Archive of SID

نشریه علمی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران
جلد ۳۵ شماره ۱، صفحه ۴۵-۳۳، (۱۳۹۹)

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/IJWPR.2020.127777.1571
شناسه دیجیتال (DOR): 98.1000/1735-0913.1399.35.33.70.1.1605.32

مقایسه دینامیکی و استاتیکی اتصال دم چلچله و فاق و زبانه در گونه نراد

امیر ملاحسنی[۱]، امیر هومن حمصی[۲*]، حبیب‌اله خادمی اسلام[۳]، امیر لشگری[۴] و بهزاد بازیار[۵]

۱- دانشجوی دکترای گروه صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات تهران، ایران

۲*- نویسنده مسئول، استاد، گروه صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات تهران، ایران،
پست الکترونیک: h_hemmasi@yahoo.com / h_hemmasi@srbiau.ac.ir

۳- استاد، گروه صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات تهران، ایران

۴- دانشیار، گروه صنایع چوب و کاغذ، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، البرز، ایران

۵- استادیار، گروه صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات تهران، ایران

دریافت: شهریور ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش: بهمن ۱۳۹۸

چکیده

این پژوهش با هدف ارزیابی دینامیکی و استاتیکی خواص الاستیکی اتصالات ایجاد شده در چوب نراد با استفاده از اتصالات متداول در صنایع چوب ازجمله اتصال دم چلچله و فاق و زبانه در گونه نراد (*Abies alba*) با استفاده از دو نوع چسب پلی‌ونیل استات (PVA) و سیانواکریلات (CA) انجام شد. ابعاد نمونه‌های تحقیق طبق استاندارد بین‌المللی ISO شماره ۳۱۲۹، ۲۴×۵۰×۳۶۰ میلی‌متر مورد استفاده قرار گرفت و نتایج حاصل حکایت از آن دارد که اثر نوع اتصال، نوع چسب، اندازه اتصال و همچنین اثر متقابل اندازه و نوع اتصال در آزمون دینامیکی و استاتیکی در سطح پنج درصد معنی‌دار بودند. با افزایش طول زبانه اتصال و ارتفاع دم چلچله مدول‌الاستیسیته دینامیکی و استاتیکی افزایش یافت. مدول‌الاستیسیته اتصال دم چلچله به دلیل شکل اتصال‌دهنده و همگن بودن بافت اتصال‌دهنده و همچنین عدم وجود خط چسب گسترده در این اتصال، به مدول‌الاستیسیته نمونه‌های اتصال نیافته (شاهد) نزدیک‌تر است، همچنین چسب سیانواکریلات به دلیل تحمل تنش بالاتر و همچنین گیرایی سریع‌تر این چسب سبب بهبود خواص الاستیکی نمونه‌ها نسبت به چسب پلی‌ونیل استات گردید. با توجه به نتایج آزمون تی استیودنت اختلاف معناداری بین میانگین مدول‌الاستیسیته استاتیکی و دینامیکی وجود ندارد و بااینکه میزان میانگین مدول‌الاستیسیته دینامیکی نسبت به مدول‌الاستیسیته استاتیکی بیشتر بوده است، این افزایش از نظر آماری معنی‌دار نمی‌باشد. با توجه به نتایج آزمون همبستگی پیرسون، مدول‌الاستیسیته دینامیک و استاتیک برآورد شده در تحقیق دارای رابطه معنی‌دار در سطح پنج درصد و دارای ضریب همبستگی مثبت ۰/۹۵۸ برآورد گردید. به‌طوری‌که با توجه به همبستگی نتایج آزمون استاتیکی و دینامیکی، روش‌های بررسی غیرمخرب دینامیکی را می‌توان جایگزین مناسبی برای آزمون‌های مخرب استاتیکی، برای ارزیابی و درجه‌بندی چوب‌آلات دانست.

واژه‌های کلیدی: اتصال دم چلچله، اتصال فاق و زبانه، ارزیابی استاتیکی، ارزیابی دینامیکی، مدول‌الاستیسیته

مقدمه

یکی از امتیازات اصلی چوب و فراورده‌های مرکب آن به‌عنوان ماده سازه‌ای این است که به سادگی می‌توان اجزای سازه‌ای را با دامنه وسیعی از اتصال‌دهنده‌ها (انواع چسب‌ها و اتصال‌دهنده‌های مکانیکی) به یکدیگر متصل کرد. اتصال در سازه‌های چوبی اعم از ساختمان‌های

www.SID.ir

Archive of SID

چوبی یا مبلمان به معنی متصل شدن دو یا چند عضو به‌وسیله یک اتصال‌دهنده می‌باشد(Anoymous, 2000). در اغلب سازه‌های چوبی اتصالات یکی از مهمترین اجزا هستند، اما کمترین شناخت نسبت به آنها وجود دارد. اتصالات به عضوها پیوستگی می‌دهند و به سازه استحکام و ثبات می‌بخشند، به‌طورکلی اتصالات حلقه بحرانی بین اجزای یک سازه می‌باشند و اتصالات ضعیف سبب شکست سازه می‌شوند، بنابراین ضروری است که اتصالات به‌صورت صحیح طراحی شوند تا بتوانند در شرایط کاربرد یا مصرف به‌صورت ایمن و بدون تغییر شکل بیش از اندازه و شکست، بارهای وارده را تحمل کنند (Williamson, 2002). 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 اعمال‌شده و تنش ایجاد شده، خستگی بالاتر نسبت به اتصالات مکانیکی، تولید سازه‌هایی با وزن کمتر، توانایی اتصال و درزگیری به‌طور همزمان و غیره نسبت داد (Custodio, 2009). اتصالات چسبی ممکن است مقاومت خود را در زمان مصرف و تحت تأثیر 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 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 و همکاران (۲۰۱۲) حفظ ظرافت اتصال و درعین‌حال فراهم کردن حداکثر استحکام در سازه، از نکات بسیار مهم در صنعت تولید مبلمان است. به همین دلیل در کاربرد مواد چوبی و چندسازه‌های آن از پین چوبی برای ساخت اتصال استفاده می‌شود. این اتصال‌دهنده به حالت زبانه و چسب کمکی به‌کاربرده می‌شود. به دلیل سهولت در ایجاد اتصال با پین و ظرافت آن، امروزه از این اتصال به‌طور گسترده‌ای در سازه‌های مبلمان استفاده می‌شود. ازاین‌رو تحقیقات متعددی بر روی این اتصال انجام شده است. Eckelman & Haviarova (۲۰۰۶) در تحقیقی در مورد اتصال صندلی‌های طراحی شده برای مدارس با اتصالات کام و زبانه پین شده با استفاده از چسب و عدم استفاده از چسب را مورد بررسی قرار دادند. البته مقاومت اتصالات زبانه‌دار آغشته به چسب با پین به قطر ۰/۱۲۵ اینچ نسبت به اتصالات آغشته به چسب بدون پین بیش از ۸۰ درصد بهبود یافته است. این نتایج نشان داد که ممکن است بتوان اتصالات زبانه‌دار را تنها به‌وسیله پین محکم کرد، چون هم چسب و هم پین‌دار کردن قیمت تمام شده را بالا می‌برد. در تحقیقی دیگر Derikvand و همکاران (۲۰۱۳) 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 تحقیقی 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 ساخته‌شده از تخته خرده چوب و تخته فیبر نیمه سنگین (MDF) را بررسی کردند. نتایج نشان داد که ظرفیت تحمل تنش دم چلچله H شکل در مقایسه با دم چلچله پروانه بیشتر می‌باشد، همچنین این محقق در تحقیقی دیگر در سال ۲۰۱۳ اثر نوع چسب و ارتفاع دم چلچله بر ظرفیت تحمل تنش اتصال گوشه‌ای فارسی ساخته‌شده از تخته خرده چوب و تخته فیبر نیمه‌سنگین را مورد بررسی قرار داد و نتایج این پژوهشگران نشان داد که ظرفیت تحمل تنش اتصال‌های

www.SID.ir

Archive of SID

مونتاژ با چسب CA نسبت به اتصال‌های مونتاژ شده با چسب PVAc و بدون چسب بیشتر بود و این پژوهشگران بیان کردند با افزایش ارتفاع دم چلچله، سطح تماس بین اعضای اتصال و اتصال‌دهنده بیشتر می‌شود، ازاین‌رو ظرفیت تحمل تنش اتصال افزایش می‌یابد. در تحقیق دیگری Biechele و همکاران (۲۰۱۰) به‌منظور بررسی کاربرد تکنیک های آزمون غیرمخرب در چوب های 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، آنان اعلام کردند که بین مدول‌الاستیسیته محاسبه شده از طریق هر سه روش غیرمخرب مذکور و مدول‌الاستیسیته محاسبه شده از روش استاتیک هم در چوب فاقد اتصال و هم در چوب دارای اتصال در هر دو گونه مورد مطالعه همبستگی مطلوبی وجود دارد، با توجه به این نتایج مشخص گردید که هر سه روش غیرمخرب مذکور می‌توانند روش‌های مطلوبی برای جایگزینی آزمون های مخرب برای درجه‌بندی نمودن چوب‌های سالم در چوب‌های دارای اتصال باشند. با توجه به اینکه عمده تحقیقات انجام شده در مورد اتصالات به‌صورت استاتیکی انجام شده است و در روش‌های استاتیکی، آزمون خمش استاتیک برای مدول‌الاستیسیته و مدول‌گسیختگی، یک روش استاندارد است ولی باعث شکستن نمونه مورد آزمایش می‌گردد، ضمناً روش‌های استاتیک نسبت به روش‌های دینامیکی زمان تلف شده بیشتری دارند و برای حل این نوع مشکلات، آزمون‌های غیرمخرب دینامیکی ابداع شدند. به‌طوری‌که نخست شکست نمونه را به همراه ندارد و دوم اینکه زمان تلف شده در آنها کمتر است و امکان بازرسی چشمی، اشعه ایکس، مافوق صوت، آکوستیک و ارتعاشات را در هریک از نمونه‌ها امکان‌پذیر می‌نماید و در آزمون‌های دینامیکی چند پارامتر را همزمان می‌توان آزمایش نمود و منجر به‌صرفه‌جویی در زمان می‌گردد. آزمایش‌های غیرمخرب در تشخیص معایب چوب بسیار وسیع و متنوع می‌باشند (Ceraldi, 2001). آزمون ارتعاش طولی و خمشی در صفحات طولی -شعاعی و طولی -مماسی در زمره آزمونهای غیرمخرب دینامیکی قرار می‌گیرند. مدول‌الاستیسیته یکی از پارامترهای 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 ازجمله نراد پرداخته می‌شود که این مطالعات هم به‌صورت استاتیکی و هم به‌صورت دینامیکی انجام می‌شود.

مواد و روش‌ها

در این بررسی تعداد ۵۰ نمونه کاملاً سالم و راست تار از چوب یک گرده‌بینه نراد (*Abies alba*) بدون هرگونه عیب و ایراد ظاهری ازجمله 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 که مشخصات فیزیکی و مکانیکی گونه استفاده شده در این تحقیق به‌شرح جدول ذیل ارائه می‌گردد.

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و مکانیکی گونه مورد استفاده

گونه چوبی	دانسیته (g/cm^3)	مدول‌گسیختگی (MPa)	مدول‌الاستیسیته (MPa)
نراد	۰/۴۳	۵۶/۴۸	۶۵۱۴

www.SID.ir

Archive of SID

نمونه‌ها برای یکسان‌سازی رطوبت مطابق با استاندارد بیان‌شده، 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، مورد بررسی قرار گرفتند. در این تحقیق خواص الاستیکی چوب نراد شامل مدول‌الاستیسیته (MOE) با ضریب کارایی آکوستیک (K) و ضریب تبدیل آکوستیک (ACE) و میرایی(tan ð) توسط آزمون ارتعاش آزاد در تیر دوسر آزاد، مورد بررسی قرار گرفت.

با در اختیار داشتن مقدار فرکانس و طول موج با استفاده از رابطه ذیل سرعت موج صدا در نمونه ها محاسبه می گردد.

$$V = 2lf \qquad (۱)$$

که در این رابطه V سرعت صوت چوب بر حسب متر بر ثانیه و f فرکانس بر حسب هرتز می باشد .

مدول الاستیسیته دینامیک با استفاده از رابطه ی زیر محاسبه می گردد :

$$E = \rho V^2 \qquad (۲)$$

در این فرمول، p جرم ویژه بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب و E مدول‌الاستیسیته 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 ذیل محاسبه می گردد :

$$tan\delta = \frac{\lambda}{\pi} \qquad (۳)$$

که در این رابطه tan ð میرایی و λ نشان دهنده‌ی میزان افت ارتعاش به روش کاهش لگاریتمی می‌باشد.

ضریب آکوستیک (AC) و کارایی تبدیل آکوستیک (ACE) که از فاکتورهای مهم آکوستیکی چوب‌آلات مورد استفاده در صفحات تشدید صدا می‌باشند توسط روابط ذیل محاسبه شد.

$$ACE = \frac{K}{\tan ð} \qquad (٤)$$

$$K = \sqrt{\frac{E}{\rho^3}} \qquad (۵)$$

که در این روابط، K ضریب آکوستیک، ACE کارایی تبدیل آکوستیک، E مدول‌الاستیسیته، p جرم ویژه و tan ð میرایی ارتعاش می‌باشند.

شایان ذکر است که عوامل متغیر در هریک از اتصالات تحقیق به‌شرح ذیل می‌باشد.

۱- دو نوع چسب (سیانو اکریلات، پلی‌ونیل استات) ۲- دو طول زبانه متغیر و دو نوع ارتفاع دم چلچله

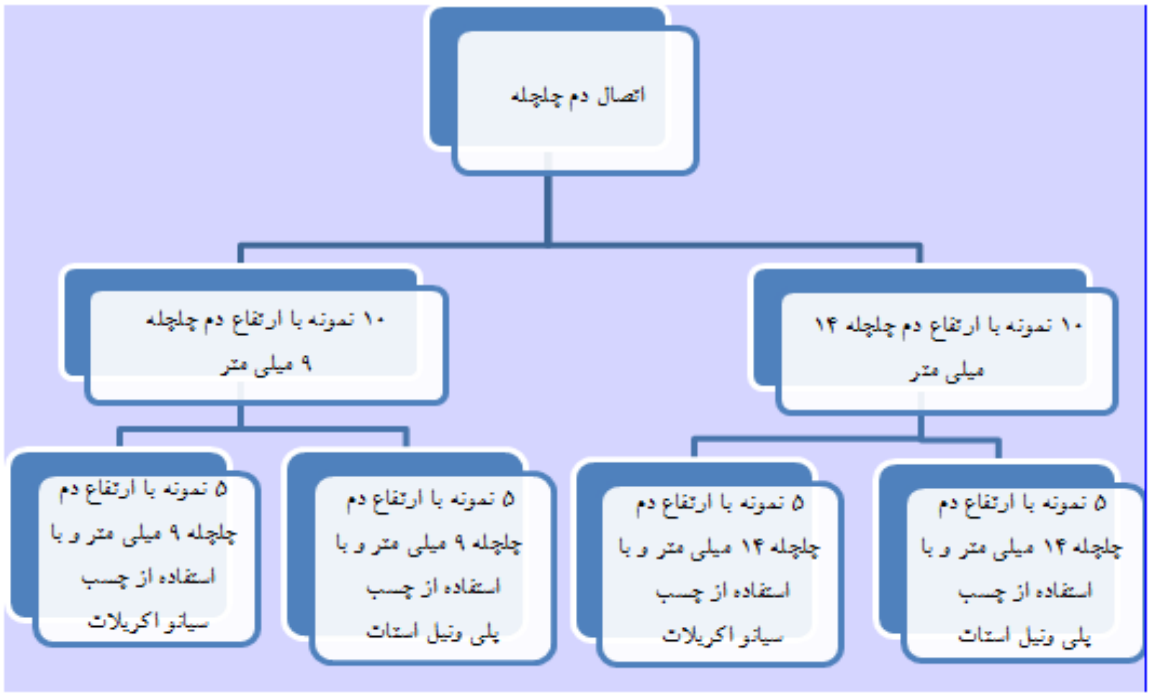
بنابراین تعداد نمونه در هریک از اتصالات تحقیق با احتساب ۵ تکرار برابر با ۲۰ نمونه گردید و حجم کل نمونه‌های تحقیق با توجه با ۲ نوع اتصال (دم چلچله، فاق و زبانه) مورد توجه در این پژوهش برابر با ۴۰ نمونه برآورد گردید.

پس‌ازآن نمونه‌ها به ۲ گروه ۲۰ نمونه‌ای با ابعاد ۲۴×۵۰×۳۶۰ میلی‌متر و به ۴ زیرمجموعه تقسیم شدند و هر گروه برای ایجاد یک نوع اتصال مورد استفاده قرار گرفت. ابعاد اتصالات بر اساس منابع علمی به‌شرح ذیل: Horwood, 1999, Jackson & Day, 1995, Noll, 2007, Eckelman & Haviarova, 2006, Haviarova *et al.*, 2001 انتخاب شدند.

گروه اول نمونه‌ها برای ایجاد اتصال دم چلچله با استفاده از دم چلچله پروانه‌ای شکل چوبی (از همان گونه نمونه‌های تحقیق) با دو ارتفاع ۹ و ۱۴ میلی‌متر با استفاده از دو نوع چسب به‌شرح ذیل تقسیم‌بندی گردیدند.

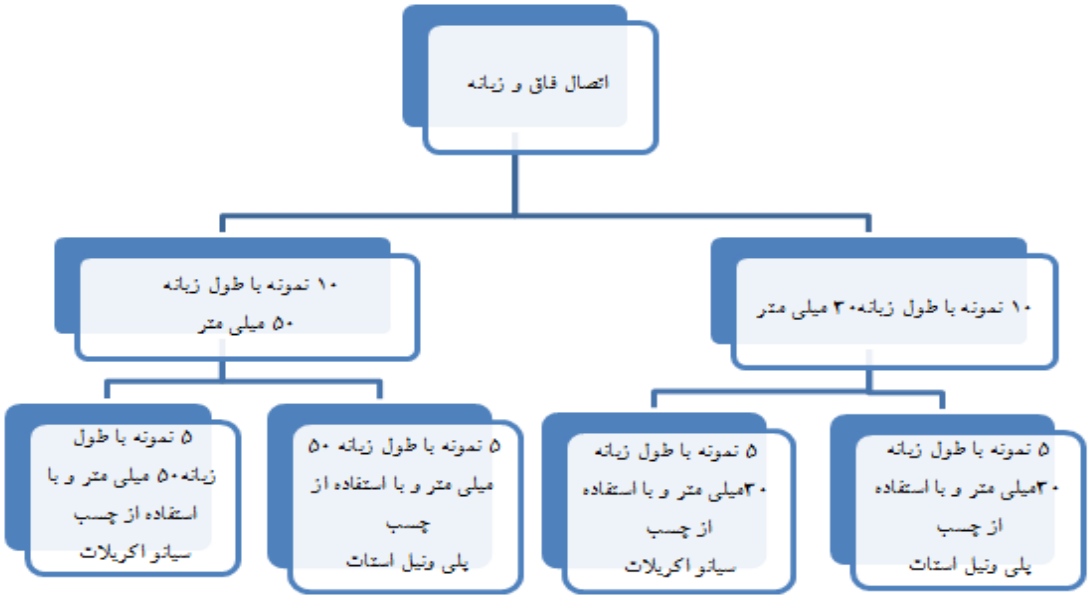
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱– الگوی شماتیک ساخت اتصال دم چلچله تحقیق

گروه دوم برای ایجاد اتصال فاق و زبانه با دو طول زبانه ۳۰ و ۵۰ میلی‌متر و با استفاده از دو چسب مختلف به‌شرح ذیل تقسیم‌بندی شدند.



شکل ۲– الگوی شماتیک ساخت اتصال فاق و زبانه تحقیق

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۳- تصاویر اتصال دم چلچله و اتصال فاق و زبانه

در این تحقیق از چسب سفید نجاری (پلی‌ونیل استات) PVA با pH برابر با ۵ و مواد جامد ۶۰ درصد و دانسیته ۱/۰۸ گرم بر سانتی‌متر مکعب و چسب سیانو اکریلات CA با دانسیته ۱/۰۶ گرم بر سانتی‌متر مکعب با ویسکوزیته ۱/۵ Pa.s – ۱/۳ و زمان سخت شدن ۱۲ ثانیه در ۲۰ درجه سانتی‌گراد استفاده گردید و نمونه‌های ذکر شده طبق الگوی ارائه‌شده در این تحقیق، چسب‌زنی شده و برای برقراری کامل اتصالات در درون گیره دستی قرار گرفتند. پس از برقراری کامل اتصال نمونه‌ها از گیره دستی خارج گردیدند، سپس اتصالات ساخته‌شده به مدت دو هفته در شرایط کلیماتیزه قرار گرفتند، آنگاه آزمون ارتعاش خمشی به‌منظور بررسی تأثیر نوع اتصالات، اثرگذاری چسب‌های مورد استفاده در تحقیق و همچنین تأثیر ابعاد مختلف اتصال بر روی خواص الاستیک در گونه مذکور انجام شد. برای بررسی داده‌های حاصل‌شده در این تحقیق، از روش آماری تجزیه‌وتحلیل واریانس با استفاده از نرم‌افزار SPSS استفاده شد. همچنین با استفاده از نرم‌افزار NDT-Lab خواص مکانیکی و ثابت‌های الاستیک در گونه نراد 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

هدف از این تحقیق دستیابی به طراحی اتصالات با بهترین و مؤثرترین خواص مکانیکی در چوب و مصنوعات چوبی می‌باشد. ایجاد اتصال سبب تأثیر نامطلوب بر خواص مکانیکی چوب‌آلات می‌شود و از سوی دیگر استفاده از اتصالات در ادوات موسیقی، سالن‌ها برای انعکاس صدا و یا صفحات تشدید اصوات امری اجتناب‌ناپذیر است. بنابراین انتخاب بهترین اتصالات با کمترین تأثیر در نمونه‌های سالم و با حداکثر خواص آکوستیکی در مکان‌های مذکور مهم می‌باشد. بدین‌منظور خواص تأثیرگذار در مهندسی اتصالات مورد سنجش و تحقیق قرار گرفتند و در ابتدا از طریق آزمون دینامیکی خواص الاستیکی نمونه‌های مورد آزمون در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفتند و نتایج ذیل حاصل گردید: در بررسی دینامیکی خواص الاستیکی نمونه‌های مورد نظر در تحقیق اثر نوع اتصال، نوع چسب و اندازه اتصال در سطح پنج درصد معنی‌دار شدند، همچنین در بررسی اثر متقابل عوامل تأثیرگذار در تحقیق اثر متقابل نوع اتصال × اندازه اتصال نیز در سطح ۵ درصد مطابق با جدول ذیل معنی‌دار گردیدند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- نتیجه تجزیه‌وتحلیل واریانس بر روی مدول‌الاستیسیته نمونه‌های تحقیق

منابع	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	معنی‌داری
اتصال	۳	۸۳۴۸۷۸۸۱۳۲۴	۴۹/۳۱۸	۰/۰۰۰
چسب	۱	۶۸۹۷۴۱۵۶۳۲۵	۲۵/۲۷۲	۰/۰۰۰
اندازه	۱	۷۸۶۵۴۲۱۳۹۸۴	۲۵۶/۶۸۷	۰/۰۰۰
چسب *اتصال	۳	۵۹۸۷۵۶۳۲۵۱۴	۰/۴۲۱	۰/۶۸۱
اندازه * اتصال	۳	۱۵۸۷۹۶۴۱۶۸۷	۴/۳۶۷	۰/۰۰۰
اندازه * چسب	۱	۵۷۸۹۶۵۳۲۱۴۷۶	۰/۰۰۴	۰/۰۸۲
اندازه * چسب * اتصال	۳	۳۸۹۷۴۵۶۳۲۱۴	۰/۴۲۱	۰/۳۷۵

در بررسی دینامیکی خواص صوتی نمونه‌های مورد نظر در تحقیق، اثر نوع اتصال، نوع چسب و اندازه اتصال در سطح آماری پنج درصد معنی‌دار شدند، همچنین در بررسی اثر متقابل عوامل تأثیرگذار در تحقیق اثر متقابل نوع اتصال × اندازه اتصال نیز در سطح ۵ درصد بر ضریب آکوستیک و میرایی نمونه‌ها مطابق با جدول شماره ۲ و ۳ معنی‌دار گردیدند.

در ۲ نوع اتصال تحقیق یعنی اتصال دم چلچله و فاق و زبانه با استفاده از اندازه مختلف ذکر شده در تحقیق و همچنین با استفاده از چسب‌های پلی‌ونیل استات و 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 مطابق با نمودار ارائه‌شده حاصل گردید. چسب سیانو اکریلات در کلیه اتصالات تحقیق نسبت به چسب پلی‌ونیل استات خواص الاستیک را به میزان بهتری مطابق با نمودار زیر بهبود بخشیده است.

جدول ۳- نتیجه تجزیه‌وتحلیل واریانس بر روی ضریب آکوستیک نمونه‌های تحقیق

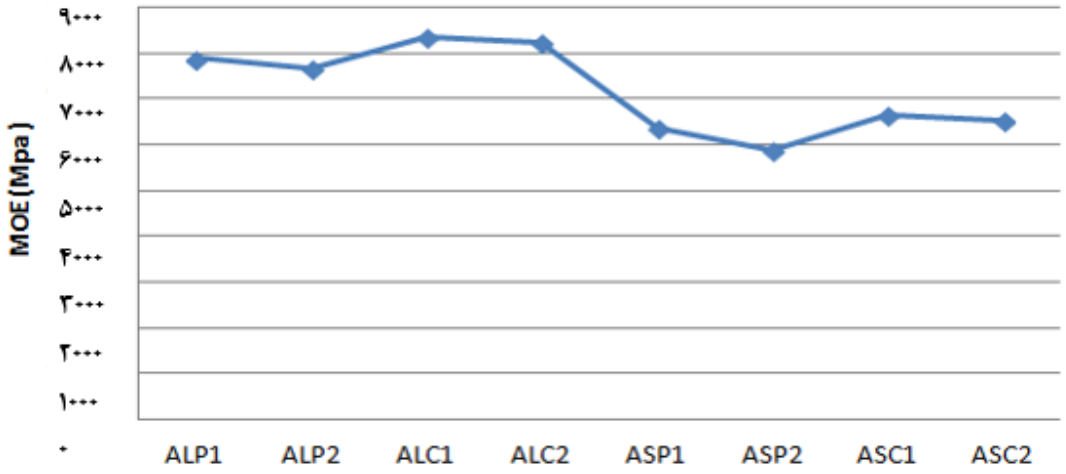
منابع	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	معنی‌داری
اتصال	۳	۱/۲۱۴	۵/۱۷۳	۰/۰۰۰
چسب	۱	۱۴۱/۴۰۶	۶۰۲/۶۳۷	۰/۰۰۳
اندازه	۱	۰/۴۱۵	۱/۷۶۷	۰/۰۰۰
چسب *اتصال	۳	۲/۳۹۹	۱۰/۲۱۸	۰/۰۶۱
اندازه * اتصال	۳	۰/۵۰۵	۲/۱۵۳	۰/۰۰۰
اندازه * چسب	۱	۰/۰۴	۰/۱۸	۰/۶۷۱
اندازه * چسب * اتصال	۳	۰/۷۵۳	۳/۲۰۷	۰/۸۹۴

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- نتیجه تجزیه‌وتحلیل واریانس بر روی میرایی نمونه‌های تحقیق

منابع	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	معنی‌داری
اتصال	۳	۰/۰۰۳	۹/۷۴۲	۰/۰۰۰
چسب	۱	۰/۰۰۷	۲۲/۱۲۱	۰/۰۰۰
اندازه	۱	۰/۰۰۲	۶/۴۵۲	۰/۰۰۲
چسب *اتصال	۳	۰/۰۰۴	۱/۴۲۱	۰/۲۷۵
اندازه * اتصال	۳	۰/۰۰۸	۷/۶۱۳	۰/۰۰۰
اندازه * چسب	۱	۰/۰۰۳	۱/۷۵۱	۰/۲۴۱
اندازه * چسب * اتصال	۳	۰/۰۰۲	۳/۴۲۱	۰/۰۶۲



شکل ۴- مدول‌الاستیسیته دینامیکی تحقیق

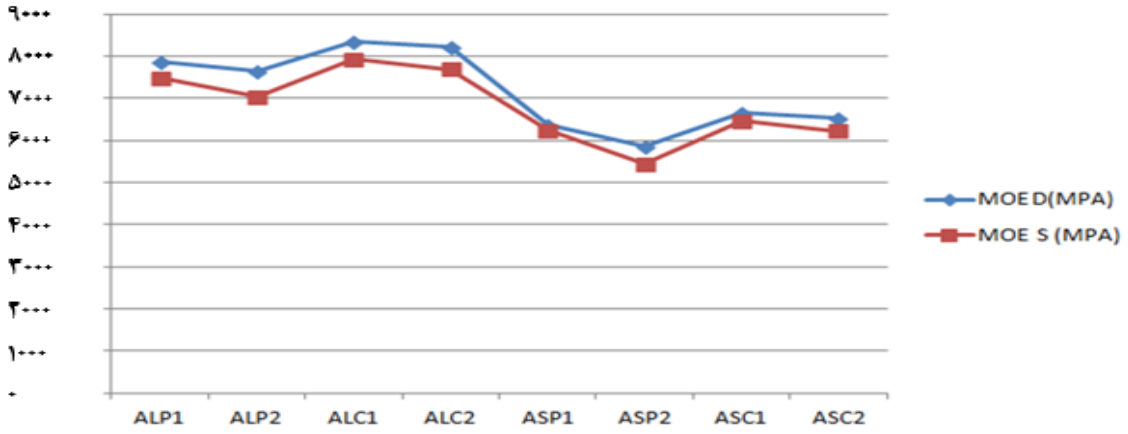
کلید نمودار: A: گونه نراد / L: اتصال بزرگ / S: اتصال کوچک / P: چسب پلی‌ونیل استات / C: چسب سیانو اکریلات / ۱: اتصال دوبل /۲: اتصال فاق و زبانه

اتصال دم چلچله با استفاده از چسب سیانو اکریلات دارای مدول‌الاستیسیته بالاتری نسبت به اتصال دیگر می‌باشد. اختلاف میانگین اتصالات مورد مطالعه در تحقیق در سطح پنج درصد معنی‌دار شد و اختلاف معناداری بین اتصالات تحقیق مشاهده گردید. اتصال دم چلچله با ارتفاع ۱۴ میلی‌متر و با استفاده از چسب سیانو اکریلات کمترین تأثیر را در خواص آکوستیکی چوب نراد داشته است.

در بررسی استاتیکی خواص الاستیکی گونه نراد در اتصالات دم چلچله و فاق و زبانه اثر نوع اتصال، اندازه اتصال و نوع چسب در سطح پنج درصد معنی‌دار شد، همچنین بین اثر متقابل متغیرهای مورد بررسی اثر اندازه ×اتصال در سطح پنج درصد معنی‌دار گردید و اثر سایر متغیرهای مورد بررسی در سطح ۵ درصد معنی‌دار نشد. نتایج آزمون استاتیکی از نظر بیشترین میزان مدول‌الاستیسیته در اتصالات همانند آزمون دینامیکی می‌باشد، یعنی اتصال دم چلچله مدول‌الاستیسیته استاتیکی بالاتری را نسبت به اتصال فاق و زبانه دارد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵- مقایسه مدول‌الاستیسیته دینامیکی و استاتیکی تحقیق

کلید نمودار: A: گونه نراد / L: اتصال بزرگ / S: اتصال کوچک / P: چسب پلی‌ونیل استات / C: چسب سیانو اکریلات / ۱: اتصال دوبل /۲: اتصال فاق و زبانه

با توجه به نتایج آزمون تی استیودنت در جدول شماره ۵، اختلاف معناداری بین میانگین مدول‌الاستیسیته استاتیکی و دینامیکی وجود ندارد و میزان مدول‌الاستیسیته دینامیکی نسبت به مدول‌الاستیسیته استاتیکی افزایش یافته است که این افزایش از نظر آماری به‌شرح جدول ذیل معنی‌دار نمی‌باشد.

با توجه به نتایج آزمون همبستگی پیرسون در جدول شماره ۶، مدول‌الاستیسیته دینامیک و استاتیک برآورد شده در تحقیق دارای رابطه معنی‌دار در سطح پنج درصد و دارای ضریب همبستگی مثبت ۰/۹۵۸، به‌شرح جدول ذیل برآورد گردید.

جدول ۵- نتیجه آزمون تی تست در اتصالات تحقیق

آزمون		تعداد داده	میانگین	انحراف معیار	آماره t	درجه آزادی	Sig. (2-tailed)
MOE(MPA)	استاتیکی	۴۰	۶۸۱۷	۸۶۱	-۲/۴۶۰	۱۵۸	۰/۱۵
MOE(MPA)	دینامیکی	۴۰	۷۱۹۵	۹۴۴	-۲/۴۶۰	۱۵۷/۸	۰/۱۵

جدول ۶- نتایج آزمون همبستگی پیرسون مدول‌الاستیسیته دینامیکی و استاتیکی تحقیق

		استاتیکی	دینامیکی
مدول‌الاستیسیته استاتیکی	همبستگی پیرسون	۱	۰/۹۵۸
	معنی‌داری		۰/۰۰۰
	تعداد نمونه	۴۰	۴۰
مدول‌الاستیسیته دینامیکی	همبستگی پیرسون	۰/۹۵۸	۱
	معنی‌داری	۰/۰۰۰	
	تعداد نمونه	۴۰	۴۰

www.SID.ir

Archive of SID

بحث

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 مدول‌الاستیسیته بالاتری در بررسی‌های دینامیکی و استاتیکی حاصل شد که یافته‌های تحقیق با نتایج سایر محققان ازجمله Drikvand و همکاران (۲۰۱۳) ، Kahvand و همکاران (۲۰۱۳)، Dalvand و همکاران (۲۰۱۲) و Maleki و همکاران (۲۰۱۲) هم‌خوانی دارد که افزایش سطح در زبانه تأثیر ویژه‌ای بر ظرفیت تحمل تنش اتصال زیر بارکششی و فشاری دارد. به‌طورکلی می‌توان گفت که با افزایش سطح زبانه منجر به افزایش سطح چسب‌خور شده، درنتیجه استحکام اتصال افزایش می‌یابد و یک محیط همگن‌تری را در اتصال ایجاد می‌نماید و 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 و به بیان دیگر با افزایش سطح تماس بین اعضای اتصال و اتصال‌دهنده ظرفیت تحمل تنش افزایش می‌یابد. در کلیه اتصالات تحقیق میزان مدول‌الاستیسیته دینامیکی و استاتیکی و خواص آکوستیکی در مقایسه با نمونه‌های اتصال نیافته (نمونه شاهد) کاهش یافته است که ضریب آکوستیک متأثر از دو پارامتر مدول‌الاستیسیته و دانسیته می‌باشد که تأثیر دانسیته به‌مراتب بالاتر از مدول‌الاستیسیته در شکل‌گیری ضریب آکوستیک می‌باشد و این کاهش در نمونه‌های متصل شده می‌تواند به علت افزایش دانسیته نمونه پس از اتصال باشد، به‌صورتی که دانسیته در نمونه‌های متصل شده افزایش یافته است که این افزایش دانسیته را می‌توان به ازدیاد دانسیته در چسب‌های پلی‌ونیل استات و سیانواکریلات نسبت به نمونه‌های اتصال نیافته دانست که در اتصالات تحقیق، اتصال دم چلچله کمترین تأثیر را بر خواص آکوستیکی نسبت به نمونه‌های اتصال نیافته داشته است که با نتایج تحقیق Wegst (۲۰۰۶) و Obayata (۲۰۰۰) مطابقت دارد که محققان یادشده در تحقیقات خود دریافتند که بین مدول‌الاستیسیته و میرایی رابطه معکوس برقرار می‌باشد و کاهش میرایی سبب افزایش ACE می‌گردد. بنابراین در 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 مدول‌الاستیسیته بالاتری نسبت به سایر اتصالات می‌باشد و همین امر سبب شده است تا این اتصال تأثیر کمتری بر خواص آکوستیکی و الاستیکی نسبت به نمونه‌های اتصال نیافته داشته باشد. استفاده از چسب سیانواکریلات در مقایسه با چسب پلی‌ونیل استات در نمونه‌های تحقیق سبب افزایش مدول‌الاستیسیته بالاتری نسبت به نمونه‌های چسب زده شده با چسب پلی‌ونیل استات گردید که یافته‌های تحقیق با نتایج تحقیق Altun و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت دارد که چسب سیانواکریلات در مقایسه با چسب پلی‌ونیل 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 مدول‌الاستیسیته نمونه‌های تحقیق با توجه به نتایج آزمون تی استیودنت، اختلاف معناداری بین میانگین مدول‌الاستیسیته استاتیکی و دینامیکی برآورد شده در تحقیق وجود ندارد و با توجه به نتایج آزمون همبستگی پیرسون مدول‌الاستیسیته دینامیک و استاتیک برآورد شده در تحقیق دارای رابطه معنی‌دار در سطح پنج درصد و دارای ضریب همبستگی مثبت ۰/۹۵۸ برآورد گردید و همبستگی مطلوبی بین نتایج مدول‌الاستیسیته برآورد شده دینامیک و استاتیک وجود دارد که نتایج حاصل در این تحقیق با نتایج سایر محققان ازجمله Bodig&Jayan (۱۹۹۳) و Bichele و همکاران (۲۰۱۰) هم‌خوانی دارد. ازاین‌رو استفاده از آزمون‌های غیرمخرب دینامیکی به‌عنوان جایگزین روش‌های مخرب استاتیکی توصیه می‌گردد، زیرا شکست نمونه‌ها را به همراه ندارد و همچنین زمان تلف شده آنها برای آزمون نمونه‌ها کمتر می‌باشد و امکان بازرسی چشمی، اشعه ایکس، مافوق صوت، آکوستیک و ارتعاشات و غیره را محقق می‌نماید

www.SID.ir

Archive of SID

و در یک نتیجه‌گیری کلی می‌توان بیان نمود که استفاده از روش‌های بررسی دینامیکی منجر به کاهش زمان، هزینه و نیز عدم نیاز به شکست نمونه‌ها و درنتیجه کاهش ضایعات تولید و افزایش بازدهی در سایه ارتقای کیفی محصولات دست‌یافت و همچنین امکان بررسی و کنترل مداوم محصولات در زمان سرویس‌دهی می‌تواند عامل مؤثری در پیش‌بینی و همچنین پیش‌گیری از خسارت مؤثر واقع شود.

منابع مورد استفاده

-Anonymous. 2000, Wood Hand book.Wood as an Engineering Material Agricultural. Handbook 72. UDSA. Forest product Laboratory. Madison WI, 42-48.

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

- Bodig J. and Jayne B.A., 1993. Mechanics of Wood and Wood Composites. Malabar; Krieger Publishing Company, 712P

-Brancheriau, L., Kouchade, C. and Bremaud, I., 2010. Internal friction measurement of tropical species by various acoustic methods. J. Wood Sci. DOI 10.1007/s10086-010-1111-8

- Biechele, T., Chui, YH. and Gong, M., 2010. Assessing stiffness on finger-jointed timber with different non-destructive testing techniques. In: Proc of "the Future of Quality Control for Wood Products". The final conference of COST Action E53. May 4th – 7th; Edinburgh – UK. http://cte.napier.ac.uk/e53

-Custodio, J., Broughton, H. and Cruz, A., 2009. A Review of Factors Influencing the Durability of Structural Bonded Timber Joint. International Journal of Adhesion&Adhesive. 29:173-185

-Ceraldi, C., Mormone, C. and Ermolli, E., 2001. Resistographic Inspection of Acient Timber Structures for the Evaluation of Mechanical Characteristics.Material Structure Journal.34:59-64

-Dalvand, M. and Moradpour, D., 2017. Analysis of stress-- strain distribution of dowel and glue line in L-type furniture joint by means of fiinite element method. Iranian Journal of Wood and Paper Industries, 8(2): 297-307.

-Derikvand, M., Ebrahimi, G.h. and Eckelman, C.A., 2013. 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.

- 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.

-Derikvand, M., Smardzewski, J., Ebrahimi, G.h, 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.

-Eckelman, C., 2003. Textbook of product engineering and strength design of furniture.

-Eckelman, C. and Haviarova, E., 2006. Performance test of school chairs constructed with round mortise and tenon jounts. Forest products journal. 56(3): 51.

-Ghofrani, M. and Noori, H., 2009. Lateral holding strength of wooden dowel, screw and ready-to-assemble joints (RTA joints) constructed of Medium Density Fiberboard (MDF). Iranian Journal of Wood and Paper Science Research, 24(2): 219-231.

-Ghofrani, M., Kahvand, M. and Noori, H., 2015. Stress carrying capacity of Miter Frame corner joints constructed with loose tenon under tension and compression load. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research, 30(2):308-319

-Horwood, R., 1999. Wood workers hand book. New Holland publisher, London, 160 p.

-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 nondestructive testing and evaluation of wood, Beiging, China

-Haviarova, E., Eckelman, C. and Erdil, Y., 2001. Design and testing of environmentally friendly wood school chairs for developing countries. forest products journal, 51(3): 58-64.

-Jackson, A. and Day, D., 1995. Good wood joints. Harpercollins publisher. London, 128 p.

-Jahan Latibari, A., Ghofrani, M. and Noori, H., 2005. Investigation the holding strength of dowel joint constructed of particleboard, Iranian Journal of Agricultural Sciences 11(1): 135-148.

-Kahvand, M., Omrani, P. and Ebrahimi, G.h., 2013. Determination of bending moment resistance of Ttype joints constructed with wood biscuit, Iranian Journal of Wood and Paper Industries

-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 Journal. 4(4): 1682-1693.

-Kyuchukov, G., Jivkov, V., Karalivanos, A. and Jelacic,

www.SID.ir

Archive of SID

-Roohnia, M., Hashemi-dizaji, S.F., Brancheriau, L.A., Tajdini, A.H. and Manouchehri, N., 2011(b). Effect of soaking process in water on the acoustical quality of wood for traditional musical instruments, BioResources. 6(2): 2055-2065

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

-Williamson, T.G., 2002. APA Engineeres Wood Handbook, McGraw-Hill, 750. Yang, T.H., Wang S.Y., Lin C.J., Tsai M.J., 2008: Evaluation of the Mechanical Properties of Duglas- fir and Japanese Cedar Lumber and its Structural Glulam by Nondestructive Techniques. Construction and Building Materials, 22: 487-493.

-Zhang, J.L. and Eckelman, C.A., 1993. The bending moment resistance of single–dowel corner joints in case construction, Forest Products Journal 43(6): 19–24.

D., 1999. Fit influence on the withdrawlal strength of dowel joints from wood composite. Faculty Forestry, University of Zagreb, Zagreb. 125-130 p.

-Maleki, S., Faezipour M., Ebrahimi, G.h., Faezipour, M. 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

-Noll, T., 2007. Wood workers joints book. Apple press, United kingdom, 192 p.

-Obataya, E. and Norimoto, M., 2000. 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.

- Roohnia, M., Tajdini, A. and Manouchehri, N., 2011(a). Assessing wood in sounding boards considering the ratio of acoustical anisotropy. ndt&e International. 2011(d); 44:13-20

www.SID.ir

Archive of SID

Dynamic and static comparison of Dovetail, Tongue and Groove joints made using Fir Wood

A. Mollahassani[1], A.H. Hemmasi[2*], H. Khademi Eslam[3], A. Lashgari[4] and B. Bazyar[5]

1- Ph.D. Student, Department of Wood and Paper Science and Technology, Faculty of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
2*-Corresponding author, Professor, Department of Wood and Paper Science and Technology, Faculty of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, P.O. Box 14515/775, Tehran, Iran, Email: h_hemmasi@yahoo.com / h_hemmasi@srbiau.ac.ir
3-Professor, Department of Wood and Paper Science and Technology, Faculty of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
4-Associate professor, Department of Wood Science and Technology, Karaj Branch, P. O .Box 31485-313, Islamic Azad University, Karaj, Iran.
5-Assistant professor, Department of Wood and Paper Science and Technology, Faculty of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Received: Sep., 2019 Accepted: Jan., 2020

Abstract

Dynamic and static elastic properties of wood joints were assessed. Conventional joints, namely dovetail, tongue and groove were prepared with Fir (*Abies alba*) using polyvinyl acetate and cyanoacrylate adhesives. Dimensions of research samples were determined 24×50×360 (mm) according to international standard (ISO No.3129), and the results indicate that the effects of joint type, adhesive type, joint size, and assessing the interaction of effective factors, the joint size × joint type was significant at the 5% level in dynamic and static tests. As the length of groove and height of dovetail increased in the joints, dynamic and static modulus of elasticity increased, and in terms of changes in modulus of elasticity in this research. The modulus of dovetail joint elasticity, its homogeneous joint texture, and lack of an extended adhesive line, corresponded to that of the jointed samples. Application of cyanoacrylate adhesive led to higher modulus of elasticity, compared to samples glued with polyvinyl acetate adhesive. The results of the Student's t-test indicate that there exists a not significant difference between the mean of dynamic and the mean of static modulus of elasticity, not significance at 5% level and The Pearson correlation test indicate that the dynamic and static modulus of elasticity of the samples are significant at 5% level and are of positive correlation(+0.958) .With regard to the correlation of the results of dynamic and static tests, methods for non-destructive dynamic investigation may be regarded as appropriate alternatives to destructive static tests, in order to assess and classify woods.

Keywords: Dovetail joint, tongue and groove joint, static assessment, dynamic assessment, modulus of elasticity

www.SID.ir