Archive of SID

مجله تحقیقات منابع طبیعی تجدید شونده، سال ششم، شماره چهارم، زمستان ۱۳۹۴ (پیاپی بیست و دوم)

بررسی تاثیر چیدمان اتصالات انگشتی بر مدول الاستیسیته و مدول گسیختگی تیرهای لایه‌ای

امیر لشکری[1*]

۱) دانشیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، کرج، ایران. رایانامه نویسنده مسئول: amir.lashgari@kiau.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۳/۰۶/۱۴ تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۸/۲۱

چکیده

در این پژوهش تأثیر نوع چیدمان اتصالات انگشتی (فاقد اتصال، اتصال در لایه سطحی، اتصال در تمام سطوح) و تعداد لایه (سه لایه و پنج لایه) بر مدول الاستیسیته و مدول گسیختگی تیرهای لایه‌ای ساخته شده از چوب صنوبر *Populous nigra* با ابعاد لایه‌های ۷/۵×۱۲/۵×۱۳۰ سانتی‌متر مورد بررسی قرار گرفت. با ترکیب عوامل فوق ۶ تیمار به‌وجود آمد که با توجه به ۴ تکرار در جمع، ۲۴ تیر لایه‌ای ساخته و مقاومت خمشی آن به وسیله ماشین آزمون مکانیکی اندازه‌گیری شد. با افزایش تعداد لایه‌ها در تیرهای لایه‌ای مدول الاستیسیته و مدول گسیختگی افزایش یافت. بیشترین مدول الاستیسیته و مدول گسیختگی مربوط به تیرهای لایه‌ای با تعداد ۵ لایه و دارای اتصال در لایه سطحی و کمترین میزان موارد فوق در تیرهای ۳ لایه با داشتن اتصال در تمامی سطوح می‌باشد. طبق این بررسی تأثیر چیدمان اتصالات انگشتی بر مدول الاستیسیته و مدول گسیختگی مورد بررسی معنی‌دار نبوده، اما تأثیر تعداد لایه‌ها بر مدول الاستیسیته و مدول گسیختگی تیرهای لایه‌ای معنی‌دار بوده است.

واژه‌های کلیدی: چوب صنوبر، تعداد لایه، مدول گسیختگی، مدول الاستیسیته، اتصالات انگشتی.

مقدمه

تیر لایه‌ای (لایه‌های چوبی به هم چسبیده) یک محصول چوبی ساختاری است که از به هم چسباندن قطعات مجزای الوار به یکدیگر تحت شرایط معینی ساخته می‌شود. خصوصیات این محصول چوبی گویای استفاده متعدد آن نظیر طراحی‌های جذاب و ماده ساختمان‌سازی است. در کارخانه تیر لایه‌ای، قطعات چوبی از انتها به هم متصل شده و به صورت لایه‌ها یا ورقه‌های افقی قرار می‌گیرند. لایه‌ای‌کردن روشی مؤثر در استفاده از مقاومت خیلی زیاد چوب‌آلات با ابعاد محدود در ساخت اعضای ساختمانی بزرگ در اشکال و اندازه‌های متفاوت است. تیر لایه‌ای برای ساخت ستون‌ها، تیرها و بیشتر برای اعضای خمیده (منحنی شکل) که تحت بارهای ترکیبی خمشی و فشاری هستند به‌کار می‌رود. این نوع تیرهای خمیده با لایه‌های طولی از میخ‌کوبی یا چسب‌زنی چوب‌های بریده شده به هم به‌وجود آمده و سطح باریک لایه‌ها عمود بر جهت مستقیم بارگذاری قرار دارند. شاید سریع‌ترین ماده ساختمانی که در بریتانیا تولید می‌شود تیر لایه‌ای باشد. بین سال‌های ۱۹۸۵ تا ۱۹۹۵ مصرف تیر لایه‌ای دو برابر شده است. یکی از دلایل این مصرف مهیا بودن استاندارد و جزییات تیر لایه‌ای است که اغلب غیرمفید تلقی می‌شود. این موضوع به معماران و متخصصان این فرصت را داده است که تیر لایه‌ای را تقریباً برای انواع سازه‌ها انتخاب کنند تا جایی که تیر لایه‌ای بیشتر برای ساخت و ساز به‌کار می‌رود و به‌طور گسترده‌ای منحصراً

www.SID.ir

Archive of SID

در ساخت استخرهای شنا، پل‌ها، کلیساها و گاهی در مدارس مورد استفاده قرار می‌گیرد. امروزه تیر لایه‌ای به‌عنوان یک ماده ساختمانی با استاندارد قابل قبول معرفی شده است. دسترسی سریع به تیر لایه‌ای به اعجاب آن افزوده و به شدت آن را مورد رقابت قرار داده است. با توجه به موارد فوق بررسی در زمینه تیرهای لایه‌ای از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است و می‌تواند به‌عنوان یک جز ساختمانی مناسب در کشور استفاده شود.

Bukhari (۲۰۱۰) ظرفیت بارگذاری و سختی تیرهای لایه‌ای قوس‌دار را مورد بررسی قرار داده است. در این بررسی برای ساخت تیرها از چسب P.V.A و از آزمون‌های مخرب چوب (خمش استاتیک) برای اندازه‌گیری مقدار تحمل بارگذاری بر روی تیر استفاده شد. نتایج این پژوهش رابطه بین ظرفیت بارگذاری تیرها، میزان خیز و دهانه تیر را نشان می‌دهد. در این تحقیق نتایج حاصل از محاسبات عددی و نتایج تجربی روند مشابهی را نشان داد و با افزایش طول دهانه میزان خیز افزایش یافت.

OZcifci (۲۰۰۹) تاثیر نوع پیچ، قطر حفره و ضخامت لایه‌ها بر مقاومت برشی پیچ‌ها در تیرهای لایه‌ای را مورد بررسی قرار داده است. برای این منظور از تیرهای ۳، ۴ و ۵ لایه با ضخامت لایه‌های ۴، ۵ و۷ میلی‌متر، از چوب درختان بلوط و صنوبر و از چسب‌های ملامین فرم‌آلدئید و فنول فرم‌آلدئید در ساخت تیرها استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد که بیشترین مقدار مقاومت برشی مربوط به گونه بلوط با ضخامت ۴ میلی‌متر و چسب فنول فرم‌آلدئید برای پیچ‌هایی با ابعاد ۱۶×۵/۳ میلی‌متر به‌دست آمده است. کمترین مقدار برای صنوبر با ضخامت لایه ۵ میلی‌متر با چسب فنول فرم‌آلدئید با پیچ ۴×۵۰ میلی‌متر قابل مشاهده است.

همچنین در این بررسی مشخص شد که هر چه قطر حفره کوچک‌تر باشد، مقاومت برشی بیشتری حاصل می‌شود؛ زیرا مقدار کمتری شکاف در چوب ایجاد می‌شود. مقاومت برشی پیچ بستگی به طول، ضخامت و دانسیته چوب دارد.

Wimmer و همکاران (۲۰۰۶) بر روی شبیه‌سازی عددی، شروع و گسترش لایه لایه شدگی در فرآورده‌های لایه‌ای کار کرده‌اند. در این تحقیق رشد و آغاز لایه لایه شدگی توسط تکنیک ترک مجازی، مدل‌سازی شده و نتایج نشان داد که رشد لایه لایه شدگی، رفتاری غیریکنواخت داشته و ضخامت لایه‌ها در رشد ترک‌ها تاثیرگذار بوده و میزان لایه لایه شدگی محدوده خاصی را دارا می‌باشد.

Camille و Kmeid (۲۰۰۴) مطالعاتی را بر روی خصوصیات خمشی تیرهای لایه‌ای تقویت شده و تقویت نشده انجام دادند. در این تحقیق از دو نوع ماده صفحات فلزی و پلیمر کربن برای تقویت تیرها استفاده شد. نتایج نشان داد که پلیمر کربن نسبت به صفحات فلزی مقاومت خمشی بیشتری را تحمل نموده و در سایزهای مختلف می‌توان از آن استفاده نمود. در ضمن پلیمر کربن سازگاری بیشتری با چوب دارد.

مواد و روش‌ها

مواد اولیه

مواد اولیه مصرفی در این پژوهش عبارتند از: چوب صنوبر تبریزی و چسب P.V.A (چگالی ۱/۲، ۶۲ درصد مواد جامد، PH_5، زمان سفت شدن در شرایط آزمایشگاهی ۱۵ دقیقه) (ASTM. D۴۳۱۰۷۰۸۴).

ابعاد نمونه‌ها

ابعاد لایه‌ها برای ساخت تیرهای لایه‌ای ۱۳۰×۱۲/۵×۷/۵ سانتی‌متر از گونه صنوبر تهیه شده است.

نحوه تهیه تیرها

پس از برش چوب‌ها به قطعه‌های مورد نظر در تعدادی از نمونه‌ها در مقطع عرضی اتصال انگشتی ایجاد

www.SID.ir

Archive of SID

کرده و سپس با استفاده از چسب فضاهای خالی احتمالی بین اتصالات پر گردید. پس از خشک شدن نمونه در شرایط آزمایشگاه (رطوبت ۱۲ درصد) لایه‌ها را بر اساس ضخامت تیر و محل اتصال بر روی یکدیگر توسط چسب (PVA) چسبانده و تیرها توسط پیچ دستی مونتاژ شدند. عوامل متغیر در این تحقیق موارد زیر بودند: نحوه چیدمان اتصالات (فاقد اتصال، اتصال در لایه سطحی، اتصال در تمام سطوح)؛ تعداد لایه‌ها (سه لایه، پنج لایه). از ترکیب عوامل فوق ۶ تیمار به‌وجود آمد که با توجه به ۴ تکرار در مجموع ۲۴ تیر لایه‌ای ساخته و مدول - الاستیسیته و مدول گسیختگی هر تیر با آزمون خمش استاتیک اندازه‌گیری شد. سرعت بارگذاری ۸ mm/min اعمال شد.

نتایج

در این بخش تاثیر متغیرهای مستقل بر روی ویژگی‌های خمشی تیرهای لایه‌ای مورد بررسی قرار می‌گیرد. جدول ۱ نشان می‌دهد که تأثیر تعداد لایه بر روی مدول الاستیسیته تیرهای لایه معنی‌دار می‌باشد. درحالی‌که اثر نحوه چیدمان اتصالات انگشتی و اثر متقابل تعداد لایه و نحوه چیدمان اتصالات بر روی مدول الاستیسیته معنی‌دار نمی‌باشد.

جدول ۲ نشان می‌دهد که تأثیر تعداد لایه بر روی مدول گسیختگی تیرهای لایه معنی‌دار می‌باشد. درحالی‌که اثر نحوه چیدمان اتصالات انگشتی و اثر متقابل تعداد لایه و نحوه چیدمان اتصالات بر روی مدول گسیختگی معنی‌دار نمی‌باشد.

جدول ۱. تجزیه واریانس مدول الاستیسیته تیرهای لایه‌ای حاصل از خمش استاتیک

منبع تغییرات	مجموع مربع‌ها	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	معنی‌داری
تعداد لایه‌ها	۷/۲۶×۱۰^{۷}	۱	۲۷/۲۶×۱۰^{۷}	۱۱/۲۲۹	۰/۰۰۴
چیدمان اتصالات	۸/۸×۱۰^{۷}	۲	۳/۸×۱۰^{۷}	۰/۳۹۴	۰/۶۸۱
تعداد لایه × چیدمان اتصالات	۳/۱۹ ×۱۰^{۹}	۲	۳/۸۵×۱۰^{۹}	۰/۰۰۴	۰/۸۹۷
خطا	۴/۴×۱۰^{۷}	۱۶			
مجموع	۱/۷۵×۱۰^{۸}	۱۷			

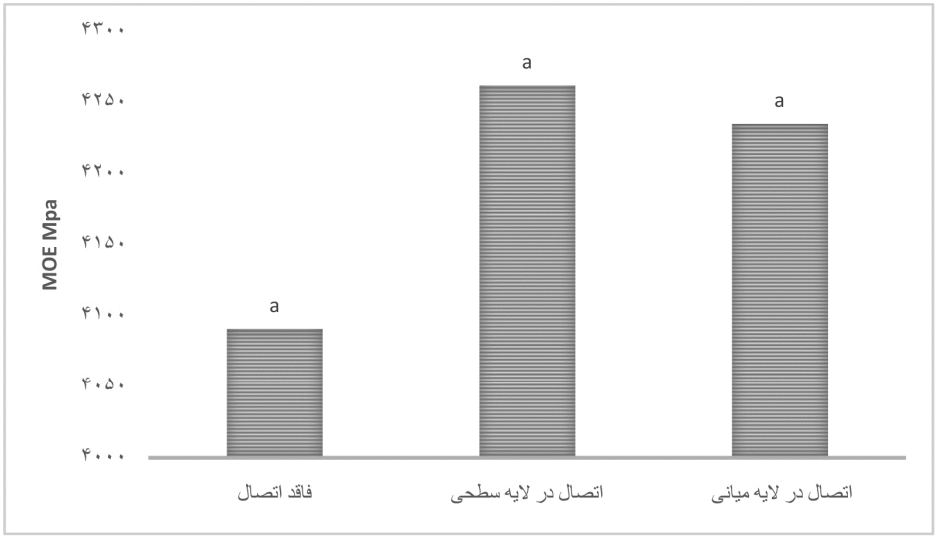
جدول ۲. تجزیه واریانس مدول گسیختگی تیرهای لایه‌ای

منبع تغییرات	مجموع مربع‌ها	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	معنی‌داری
تعداد لایه‌ها	۱/۰۳۹×۱۰^{۱۱}	۱	۲۱/۰۳۹×۱۰^{۷}	۳/۸۳۴	۰/۰۴۸
چیدمان اتصالات	۱/۵۶۷×۱۰^{۱۱}	۲	۷/۸۳۶×۱۰^{۱۰}	۰/۰۸۶	۰/۰۶۵
تعداد لایه× چیدمان اتصالات	۴/۳۳۷ ×۱۰^{۱۱}	۲	۲/۷۱×۱۰^{۱۰}	۰/۸۳۳	۰/۰۷۸
خطا	۳/۸۰۹×۱۰^{۱۱}	۱۶			
مجموع	۵/۳۷۶×۱۰^{۱۱}	۱۷			

www.SID.ir

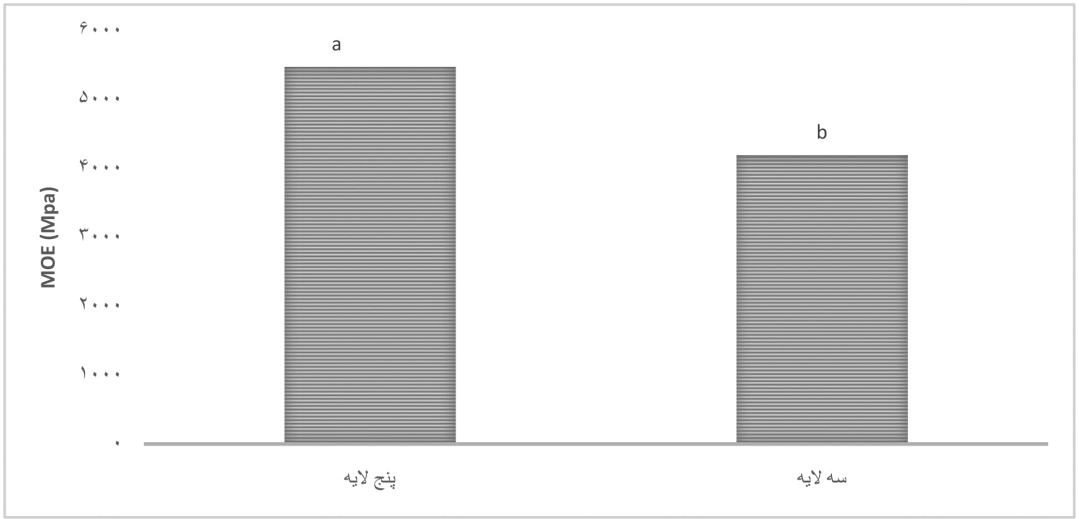
Archive of SID

همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود هیچ تفاوت معنی‌داری در هیچ یک از سه گروه (شاهد، اتصال در لایه سطحی، اتصال در تمام سطوح) مشاهده نمی‌شود و بیشترین مدول الاستیسیته مربوط به تیرهای لایه‌ای با اتصال انگشتی در لایه سطحی بوده است.



شکل ۱. اثرمستقل چیدمان اتصالات انگشتی بر مدول‌الاستیسیته

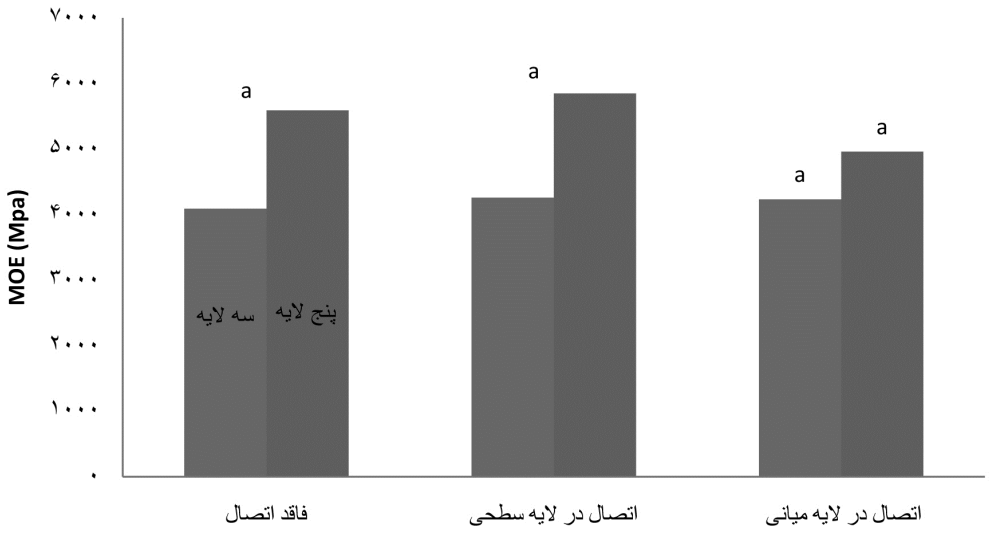
همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود اثر تعداد لایه بر مدول الاستیسیته معنی‌دار بوده و تفاوت معنی‌داری در هر یک از دو گروه (سه و پنج لایه) مشاهده می‌شود. با افزایش تعداد لایه مدول الاستیسیته افزایش یافته و بیشترین مدول الاستیسیته مربوط به تیرهای پنج لایه‌ای بوده است.



شکل ۲. اثر مستقل تعداد لایه بر مدول‌الاستیسیته

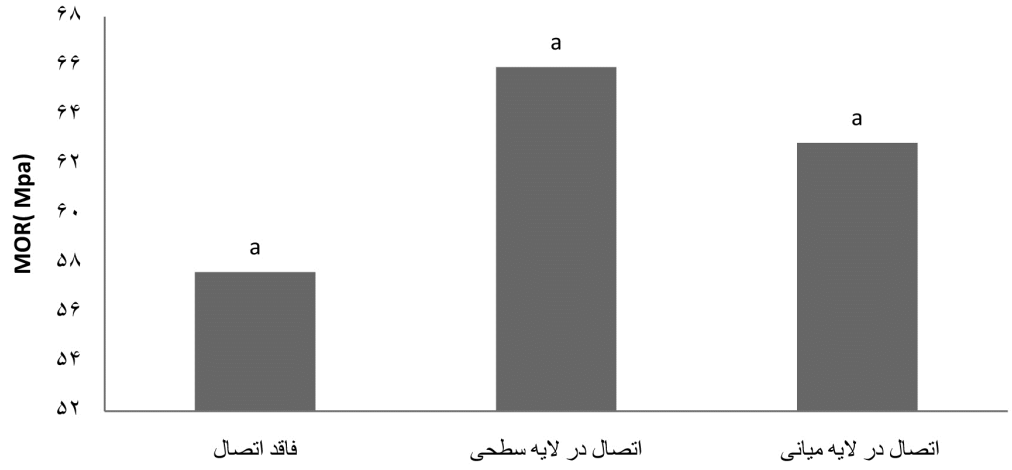
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳. اثر متقابل تعداد لایه و نوع چیدمان اتصال انگشتی بر مدول‌الاستیسیته

همانطور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود اثر متقابل تعداد لایه و نوع چیدمان بر مدول الاستیسیته معنی‌دار نمی‌باشد. بیشترین مدول الاستیسیته مربوط به تیر لایه‌ای با اتصال در تمام سطوح و با تعداد پنج لایه می‌باشد.

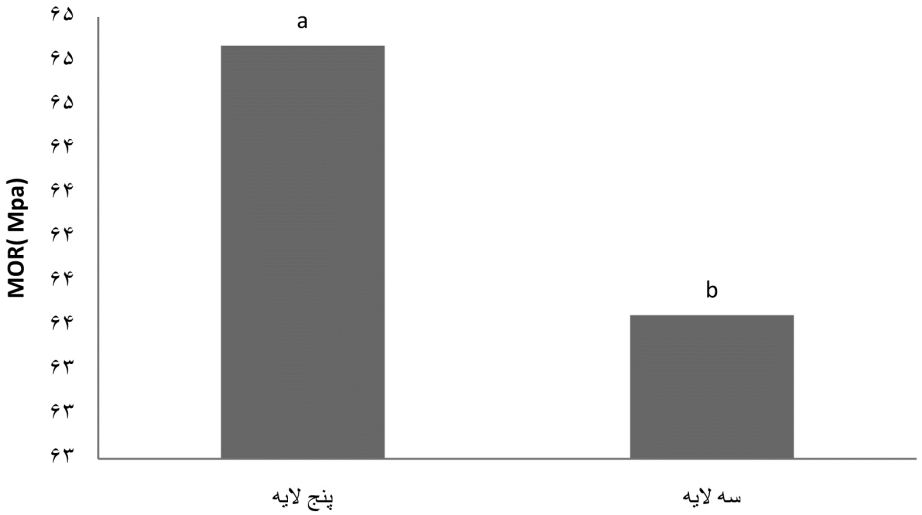


شکل ۴. اثر مستقل چیدمان اتصال انگشتی بر مدول گسیختگی

باتوجه به شکل ۴، ملاحظه می‌شود که اثر چیدمان اتصالات بر مدول گسیختگی معنی‌دار نبوده و هیچ تفاوت معنی‌داری در هیچ یک از سه گروه (شاهد، اتصال در لایه سطحی، اتصال در تمام سطوح) مشاهده نمی‌شود. بیشترین مدول گسیختگی مربوط به تیرهای لایه‌ای دارای اتصال در لایه سطحی می‌باشد.

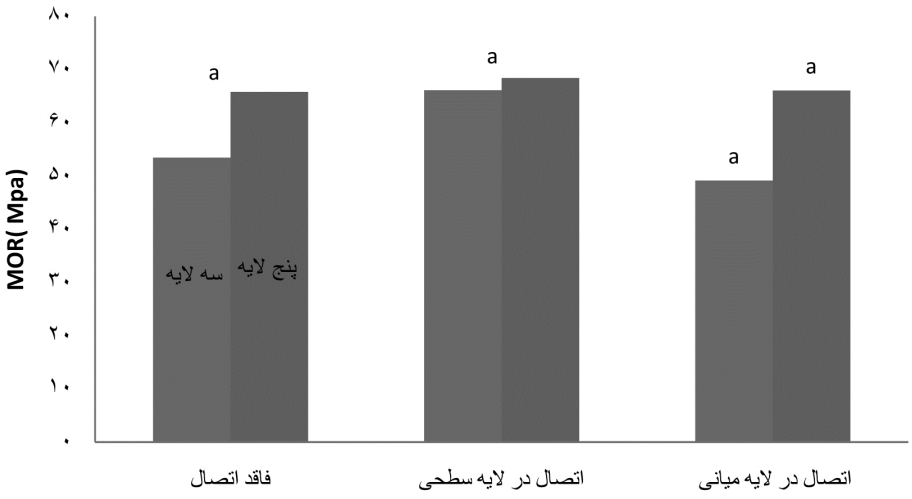
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵. اثر مستقل تعداد لایه بر مدول گسیختگی

همان‌طور که در شکل ۵ مشاهده می‌شود اثر تعداد لایه بر مدول گسیختگی معنی‌دار بوده و تفاوت معنی‌داری در هر سه گروه (شاهد، اتصال در لایه سطحی، اتصال در تمام سطوح) مشاهده می‌شود. بیشترین مدول گسیختگی مربوط به تیرهای لایه‌ای با تعداد ۵ لایه می‌باشد.



شکل ۶. اثر متقابل تعداد لایه و نوع چیدمان اتصالات انگشتی بر مدول گسیختگی

نتایج نشان داد که اثر متقابل تعداد لایه و نوع چیدمان اتصالات بر مدول گسیختگی معنی‌دار نمی‌باشد. بیشترین مدول گسیختگی مربوط به تیرهای لایه‌ای ۵ لایه و دارای اتصال در لایه سطحی می‌باشد (شکل ۶).

www.SID.ir

Archive of SID

بحث و نتیجه‌گیری

با افزایش تعداد لایه‌ها در تیرهای لایه‌ای مدول گسیختگی افزایش می‌یابد. دلیل این امر را می‌توان بالا رفتن محدوده مدول الاستیسیته و به دنبال آن بالا رفتن نیروی لهیدگی در این تیرها عنوان کرد (Bukhari, 2010). وجود اتصال در لایه‌های سطحی تیر باعث افزایش مدول الاستیسیته و مدول گسیختگی در مقایسه با حالت‌های بدون اتصال و اتصال در تمام لایه‌ها می‌شود که دلایل زیر را می‌توان در این موارد ارایه نمود:

- افزایش دانسیته به‌دلیل استفاده چسب در تیرهای دارای اتصال، زیرا دانسیته با مدول الاستیسیته و مدول گسیختگی ارتباط مستقیم دارد؛
- افزایش تنش کششی در تیرهای لایه‌ای دارای اتصال در لایه میانی؛
- با افزایش تعداد لایه‌ها در تیرهای لایه‌ای مدول الاستیسیته افزایش می‌یابد که دلیل این امر کاهش میزان خیز در اثر افزایش تعداد لایه و افزایش دانسیته تیرها می‌باشد (Camille & Kmeid, 2004).

منابع

Bukhari, A. (2010) Study on load carrying capacity and stiffness of curved glulam beam. Proceedings of the International Convention of Society of Wood Science, October 11-14, Geneva, Switzerland.

Camille, A. and Kmeid, I. (2004) Advanced wood engineering: Glulam beams. Journal of Construction and Building Materials, 19(2004): 99-106.

OZcifci, A. (2009) The effects of pilot hole, screw types and layer thickness on the withdrawal strength of screw in laminated veneer lumber, Materials and design. Journal of Construction and Building Materials, 30(2009): 2355-2358.

Wimmer, G., Schuecker, C. and Pettermann, H.E. (2006) Numerical simulation of de lamination onset and growth in laminated composites. Austrian Aeronautics Research (AAR), Vienna University of Technology. Journal of Wood and Composites, 5(2004): 35-44.

www.SID.ir

Archive of SID

Evaluation of Effect Arrangement of Finger Joint Connections on the MOE and MOR of Glulam

Amir Lashgari[1*]

1) Associate Professor, Department of Wood and Paper Science, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran. *Corresponding Author Email Address: amir.lashgari@kiau.ac.ir

Date of Submission: 2014/09/05 Date of Acceptance: 2015/11/12

Abstract

In this research the impact of the type of finger joints layout (no connection, surface connect, connect on all levels) and the number of layers (three layer, five layer) on the modulus of elasticity and modulus of rupture of layer beam made of *Populus Nigra* have been studied. Dimensions of the samples were 130 × 12/5 × 7/5 cm. By combining these factors, there were six treatments with four repetitions totally 24 beams has been made and the bending strength was measured using a mechanical testing machine. By increasing the number of layers in the layer beam, modulus of elasticity and modulus of rupture beams increases. Maximum modulus of elasticity and modulus of rupture was related to beams with 5 layers. Maximum modulus of elasticity and modulus of rupture was related to Beams which coupling in the surface layer. Maximum modulus of elasticity and modulus of rupture were related to beams with 5 layer and coupling in the surface layer. And minimum modulus of elasticity and modulus of rupture were related to the beams with 3 layers and connect on all levels. The effect of alignment on modulus of elasticity and modulus of rupture of finger joints were not significant but the influence of layer on modulus of elasticity and modulus of rupture on layer beams is significant.

Keywords: Populous wood, MOE, MOR, Finger joints.

www.SID.ir