مقایسه دینامیکی و استاتیکی اتصال دم چلچله، فاق و زبانه در چوب راش

امیر ملاحسنی[۱]، امیرهومن حمصی[۲*]، حبیب‌اله خادمی‌اسلام[۳]، امیر لشگری[۴] و بهزاد بازیار[۵]

۱) دانشجوی دکتری گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
۲) استاد گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. *رایانامه نویسنده مسئول: h_hemmasi@yahoo.com
۳) استاد گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
۴) دانشیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران.
۵) استادیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۱/۲۷ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۵/۲۱

چکیده

این پژوهش با هدف ارزیابی دینامیکی و استاتیکی خواص الاستیکی اتصالات ایجاد شده در چوب راش (*Fagus orientalis*) با استفاده از اتصالات متداول در صنایع چوب از جمله اتصال دم چلچله، فاق و زبانه به کمک چسب سیانواکریلات (CA) صورت پذیرفت. ابعاد نمونه‌های تحقیق بر طبق استاندارد بین‌المللی ISO شماره ۳۱۲۹، ۲۴×۵۰×۳۶۰ میلی‌متر مورد استفاده قرار گرفت. نتایج حاصله حاکی از آن بود که اثر نوع اتصال، اندازه اتصال و همچنین اثر متقابل اندازه و نوع اتصال در آزمون دینامیکی و استاتیکی در سطح پنج درصد معنی‌دار بودند. مدول الاستیسیته اتصال دم چلچله به دلیل شکل اتصال‌دهنده و همگن بودن بافت اتصال‌دهنده و همچنین عدم وجود خط چسب گسترده در این اتصال، به مدول الاستیسیته نمونه‌های اتصال نیافته (شاهد) نزدیکتر می‌باشد. با توجه به نتایج آزمون t-student و آزمون همبستگی پیرسون، مدول الاستیسیته دینامیک و استاتیک برآورد شده در این پژوهش دارای همبستگی مثبت معنی‌دار در سطح پنج درصد بودند. با توجه به همبستگی نتایج آزمون استاتیکی و دینامیکی، روش‌های بررسی غیرمخرب دینامیکی را می‌توان جایگزین مناسبی برای آزمون‌های مخرب استاتیکی جهت ارزیابی و درجه‌بندی چوب آلات دانست.

واژه‌های کلیدی: اتصال دم چلچله، اتصال فاق و زبانه، ارزیابی استاتیکی، ارزیابی دینامیکی، مدول الاستیسیته.

مقدمه

اتصالات چسبی از سال‌های بسیار دور در ساخت انواع محصولات چوبی استفاده می‌شود و گستردگی زیادی دارد که می‌توان این گستردگی استفاده را به خواص متعدد آن از قبیل توزیع یکنواخت بار اعمال شده و تنش ایجاد شده، خستگی بالاتر نسبت به اتصالات مکانیکی، تولید سازه‌هایی با وزن کمتر، توانایی اتصال و درزگیری به‌طور هم‌زمان و غیره را نسبت داد (Custodio *et al.*, 2009). اتصالات چسبی ممکن است مقاومت خود را در حین مصرف و تحت تاثیر شرایط محیطی (مانند جذب و دفع رطوبت و تغییرات دما) یا تنش‌های مکانیکی از دست داده و تخریب شوند، بنابراین علاوه بر اینکه تولید یک اتصال قابل اعتماد ضرورت دارد، کنترل استحکام اتصالات نیز در شرایط مصرف نیز مهم و ضروری به نظر می‌رسد و با توجه به اینکه ساخت اتصال فارسی و سربه‌سر با یک اتصال‌دهنده شیمیایی (چسب) به تنهایی

کفایت نمی‌کند و به‌طور معمول برای مقاوم کردن این نوع اتصالات از اتصال‌دهنده‌های مانند دم چلچله، دوبل، قلیف، بیسکویت و زبانه سیار استفاده می‌شود (Maleki *et al*., 2012)، حفظ ظرافت اتصال و در عین حال فراهم آوردن حداکثر استحکام در سازه، از نکات بسیار مهم در صنعت تولید مبلمان است. به همین خاطر در کاربرد مواد چوبی و چندسازه‌های آن از پین چوبی برای ساخت اتصال استفاده می‌شود.

این اتصال‌دهنده به حالت زبانه و چسب کمکی به‌کار برده می‌شود. به‌دلیل سهولت در ایجاد اتصال با پین و ظرافت آن، امروزه از این اتصال به‌طور گسترده‌ای در سازه‌های مبلمان استفاده می‌شود. از این رو تحقیقات متعددی بر روی این اتصال انجام شده است. Derikvand و همکاران (۲۰۱۳a) اثر جنس اعضای کام زبانه سیار و طول نفوذ زبانه بر توان نگهداری اتصال را مورد بررسی قرار دادند. نتایج این پژوهشگران نشان داد با افزایش طول نفوذ زبانه سیار، توان نگهداری اتصال افزایش می‌یابد.

همچنین نتایج آنان نشان داد که گونه چوب مورد استفاده برای ساخت زبانه سیار اثر معنی‌داری بر توان نگهداری اتصال دارد. چون گونه چوب راش با سطحی صاف و مقاومت برشی موازی با الیاف بالا مناسب‌ترین چوب برای ساخت زبانه است.

همچنین در تحقیق دیگر Maleki و همکاران (۲۰۱۲) اثر فاصله بین دم چلچله در سه اندازه ۱، ۲ و ۳ سانتی‌متر و نوع اتصال‌دهنده در دو حالت را با استفاده از دم چلچله پروانه‌ای و H شکل بر ظرفیت تحمل تنش اتصال گوشه‌ای فارسی ساخته شده از تخته خرده‌چوب و تخته فیبر نیمه‌سنگین (MDF) بررسی کردند و نتایج مطالعه آنان نشان داد که ظرفیت تحمل تنش دم چلچله H شکل در مقایسه با دم چلچله پروانه بیشتر می‌باشد. همچنین Derikvand و همکاران (۲۰۱۳b) در تحقیق دیگری اثر نوع چسب و ارتفاع دم چلچله بر ظرفیت تحمل تنش اتصال گوشه‌ای فارسی ساخته شده از تخته خرده چوب و تخته فیبر نیمه‌سنگین را مورد بررسی قرار دادند.

نتایج این پژوهشگران نشان داد که ظرفیت تحمل تنش اتصال‌های مونتاژ با چسب CA نسبت به اتصال‌های مونتاژ شده با چسب PVAc شده و بدون چسب بیشتر بود. این پژوهشگران عنوان کردند با افزایش ارتفاع دم چلچله، سطح تماس بین اعضای اتصال و اتصال‌دهنده بیشتر می‌شود.

از این رو ظرفیت تحمل تنش اتصال افزایش می‌یابد. در تحقیق دیگری توسط Biechele و همکاران (۲۰۱۰) به‌منظور بررسی کاربرد تکنیک‌های آزمون غیرمخرب در چوب‌های صنوبر سفید و صنوبر سیاه دارای اتصال انگشتی با سه روش موج تنش، ارتعاش عرضی و ارتعاش خمشی و مقایسه آن با روش مخرب به تحقیق پرداختند و آنها اعلام داشتند که بین مدول الاستیسیته محاسبه شده از طریق هر سه روش غیرمخرب مذکور و مدول الاستیسیته محاسبه شده از روش استاتیک هم در چوب فاقد اتصال و هم در چوب واجد اتصال در هر دو گونه مورد مطالعه، همبستگی مطلوبی وجود دارد و با توجه به این نتایج مشخص گردید که هر سه روش غیرمخرب مذکور می‌توانند روش‌های مطلوبی جهت جایگزینی‌های مخرب جهت درجه‌بندی نمودن چوب‌های سالم در چوب‌های واجد اتصال باشند.

عمده تحقیقات انجام شده در خصوص اتصالات به صورت استاتیکی صورت پذیرفته است و در روش‌های استاتیکی، آزمون خمش استاتیک برای مدول الاستیسیته و مدول گسیختگی، یک روش استاندارد است ولی باعث شکستن نمونه مورد آزمایش می‌گردد.

ضمنا روش‌های استاتیک نسبت به روش‌های دینامیکی زمان تلف شده بیشتری دارند و برای حل این نوع مشکلات، آزمون‌های غیر مخرب دینامیکی ابداع شدند، به طوری که اولا شکست نمونه را به همراه ندارند و دوم اینکه زمان تلف شده در آنها کمتر است و امکان

بازرسی چشمی، اشعه ایکس، مافوق صوت، آکوستیک و ارتعاشات را در هر یک از نمونه‌ها امکان‌پذیر می‌نمایند و در آزمون‌های دینامیکی چند فراسنجه را همزمان می‌توان آزمایش نمود و منجر به صرفه‌جویی در زمان می‌گردد. آزمایش‌های غیرمخرب در تشخیص معایب چوب بسیار وسیع و متنوع می‌باشند (Ceraldi *et al*., 2001). آزمون ارتعاش طولی و خمشی در صفحات طولی- شعاعی و طولی- مماسی در زمره آزمون‌های غیرمخرب دینامیکی قرار می‌گیرند.

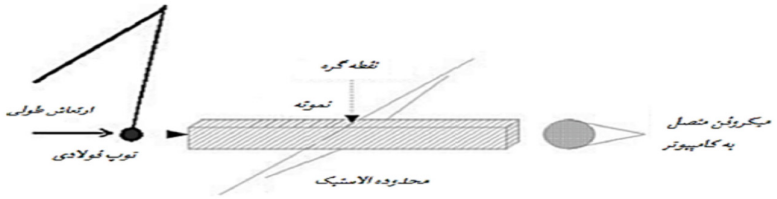
مدول الاستیسیته یکی از فراسنجه‌های مهم مهندسی مواد است که با به‌دست آوردن آن می‌توان سایر خواص مکانیکی چوب را مورد مطالعه قرار داد و با تیمار و بهبود چوب، می‌توان مقاومت مکانیکی سازه‌ها و ساختمان‌های چوبی را تقویت نمود. با توجه به کاربرد گسترده اتصالات دم چلچله، فاق و زبانه در سازه‌های چوبی و فقدان تحقیقات گسترده در این حوزه، لازم است ویژگی‌های این نوع اتصال‌دهنده مورد بررسی قرار گیرد. حال در این تحقیق به بررسی ویژگی‌های اتصالات ذکر شده در گونه پرمصرف در حوزه مبلمان و سازه‌ای کشور از جمله راش پرداخته می‌شود که این مطالعات هم به‌صورت استاتیکی و هم به‌صورت دینامیکی صورت می‌پذیرد.

مواد و روش‌ها

در این بررسی تعداد ۳۰ نمونه کاملا سالم و راست تار از چوب یک گرده بینه راش (*Fagus Orientalis* L.) بدون هر گونه عیب و ایراد ظاهری از جمله گره، ترک و پوسیدگی و غیره طبق استاندارد بین‌المللی ISO شماره ۳۱۲۹ با ابعاد ۲۴×۵۰×۳۶۰ میلی‌متر با سطح مقطع مستطیل شکل تهیه شدند.

نمونه‌ها جهت یکسان‌سازی رطوبت مطابق با استاندارد بیان شده، به مدت ۲ هفته در اتاق کلیماتیزه (با درجه حرارت ۲۲ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۶۵ درصد) قرار گرفتند، پس از طی مدت مذکور به‌منظور اطمینان بیشتر از عاری بودن نمونه‌ها از عیوب پنهان داخلی، نمونه‌های آزمونی تحت آزمون- ارتعاش خمشی آزاد در تیر دوسر آزاد قرار گرفته و بر اساس تئوری تیر تیموشنکو نمونه‌هایی که دارای بیشترین همبستگی (همبستگی بالای ۰/۹۸) بین مدهای اول تا سوم ارتعاشی بودند جهت ادامه آزمون انتخاب گردیدند.

این معیار برای انتخاب نمونه آزمونی، در تحقیقات پیشین مورد استفاده قرار گرفته بود (Hossein *et al*., 2009)، بر این اساس تعداد ۲۰ نمونه از نمونه‌های اولیه حایز شرایط جهت ادامه تحقیق بوده که پس از اندازه‌گیری ابعاد و وزن، مورد آزمون ارتعاش خمشی قرار گرفتند.



شکل ۱. تصویر شماتیک آزمون ارتعاش آزاد طولی در تیر دو سر آزاد (Brancheriau *et al*., 2010**)**

ضبط اصوات و ذخیره آن توسط نسخه سوم نرم‌افزار Audacity® انجام گردید و فایل صدا در ارتعاش خمشی توسط سیستم (NDT-lab®2009) با همان فرکانس نمونه‌برداری قرائت گردید. با ورود اطلاعات ابعاد واقعی و وزن نمونه‌ها به سیستم ذکر شده، محاسبات مربوط به محاسبه ضریب همبستگی بین سه مدول ارتعاشی و مدول

برشی انجام شد. در این پژوهش خواص الاستیکی چوب راش شامل مدول الاستیسیته (MOE) با ضریب کارایی اکوستیک (K) و ضریب تبدیل اکوستیک (ACE) توسط ارتعاش آزاد طولی در تیر دوسر آزاد در جهت شعاعی (LR) و مماسی (LT) مورد بررسی قرار گرفت.

مقدار طول موج مد اول ارتعاش طولی عبارت از دو برابر طول نمونه است. با در اختیار داشتن مقدار فرکانس و طول موج با استفاده از رابطه زیر سرعت موج صدا در جهت طولی نمونه‌ها محاسبه می‌گردد:

رابطه (۱) $V=21f$

که در این رابطه V سرعت صوت در جهت طولی چوب بر حسب متر بر ثانیه و f فرکانس مد اول ارتعاش طولی بر حسب هرتز می‌باشد.

مدول الاستیسیته طولی دینامیک با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

رابطه (۲) $E=\rho V^2$

در این فرمول □ جرم ویژه بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب و E مدول الاستیسیته طولی بر حسب پاسگال می‌باشد. فاکتور میرایی از تجزیه و تحلیل نحوه افت دامنه ارتعاش نمونه نسبت به زمان با استفاده از طیف سری فوریه به شرح زیر محاسبه می‌گردد:

رابطه (۳) $tan\delta = \frac{f_2-f_1}{fr}$

که در این رابطه $\tan\delta$ میرایی و f فرکانس می‌باشد.

ضریب آکوستیک (AC) و کارایی تبدیل آکوستیک (ACE) که از فاکتورهای مهم آکوستیکی چوب‌آلات مورد استفاده در صفحات تشدید صدا می‌باشند توسط رابطه زیر محاسبه گردید:

رابطه (۴) $ACE = \frac{K}{\tan\delta} \quad K = \sqrt{\frac{E}{\rho^3}}$

که در این رابطه K ضریب آکوستیک؛ ACE کارآیی تبدیل آکوستیک؛ E مدول الاستیسیته؛ □ جرم ویژه و $\tan\delta$ میرایی ارتعاش می‌باشد. کلیه نمونه‌های ذکر شده، چسب‌زنی شده و جهت برقراری کامل اتصالات در درون گیره دستی قرار گرفتند، پس از برقراری کامل اتصال نمونه‌ها از گیره دستی خارج گردیدند و به مدت دو هفته در اتاق کلیماتیزه با رطوبت نسبی ۶۵ درصد و دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

شکل ۲. تصاویر اتصال دم چلچله، فاق و زبانه

در این پژوهش از چسب سیانو اکریلات CA با دانسیته ۱/۰۶ گرم بر سانتی‌مترمکعب با ویسکوزیته Pa.s ۱/۵–۱/۳ و زمان سخت شدن ۱۲ ثانیه در ۲۰ درجه سانتی‌گراد استفاده گردید. سپس اتصالات ساخته شده به مدت دو هفته در شرایط کلیماتیزه مذکور قرار گرفتند و آزمون ارتعاش خمشی به‌منظور بررسی تاثیر نوع اتصالات، اثرگذاری چسب‌های مورد استفاده در پژوهش و همچنین تاثیر ابعاد مختلف اتصال بر روی خواص الاستیک در گونه مذکور انجام شد. جهت بررسی داده‌های حاصل شده در این پژوهش از روش آماری تجزیه و تحلیل واریانس با استفاده از نرم‌افزار SPSS بهره گرفته شد و همچنین با استفاده از نرم‌افزار NDT-Lab خواص مکانیکی در گونه راش مورد بررسی قرار گرفت. برای انجام آزمون خمش استاتیکی از دستگاه سنتام یونیورسال مدل STM-20 با سرعت بارگذاری ۵ mm/min استفاده شد.

نتایج

در بررسی دینامیکی خواص الاستیکی نمونه‌های مورد نظر در تحقیق اثر نوع اتصال، اندازه اتصال و چسب در سطح پنج درصد معنی‌دار گشتند. همچنین در بررسی اثر متقابل عوامل تاثیرگذار در تحقیق اثر متقابل نوع اتصال × چسب، نوع اتصال × اندازه اتصال، اتصال اندازه× چسب، اندازه × چسب × اتصال نیز در سطح ۵ درصد مطابق با جدول زیر معنی‌دار گشتند. در بررسی دینامیکی خواص صوتی نمونه‌های مورد نظر در تحقیق، اثر نوع اتصال و اندازه اتصال و چسب در سطح آماری پنج درصد معنی‌دار گشتند.

همچنین در بررسی اثر متقابل عوامل تاثیرگذار در تحقیق اثر متقابل نوع اتصال × اندازه اتصال نیز در سطح ۵ درصد بر ضریب آکوستیک نمونه‌ها و میرایی معنی‌دار گشتند.

جدول ۱. نتیجه تجزیه و تحلیل واریانس بر روی مدول الاستیسیته نمونه‌های تحقیق

منابع	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	معنی‌داری
اتصال	۳	۱۶۳۰۵۷۹۷۱۳۶	۶۰/۲۹۷	۰/۰۰۰
چسب	۱	۶۸۳۴۱۶۳۱۵۷۵	۲۵/۲۷۲	۰/۰۰۰
اندازه	۱	۸۷۱۸۹۳۹۱۲۹۲	۳۲۲/۴۱۵	۰/۰۰۰
چسب × اتصال	۳	۶۲۲۱۱۶۲۸۷۶۳	۰/۲۳۰	۰/۰۰۰
اندازه × اتصال	۳	۱۷۷۶۳۸۳۱۱۵۴	۶/۵۶۹	۰/۰۰۰
اندازه × چسب	۱	۵۵۲۲۸۴۲۸۱۱۵	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰
اندازه × چسب × اتصال	۳	۴۰۷۱۱۸۸۶۲۸۹	۰/۱۵۱	۰/۰۰۰

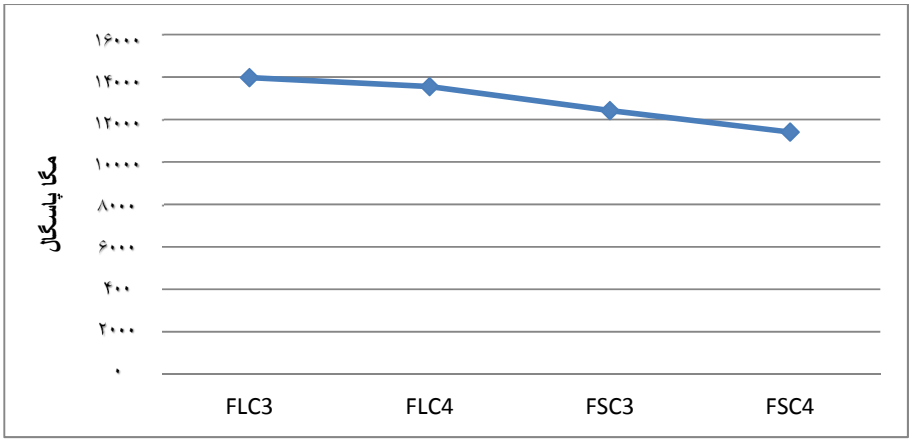
جدول ۲. نتیجه تجزیه و تحلیل واریانس بر روی ضریب آکوستیک نمونه‌های تحقیق

منابع	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	معنی‌داری
اتصال	۳	۲/۳۴۲	۹/۰۹۷	۰/۰۰۰
چسب	۱	۲/۲۹۷	۸/۹۲۲	۰/۰۰۳
اندازه	۱	۰/۸۷۸	۳/۴۰۹	۰/۰۰۰
چسب × اتصال	۳	۰/۰۱۵	۰/۰۶۰	۰/۰۶۷
اندازه × اتصال	۳	۱/۲۴۲	۴/۸۲۶	۰/۰۰۳
اندازه × چسب	۱	۰/۰۱	۰/۰۰۳	۰/۹۵۹
اندازه × چسب × اتصال	۳	۰/۰۳۲	۰/۱۲۳	۰/۹۴۷

جدول ۳. نتیجه تجزیه و تحلیل واریانس بر روی میرایی نمونه‌های تحقیق

منابع	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	معنی‌داری
اتصال	۳	۰/۰۱۰	۱۱/۸۶۹	۰/۰۰۰
چسب	۱	۰/۰۲۳	۲۸/۰۸۸	۰/۰۰۰
اندازه	۱	۰/۰۰۸	۱۰/۱۶۸	۰/۰۰۲
چسب × اتصال	۳	۰/۰۰۲	۱/۸۴۴	۰/۱۴۲
اندازه × اتصال	۳	۰/۰۰۸	۹/۷۱۴	۰/۰۰۰
اندازه × چسب	۱	۰/۰۰۱	۱/۲۹۵	۰/۲۵۷
اندازه × چسب × اتصال	۳	۰/۰۰۳	۳/۷۲۶	۰/۰۱۳

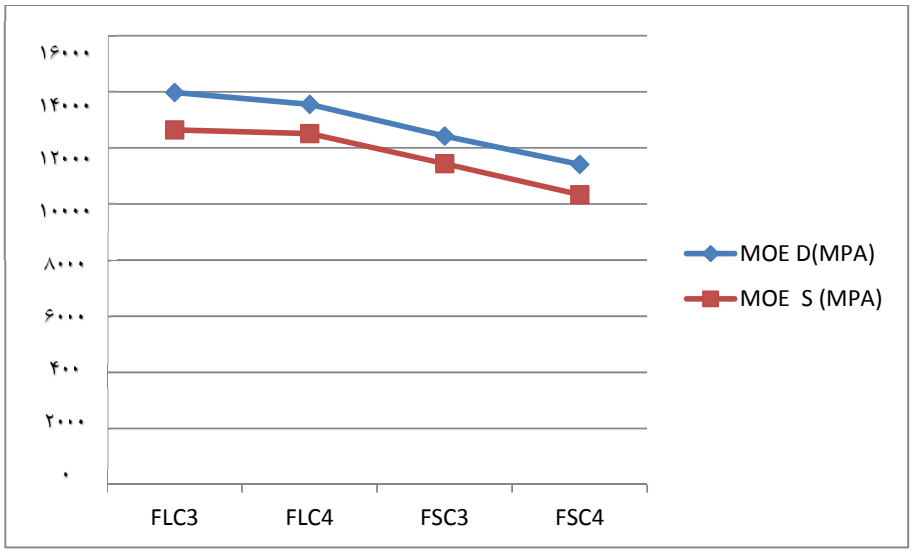
در ۲ نوع اتصال تحقیق یعنی اتصال دم چلچله، فاق و زبانه با استفاده از اندازه مختلف ذکر شده در تحقیق و همچنین با استفاده از چسب سیانو اکریلات، خواص الاستیکی و آکوستیکی این اتصالات در مقایسه با نمونه‌های شاهد (اتصال نیافته) کاهش یافته است. در اتصال دم چلچله با افزایش ارتفاع دم چلچله از ۹ به ۱۴ میلی‌متر و در اتصال فاق و زبانه با افزایش طول زبانه از ۳۰ به ۵۰ میلی‌متر میزان خواص الاستیکی بهتری نسبت به طول زبانه کمتر یا دم چلچله کوتاه‌تر مطابق با شکل ۳ حاصل گردید.



شکل ۳. مقایسه مدول الاستیسیته دینامیک اتصالات تحقیق بر حسب مگا پاسگال

F: گونه راش؛ L: اتصال بزرگ؛ S: اتصال کوچک؛ C: چسب سیانواکریلات؛ ۳: اتصال دم چلچله؛ ۴: اتصال کام و زبانه

اتصال دم چلچله با استفاده از چسب سیانو اکریلات دارای مدول الاستیسیته بالاتری می‌باشد و اختلاف میانگین اتصالات مورد مطالعه در تحقیق در سطح پنج درصد معنی‌دار گشته‌اند و اختلاف معنی‌داری بین اتصالات تحقیق مشاهده گردید. در بررسی استاتیکی خواص الاستیکی گونه راش در اتصالات دم چلچله، فاق و زبانه اثر نوع اتصال، اندازه اتصال در سطح پنج درصد معنی‌دار گشتند. همچنین اثر متقابل متغیرهای مورد بررسی اثر اندازه × اتصال در سطح پنج درصد معنی‌دار بوده و اثر سایر متغیرهای مورد بررسی در سطح ۵ درصد معنی‌دار نبودند. نتایج آزمون استاتیکی از نظر بیشترین میزان مدول الاستیسیته در اتصالات همانند آزمون دینامیکی می‌باشد یعنی اتصال دم چلچله بیشترین مدول الاستیسیته استاتیکی می‌باشد.



شکل ۴. مقایسه مدول الاستیسیته دینامیک و استاتیک اتصالات تحقیق

F: گونه راش؛ L: اتصال بزرگ؛ S: اتصال کوچک؛ C: چسب سیانواکریلات؛ ۳: اتصال دم چلچله؛ ۴: اتصال کام و زبانه

با توجه به نتایج آزمون تی استیودنت و آزمون همبستگی پیرسون، مدول الاستیسیته دینامیک و استاتیک برآورد شده در تحقیق دارای رابطه معنی‌دار در سطح پنج درصد و دارای همبستگی مثبت برآورد گردیدند.

بحث و نتیجه‌گیری

در این تحقیق با افزایش طول زبانه، ارتفاع دم چلچله خواص الاستیکی بالاتری حاصل گردید. در اتصال دم چلچله با افزایش ارتفاع دم چلچله از ۹ به ۱۴ میلی‌متر در اتصال فاق و زبانه با افزایش طول زبانه از ۳۰ به ۵۰ میلی‌متر میزان مدول الاستیسیته بالاتری در بررسی‌های دینامیکی و استاتیکی حاصل گردید که یافته‌های تحقیق با نتایج سایر محققین از جمله Derikvand و همکاران (۲۰۱۳a,b)، Kahvand و همکاران (۲۰۱۳)، Dalvand و همکاران (۲۰۱۱) و Maleki و همکاران (۲۰۱۲) همخوانی دارد که افزایش سطح در زبانه تاثیر ویژه‌ای بر ظرفیت تحمل تنش اتصال زیر بار کششی و فشاری دارد. به‌طور کلی می‌توان بیان نمود که افزایش سطح زبانه منجر به افزایش سطح چسب خور شده و در نتیجه استحکام اتصال افزایش می‌یابد و محیط همگن‌تری را در اتصال ایجاد می‌نماید. مصرف چسب باعث افزایش دانسیته در محل اتصال شده که باعث افزایش مدول‌الاستیسیته اتصال می‌گردد.

در اتصال دم چلچله با افزایش ارتفاع دم چلچله ظرفیت تحمل تنش افزایش می‌یابد که علت این امر را می‌توان به سطح تماس بیشتر اتصال‌دهنده و اعضای اتصال نسبت داد. به بیان دیگر با افزایش سطح تماس بین اعضای اتصال و اتصال‌دهنده ظرفیت تحمل تنش افزایش می‌یابد.

در کلیه اتصالات تحقیق میزان مدول الاستیسیته دینامیکی و استاتیکی و خواص آکوستیکی در مقایسه با نمونه‌های اتصال نیافته (نمونه شاهد) کاهش یافته است که ضریب آکوستیک متاثر از دو فراسنجه مدول الاستیسیته و دانسیته می‌باشد که تاثیر دانسیته به مراتب بالاتر از مدول الاستیسیته در شکل‌گیری ضریب آکوستیک است. این کاهش در نمونه‌های متصل شده می‌تواند به علت افزایش دانسیته نمونه پس از اتصال باشد، به صورتی که دانسیته در نمونه‌های متصل شده افزایش یافته است. افزایش دانسیته را می‌توان به ازدیاد

دانسیته در چسب سیانواکریلات نسبت به نمونه‌های اتصال نیافته دانست که در اتصالات تحقیق، اتصال دم چلچله کمترین تاثیر بر خواص آکوستیکی نسبت به نمونه‌های اتصال نیافته داشته است که با نتایج تحقیق Wegst (۲۰۰۶) و Obataya و Norimoto (۱۹۹۹) مطابقت دارد. محققین فوق در تحقیقات خود دریافتند که بین مدول الاستیسیته و میرایی رابطه معکوس برقرار می‌باشد و کاهش میرایی سبب افزایش ACE می‌گردد. بنابراین اتصال دم چلچله به علت همگن بودن بافت اتصال‌دهنده نسبت به سایر اتصالات و با توجه به نوع و شکل اتصال‌دهنده و همچنین به علت عدم وجود خط چسب گسترده در این اتصال، دارای مدول الاستیسیته بالاتری نسبت به سایر اتصالات می‌باشد، این امر سبب گردیده تا این اتصال تاثیر کمتری بر خواص آکوستیکی و الاستیکی نسبت به نمونه‌های اتصال نیافته داشته باشد. استفاده از چسب سیانواکریلات در مقایسه با چسب پلی ونیل استات در نمونه‌های تحقیق سبب افزایش مدول الاستیسیته بالاتری نسبت به نمونه‌های چسب زده شده با چسب پلی ونیل استات گردید. یافته‌های تحقیق با نتایج تحقیق Altun و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت دارد که چسب سیانواکریلات در مقایسه با چسب پلی ونیل استات ظرفیت تحمل تنش بیشتری را دارد و به‌دلیل گیرایی سریع‌تر منجر به تسریع در امر تولید و کاهش زمان مونتاژ می‌گردد. نتایج حاصل از بررسی استاتیکی و دینامیکی مدول الاستیسیته نمونه‌های تحقیق با توجه به نتایج آزمون تی استیودنت و آزمون همبستگی پیرسون، مدول الاستیسیته دینامیک و استاتیک برآورد شده در تحقیق دارای رابطه معنی‌دار در سطح پنج درصد و دارای همبستگی مثبت برآورد گردید. همبستگی مطلوبی نیز بین نتایج مدول الاستیسته برآورد شده دینامیک و استاتیک وجود دارد که نتایج حاصل در این تحقیق با نتایج سایر محققین از جمله Bodig و Jayne (۱۹۹۳) و Biechele و همکاران (۲۰۱۰) همخوانی دارد. از این رو استفاده از آزمون‌های غیرمخرب دینامیکی به عنوان جایگزین روش‌های مخرب استاتیکی توصیه می‌گردد، زیرا شکست نمونه‌ها را به همراه ندارد. همچنین زمان تلف شده آنها جهت آزمون نمونه‌ها کمتر می‌باشد و امکان بازرسی چشمی، اشعه ایکس، مافوق صوت، آکوستیک و ارتعاشات و غیره را محقق می‌نماید.

در یک نتیجه‌گیری کلی می‌توان بیان نمود استفاده از روش‌های بررسی دینامیکی منجر به کاهش زمان، هزینه و نیز عدم نیاز به شکست نمونه‌ها می‌شود و در نتیجه کاهش ضایعات تولید و افزایش راندمان در سایه ارتقای کیفی محصولات را به همراه دارد. همچنین امکان بررسی و کنترل مداوم محصولات در حین سرویس‌دهی می‌تواند عامل موثری در پیش‌بینی و همچنین پیشگیری از خسارت باشد.

منابع

Altun, S., Burdurlu, E. and Kiliç, M. (2010) Effect of adhesive type on the bending moment capacity of miter frame corner joints. Bioresources, 5(3): 1473-1483.

Biechele, T., Chui, Y.H. and Gong, M. (2010) Assessing stiffness on finger-jointed timber with different non-destructive testing techniques. Proceedings of the future of quality control for wood products, Edinburgh, UK.

Bodig J. and Jayne, B.A. (1993) Mechanics of wood and wood composites. Malabar, Krieger Publishing Company: 712p.

Brancheriau, L., Kouchade, C. and Brémaud, I. (2010) Internal friction measurement of tropical species by various acoustic methods. Journal of Wood Science, 56(5): 371-379. DOI 10.1007/s10086-010-1111-8/

Ceraldi, C., Mormone, V. and Ermolli, E.R. (2001) Resistographic inspection of ancient timber structures for the evaluation of mechanical characteristics. Materials and Structures, 34(1): 59-64. DOI: 10.1007/BF02482201 Co.,Malabar, FL/

Custódio, J., Broughton, J. and Cruz, H. (2009) A review of factors influencing the durability of structural bonded timber joint. International Journal of

Nondestructive Testing and Evaluation of Wood, Beijing, China: 117-128.

Kahvand, M., Omrani, P. and Ebrahimi, G. (2013) Determination of bending moment resistance of type joints constructed with wood biscuit. Iranian Journal of Wood and Paper Industries, 5(2): 47-58.

Maleki, S., Faezipour, M., Ebrahimi, G. and Layeghi, M. (2012) Investigation on bending moment resistance of L-shaped screwed corner joints constructed of plywood members. Iranian Journal of wood and Paper Science Research, 27(4): 732-742.

Obataya, E. and Norimoto, M. (1999) Acoustic properties of a reed (*Arundo donax* L.) used for the vibrating plate of a clarinet. Journal of Acoustical Society of America, 106(2): 1106-1110. DOI: 10.1121/1.427118/

Wegst, U.K.G. (2006) Wood for sound. American Journal of Botany, 93(10): 1439-1448. DOI:10.3732/ajb.93.10.1439/

Adhesionand Adhesives, 29(2): 173-185. DOI: 10.1016/j.ijadhadh.2008.03.002/

Dalvand, M., Maleki, S., Ebrahimi, G.H. and Haftkhani, A.R. (2011) Determination of stress carrying capacity of doweled corner joints in framed furniture structure constructed of Fir. Iranian Journal of Wood and Paper Industries, 5(1): 21-32.

Derikvand, M., Ebrahimi, G.H. and Eckelman, C.A. (2013a) Effect of shoulder thickness on bending moment capacity of mortise and loose tenon joint. Iranian Journal of Wood and Paper Industries, 28(1): 65-75.

Derikvand, M., Smardzewski, J., Ebrahimi, G., Dalvand, M. and Maleki, S. (2013b) Withdrawal force capacity of mortise and loose tenon T-type furniture joints. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 37(3): 377-384. DOI: 10.3906/tar-1204-8/

Hossein, M.A., Roohnia, M. and Shahverdi, M. (2009) Some footprints of wood internal defects on three first mode-shapes of free vibration. 16th International Symposium on

Dynamic and static comparison of dovetail, tongue and groove in Beech wood

Amir Mollahassani[1], Amir Houman Hemmasi[2]*, Habib-Alah Khademi Eslam[2], Amir Lashgari[3] and Behzad Bazyar[4]

1) Ph.D. Student, Department of Wood and Paper Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2) Professor, Department of Wood and Paper Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. *Corresponding Author Email Address: h_hemmasi@yahoo.com
3) Professor, Department of Wood and Paper Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
4) Associate Professor, Department of Wood and Paper Science, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.
5) Assistant Professor, Department of Wood and Paper Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Date of Submission: 2019/04/16 Date of Acceptance: 2019/08/12

Abstract

The aim of this study is to evaluate the dynamic and static of elastic properties of beech (*Fagus orientalis*) wood using conventional joints in woos industry including dovetail, tongue and groove beech wood with cyanoacrylate (CA) adhesives. Dimensions of experimental samples were determined 24×50×360 (mm) according to international standard (ISO No.3129). The results indicate that the effects of joint type, joint size, and retrospective joint size became meaningful in dynamic and static tests ($p<0.05$). Elasticity module for dovetail joint due to the shape, homogenous joint texture, and lack of extended adhesive line in the joint is closer to unjointed samples (control group). Based on the Student's t-test and Pearson correlation test, dynamic and static elasticity modulus had statistically significant positive correlation ($p<0.05$). Regarding to the correlation of dynamic and static tests, methods for non-destructive dynamic investigation may be used as appropriate alternatives to destructive static tests for assessing and classifying the woods.

Keywords: Elasticity modulus, Dovetail joint, Dynamic assessment, Static assessment, Tongue and groove joint.