ | ۰/۲۰۶ |
| | | PVAc | ۱/۴۳۲ | ۰/۲۸۵ |
| | | UF | ۰/۵۸۵ | ۰/۰۵۱۴ |

در جدول ۴، نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که اثر مستقل گونه اعضای اتصال و اثر مستقل نوع چسب بر توان نگه‌داری اتصال‌های بیسکویت ساخته‌شده، در سطح ۱ درصد معنی‌دار، ولی اثر مستقل اندازه بیسکویت معنی‌دار نمی‌باشد. اثر متقابل گونه اعضای اتصال بر اندازه بیسکویت و اثر متقابل گونه اعضای اتصال بر نوع چسب نیز در سطح ۱ درصد معنی‌دار بوده، ولی اثر متقابل اندازه بیسکویت بر نوع چسب و اثر متقابل گونه اعضای اتصال، اندازه بیسکویت و نوع چسب بر مقدار توان نگه‌داری اتصال‌های ساخته‌شده معنی‌دار نمی‌باشند. در اثر مستقل، بیشترین اثر معنی‌داری در نوع چسب (F: ۲۵۶/۵۱) و کمترین آن مربوط به‌اندازه بیسکویت (F: ۴/۰۲) می‌باشد.

**جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس عوامل متغیر بر توان نگه‌داری اتصال‌های ساخته‌شده با بیسکویت**

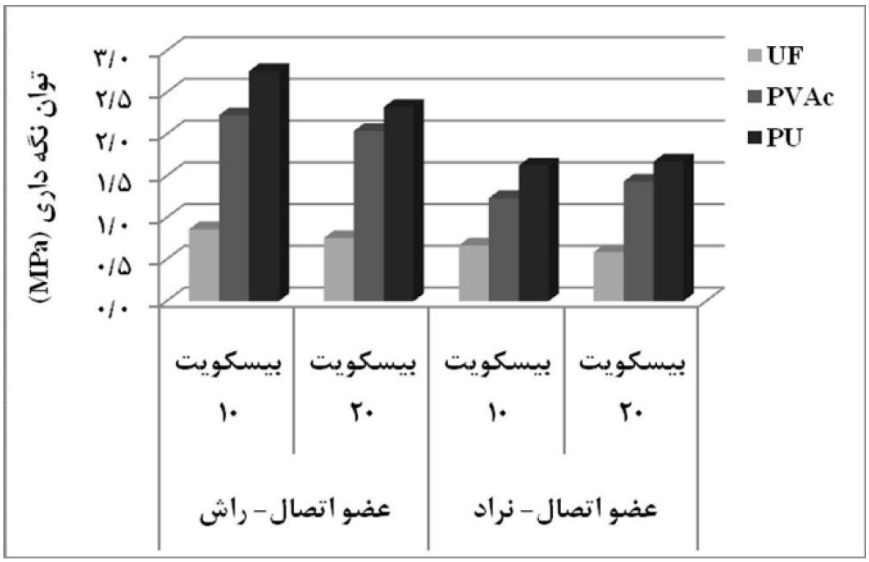
| منابع تغییرات | درجه آزادی | میانگین مربعات | F | Sig |
|---|---|---|---|---|
| گونه اعضای اتصال | ۱ | ۶/۰۴۳ | ۱۵۱/۰۸ | ۰/۰۰۰۱** |
| اندازه بیسکویت | ۱ | ۰/۱۶۱ | ۴/۰۲ | ۰/۰۵۱۰ n.s |
| نوع چسب | ۲ | ۱۰/۲۶ | ۲۵۶/۵۱ | ۰/۰۰۰۱** |
| گونه اعضای اتصال× اندازه بیسکویت | ۱ | ۰/۳۷۴ | ۹/۳۴ | ۰/۰۰۳۸** |
| گونه اعضای اتصال× نوع چسب | ۲ | ۰/۷۷۳ | ۱۹/۳۲ | ۰/۰۰۰۱** |
| اندازه بیسکویت× نوع چسب | ۲ | ۰/۰۳۵ | ۰/۸۷ | ۰/۴۲۶۷ n.s |
| گونه اعضای اتصال× اندازه بیسکویت× نوع چسب | ۲ | ۰/۰۸۱ | ۲/۰۲ | ۰/۱۴۴۵ n.s |

**: معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد و n.s: عدم معنی‌داری

بررسی نتایج نشان داد که در اثر مستقل گونه اعضای اتصال، توان نگه‌داری اتصال‌های ساخته‌شده با گونه راش ۵۲/۷۸ درصد بیشتر از گونه نراد است. در اثر مستقل اندازه بیسکویت نیز مقدار توان نگه‌داری اتصال‌های ساخته‌شده با بیسکویت اندازه ۱۰ نسبت به بیسکویت اندازه ۲۰، ۷/۰۶ درصد افزایش یافته است. بررسی اثر مستقل نوع چسب، بر مقدار توان نگه‌داری اتصال‌های ساخته‌شده نشان داد که توان نگه‌داری اتصالات با چسب PU نسبت به چسب PVAc و UF به ترتیب ۱۹/۷۶ و ۱۹۱/۹۵ درصد بیشتر می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID


**شکل ۴- مقایسه‌ی میانگین‌های توان نگه‌داری اتصالات بیسکویت ساخته‌شده**

شکل ۴، مقایسه‌ی میانگین‌های توان نگه‌داری اتصال‌های بیسکویت ساخته‌شده را نشان می‌دهد. همان‌طور که در شکل ۴ مشاهده می‌شود، توان نگه‌داری اتصال‌های بیسکویت ساخته‌شده در گونه راش بیشتر از گونه نراد است. همچنین اتصالات در گونه راش با بیسکویت اندازه ۱۰ و در گونه نراد با بیسکویت اندازه ۲۰ (با اختلاف ناچیز نسبت به بیسکویت اندازه ۱۰) بیشترین توان نگه‌داری را دارا می‌باشند. همچنین در بین چسب‌ها، چسب PU نسبت به چسب‌های PVAc و UF، اتصال مقاوم‌تری را در هر دو گونه راش و نراد ایجاد کرده است. شکل ۴، نشان می‌دهد که بیشترین توان نگه‌داری اتصال بیسکویت ساخته‌شده مربوط به اتصال ساخته‌شده با گونه راش، بیسکویت اندازه ۱۰ و چسب PU می‌باشد.

نتایج نشان دادند که توان نگه‌داری در اتصال‌های ساخته‌شده با گونه راش بیشتر از گونه نراد بوده است. باتوجه به مشاهدات حاصل از شکست اتصال‌های آزمون شده، بیشتر شکست‌ها در گونه نراد، در عضو افقی اتصال رخ داد، درحالی‌که هیچ‌گونه شکستی در اعضای اتصال ساخته‌شده با گونه راش مشاهده نشده است. دلیل این امر را می‌توان بیشتر بودن مقاومت کششی عمود بر الیاف و سطح صاف‌تر گونه راش نسبت به گونه‌ی چوبی نراد عنوان نمود. این نتایج با نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش Derikvand و همکاران (۲۰۱۳) مطابقت دارد [۴]. درواقع سطح صاف‌تر و خلل و فرج کمتر در گونه‌ی چوبی سبب تشکیل خط اتصال قوی‌تر بین دو عضو چوبی به عبارتی اعضای اتصال و اتصال‌دهنده شده است [۱۳]. البته وقتی در گونه نراد، شکست در عضو افقی اتصال رُخ داده است و نه در خط پیوند چسبی، این نشان می‌دهد که مقاومت خط پیوند چسبی آن بیشتر از مقاومت کششی عمود بر الیاف گونه نراد بوده است. دانسیته نیز با خواص مکانیکی رابطه مستقیم دارد و این می‌تواند دلیل دیگر برتری گونه راش باشد.

توان نگه‌داری اتصال‌های ساخته‌شده با چسب PU نسبت به اتصال‌های ساخته‌شده با چسب‌های PVAc و UF بیشتر بود. بر اساس تحلیل‌های انجام‌شده، چسب دوجزئی PU مقاومت برشی و درصد مواد جامد بیشتری نسبت به چسب‌های PVAc و UF دارد. ازاین‌رو اتصالات ساخته‌شده با این چسب توان نگه‌داری بیشتری نسبت به اتصالات ساخته‌شده با چسب‌های PVAc و UF از خود نشان می‌دهند. نتایج به‌دست‌آمده در این قسمت با یافته‌های Kahvand و همکاران (۲۰۱۴) هم‌خوانی دارد [۹]. مقایسه چسبندگی در فراورده‌های ساخته‌شده از PU در مقایسه با سایر چسب‌های متداول در صنایع چوب نشان داده است که در شرایط خشک این چسب مقاومت بسیار بالاتری نسبت به چسب‌های PVAc و UF دارد [۱۴]. میزان نفوذ چسب به عوامل چوب [مثل گونه و

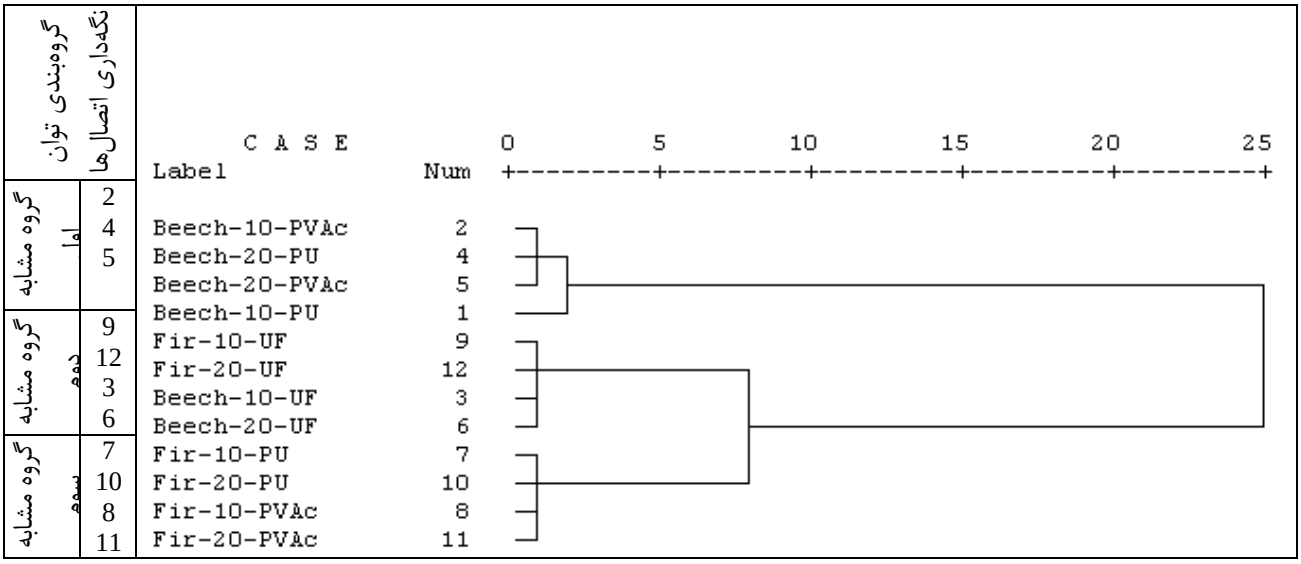
www.SID.ir

Archive of SID


ساختار آناتومیکی]، نوع رزین و فرمولاسیون آن و غیره بستگی دارد [۱۵]، ازاین‌رو توان‌نگه‌داری نمونه‌های ساخته‌شده با چسب PU نشان می‌دهد که نفوذ متناسب چسب باتوجه به عوامل بیان‌شده، خط پیوند صاف و یکنواختی ایجاد نموده است، بنابراین بیشترین مقاومت را نسبت به چسب‌های PVAc و UF داشته است.

توان نگه‌داری اتصال بیسکویت در گونه راش با افزایش اندازه بیسکویت از ۱۰ به ۲۰ کاهش یافته است. البته همان‌طور که جدول تجزیه واریانس (جدول ۴) نشان می‌دهد، اثر مستقل اندازه بیسکویت در سطح ۱ درصد معنی‌دار نبوده و دارای کمترین مقدار F: ۴/۰۲ می‌باشد. نتایج پژوهش Lashgari (۲۰۱۱) نشان داده است که با افزایش قطر دوبل از ۶ به ۸ میلی‌متر مقاومت کششی افزایش، ولی با افزایش قطر دوبل به ۱۰ میلی‌متر، مقاومت کششی کاهش‌یافته است [۷]. طبق تحقیقات Eckelman (۲۰۰۳) روند تغییرات مقاومت به کشش با تغییر قطر دوبل می‌تواند به علت نزدیک‌تر شدن فاصله بین حفره و لبه‌های عضو اتصال و درنتیجه ضعیف شدن عضو اتصال در این ناحیه باشد [۲]. بنابراین می‌توان گفت در اتصال بیسکویت ساخته‌شده نیز اندازه بیسکویت (افزایش طول و عرض) باید متناسب با اعضای اتصال باشد، در غیراین‌صورت باعث ضعیف شدن مقاومت اعضای اتصال در برابر تنش برشی می‌شود. اما می‌توان گفت توان نگه‌داری افزایش‌یافته در گونه نراد (از بیسکویت اندازه ۱۰ به ۲۰)، می‌تواند به عوامل متغیر موردبررسی و البته نوع چسب که بیشترین مقدار معناداری را دارد، بستگی داشته باشد. درواقع به دلیل ماهیت و ویژگی‌های چسب‌های PU و PVAc بر میزان نفوذ چسب و همچنین افزایش سطح چسب‌خوری به دلیل افزایش سطح بیسکویت، خط پیوند مناسب‌تری ایجاد شده است. با افزایش اندازه بیسکویت، سطح تماس بین اتصال‌دهنده و اعضای اتصال بیشتر شده و استحکام اتصال افزایش می‌یابد [۲]. ازطرف‌دیگر در هنگام ایجاد شیار بیسکویت، با شرایط یکسان (ویژگی‌های تیغه، سرعت برش و سرعت پیشبرد کار)، ویژگی‌های گونه‌ی چوبی، علت تفاوت میزان صافی یا زبری سطح خواهد بود که در این تحقیق گونه نراد سوزنی‌برگ با ساختار آناتومیکی و دانسیته کمتر نسبت به گونه راش، سطح زبرتری داشته و این مسئله درگیری مکانیکی بین اعضای اتصال و اتصال‌دهنده را بیشتر می‌نماید که می‌تواند بر مقاومت اتصال تأثیرگذار باشد.

شکل ۵، آنالیز خوشه‌ای ۱۲ گروه بر مبنای توان نگه‌داری اتصال‌های ساخته‌شده با بیسکویت چوبی و چسب را نشان می‌دهد و همان‌طور که ملاحظه می‌شود، گروه‌های اول تا سوم در فاصله کمتری یا تشابه بیشتری باهم گروه‌بندی‌شده‌اند.




**شکل ۵- آنالیز خوشه‌ای ۱۲ گروه بر مبنای توان نگه‌داری اتصال‌های ساخته‌شده با بیسکویت چوبی و چسب**

(Beech): راش، (Fir): نراد، (10 و 20): اندازه بیسکویت، (PU): پلی‌اورتان، (PVAc): پلی‌وینیل استات و (UF): اوره فرمالدهید

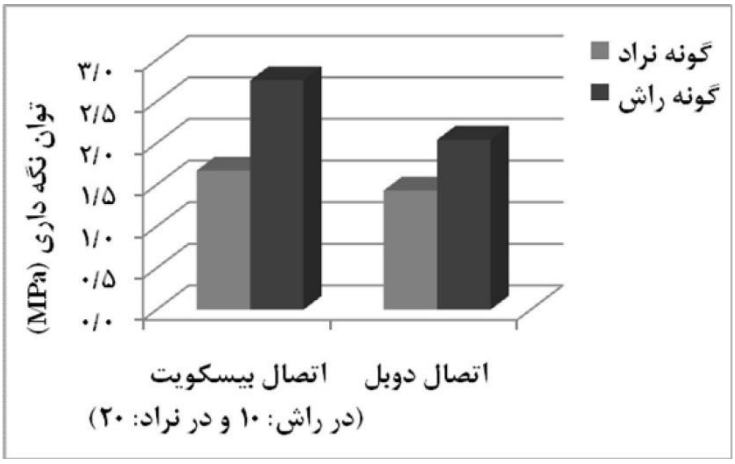
www.SID.ir

Archive of SID



### مقایسه میانگین توان نگه‌داری اتصال‌های ساخته‌شده با بیسکویت و دوبل

شکل ۶، مقایسه میانگین توان نگه‌داری اتصال‌های ساخته‌شده با بیسکویت و دوبل چوبی را نشان می‌دهد. همان‌طور که در این نمودار نشان داده‌شده است، بهترین حالت اتصال‌دهنده‌ی بیسکویت در گونه راش که مربوط به اتصال ساخته‌شده با چسب PU و بیسکویت اندازه ۱۰ و در گونه نراد مربوط به اتصال ساخته‌شده با چسب PU و بیسکویت اندازه ۲۰ بوده است، با اتصال‌های ساخته‌شده با دوبل چوبی و چسب PVAc مقایسه شده است. میزان توان نگه‌داری اتصال‌های ساخته‌شده با دوبل و چسب PVAc، که اتصال رایج در صنعت مبلمان است، از اتصال‌های ساخته‌شده با بیسکویت و چسب PU در هر دو گونه راش و نراد کمتر است. توان نگه‌داری اتصال‌های ساخته‌شده با بیسکویت در گونه راش و نراد نسبت به بهترین حالت اتصال‌های ساخته‌شده با دوبل در گونه راش و نراد به ترتیب حدود ۳۴/۹۲ و ۱۶/۷۶ درصد بیشتر می‌باشد. استفاده از اتصالات در سازه‌های چوبی و مبلمان بسته به نوع سازه، کاربرد، نوع بارهای وارده و غیره متفاوت است و در ساخت هر سازه‌ی چوبی موارد بسیاری ازجمله مواد اولیه مناسب، اتصال‌دهنده‌ها، نوع کاربرد، نوع بارهای وارده و غیره و همچنین جنبه‌های اقتصادی در راستای کاهش زمان و هزینه‌ی تولید و سودآوری بیشتر توسط طراحان و تولیدکنندگان لحاظ می‌شود. لذا داشتن اطلاعات کافی در مورد اجزای مختلف هر سازه برای طراحان و تولیدکنندگان مفید می‌باشد.




**شکل ۶- مقایسه اتصال‌های ساخته‌شده با بیسکویت و چسب PU با اتصال‌های ساخته‌شده با دوبل و چسب PVA**

### نتیجه‌گیری

این پژوهش باهدف بررسی توان نگه‌داری اتصال‌های T شکل ساخته‌شده با بیسکویت چوبی انجام شد که نتایج آن بدین شرح می‌باشد: طبق نتایج تجزیه واریانس، اثر مستقل هر یک از عوامل متغیر یعنی گونه اعضای اتصال و نوع چسب بر توان نگه‌داری اتصال‌های بیسکویت ساخته‌شده در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار، ولی اثر مستقل اندازه بیسکویت معنی‌دار نبود. نتایج نشان داد که توان نگه‌داری اتصال‌های ساخته‌شده با گونه راش نسبت به گونه نراد بیشتر بوده است که می‌تواند به دلیل خواص فیزیکی و مکانیکی بهتر گونه‌ی راش باشد. همچنین نتایج نشان داد که چسب PU نسبت به چسب‌های PVAc و UF بهترین عملکرد را داشته است که از دلائل آن می‌توان مقاومت برشی و درصد مواد جامد بیشتر چسب PU را ذکر نمود. درنهایت بهترین عملکرد اتصال‌های ساخته‌شده با گونه‌ی راش، ۱ عدد بیسکویت اندازه ۱۰ و چسب PU با اتصال‌های ساخته‌شده با ۲ عدد دوبل چوبی و چسب PVAc (اتصال رایج در صنعت مبلمان) مقایسه شد که اتصال‌های ساخته‌شده با بیسکویت نسبت به اتصال‌های ساخته‌شده با دوبل چوبی، توان نگه‌داری بیشتری را نشان دادند.

www.SID.ir

Archive of SID


## منابع

[1] Snow, M., Chen, A.A.Z., and Chui, Y.H., 2006. North American practices for connection in wood construction. Progress in Structural Engineering and Materials, 8(2): 39-48.

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

[3] Speas, E., 1994. Plate-joinery basics. Fine Wood working, 52(11/12): 82–84.

[4] Derikvand, M., Smardzewski, J., Ebrahimi, Gh., Dalvand, M., and Maleki, S., 2013. Withdrawal force capacity of mortise and loose tenon T-type furniture joints. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 37: 377-384.

[5] Kurt, S., Uysal, B., Ozcan, C., and Yildirim, M.N., 2009. The effects of edge banding thickness of Uludag Fir bonded with some adhesives on withdrawal strengths of Beech dowel pins in composite materials. BioResources, 4(4): 1682-1693.

[6] Uysal, B., and Ozcifci, A., 2003. Effects of dowels produced from various materials on withdrawal strength in MDF and PB. Journal of applied polymer science, 88: 531–535.

[7] Lashgari, A., 2011. Investigation the tensile strength of wooden pin joints of hornbeam. Iranian Journal of Sciences and Techniques Natural Resources, 6(2): 116-126.

[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.

[9] 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.

[10] 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 Journal of Forest and Wood Products, 69(4): 789-798.

[11] Standard Test Methods for Specific Gravity of Wood and Wood–Base Materials, Annual Book of ASTM Standard, D 2395, 1999.

[12] Standard Test Methods for Small Clear Specimens of Timber, Annual Book of ASTM Standard, D 143, 2000.

[13] Marra, A., 1992. Technology of wood bonding: principles in practice. Van Nostrand Reinhold, New York.

[14] Vick, C.B., and Okkonen, E.A., 1998. Strength and durability of one-part polyurethane adhesive bonds to wood. Forest Products Journal, 11:71-76.

[15] Ren, D., and Frazier, C.E., 2012. Wood/adhesive interactions and the phase morphology of moisture-cure polyurethane wood adhesives. International Journal of Adhesion and Adhesives, 34: 55-61.

www.SID.ir

Archive of SID


# The investigation of the affecting factors on withdrawal resistance of the wooden biscuit joints

**Abstract**

The aim of this study is to investigate withdrawal resistance of T-shaped joints made of wooden biscuits. Biscuit joints which also called plate joints are usually constructed from compressed solid beech wood. Biscuits in the joints take up the moisture from water-based glues and resulted swelling at the slot leads to appropriate and strong joint. The variables of this study were the species of joint members including beech (*Fagus orientalis*) and fir (*Abies alba*), biscuit size of 10 and 20 (1 biscuits per joint) and type of glue including Polyvinyl acetate (PVAc), Polyurethane (PU) and Urea formaldehyde (UF). After constructing the specimens, withdrawal resistance test of biscuits was carried out. The results showed that the effects of independent variables namely, the species of joint members and the type of glue on the withdrawal resistance of biscuit joints was significant in the 1% level, but the independent effect of biscuit size was not significant. Also the results showed that the withdrawal resistance of the joints made with beech species was higher than fir. The polyurethane adhesive exhibited the best performance in comparison with the other adhesives. Finally, the best performance of the joints made with biscuit (beech, biscuit size 10 and polyurethane glue) was compared with the wooden dowel joints, which former showed the higher withdrawal resistance.

**Keywords:** biscuit joints, T shaped joint, withdrawal resistance, wooden biscuit, glue.

**P. Omrani[1*]**
**Gh. Ebrahimi[2]**
**M. Kahvand[3]**

[1] Assistant Professor, Wood Science and Technology Department, The Faculty of Civil Engineering, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran

[2] Professor, Department of Wood and Paper Science & Technology, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

[3] M.Sc., Wood Science and Technology Department, The Faculty of Civil Engineering, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran

Corresponding author:
pantea.omrani@gmail.com

Received: 2019/08/31
Accepted: 2019/09/27

www.SID.ir