بررسی رفتار خزش بلندمدت صفحات مرکب چوبی در قفسه‌های کتابخانه

سعید عظیمی [۱]
حسین رنگ آور [۲*]
حمید رضا تقی یاری [۳]

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

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

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

مسئول مکاتبات:
hrangavar@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۹/۳۰
تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۲/۱۴

چکیده

در این پژوهش به بررسی رفتار خزشی صفحات فشرده چوبی استفاده‌شده در ساخت طبقات قفسه‌های کتابخانه پرداخته شده است. برای این منظور از دو نوع فرآورده مرکب چوبی (تخته فیبر با دانسیته متوسط و تخته‌خرده‌چوب) و سه نوع پوشش روی صفحات شامل: روکش مصنوعی (ملامینه)، روکش طبیعی و بدون روکش (خام) و دو نوع اتصال ثابت و جداشدنی استفاده گردید. از ترکیب عوامل متغیر و سطوح آن‌ها درمجموع ۴۸ تخته تهیه گردید. ابعاد تخته‌ها مطابق اندازه واقعی قفسه کتابخانه و به‌اندازه ۳۰۰×۱۰۰۰ میلی‌متر در نظر گرفته شد. آزمون خزش خمشی با مقدار بار ۲۳/۵ کیلوگرم در وسط نمونه‌های تهیه‌شده اعمال گردید. مشاهدات خیز طی ۱۵۵ روز در فواصل زمانی مختلف انجام گردید. نتایج حاکی از این بود که اثرات نوع فرآورده چوبی و نوع روکش بر روی رفتار خزشی کاملاً محسوس بوده بطوریکه فرآورده چوبی از نوع MDF خزش کمتری نسبت به تخته‌خرده‌چوب داشت و میزان خزش در صفحات چوبی روکش شده با روکش طبیعی کمتر از دیگر تیمارها بود. همچنین اثر نوع اتصال بر روی رفتار خزشی محسوس بوده ولی این اثر کمتر از نوع تخته و نوع روکش‌ها بر روی خزش است. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده پیشنهاد می‌گردد که به‌منظور افزایش عمر قفسه‌های کتاب بهتر است طبقات آن‌ها از جنس MDF روکش شده با روکش طبیعی ساخته شود و این طبقات به‌طور ثابت بر روی زیر سری چسبانده شود.

واژگان کلیدی: فراورده‌های چوبی، تخته‌خرده‌چوب، MDF ، نوع روکش، خزش.

مقدمه

با توجه به رشد صنایع مختلف همچون فلزات، سیمان، سرامیک، مواد پلیمری و ...، برای حفظ جایگاه محصولات چوبی در رقابت با این مواد راهی جز افزایش کیفیت و به‌خصوص افزایش مقاومت‌های مکانیکی فراورده‌های مختلف چوبی وجود ندارد؛ بنابراین یکی از اهداف مهم مهندسی در صنایع چوب در دهه‌های اخیر، افزایش توان باربری و بهبود مقاومت‌های مکانیکی فراورده‌های چوبی است و تلاش برای دست‌یابی به مقاومت‌های بالاتر با استفاده از مواد و روش‌های مختلف در سطح جهانی در حال انجام است [۱]. یکی از ویژگی‌های مهم موادی که به مدت طولانی تحت بار قرار می‌گیرند، رفتار وابسته به زمان

آن‌ها تحت بار ثابت است که از آن به خزش[1] تعبیر می‌شود. خزش، تغییر شکل وابسته به زمان ماده تحت بار ثابت است. وقتی مواد به مدت طولانی تحت بار قرار می‌گیرند با گذشت زمان دچار تغییر شکل می‌شوند و مواد مختلف، تحت بار رفتارهای مختلفی بروز می‌دهند. هنگامی‌که چوب به‌طور دائمی زیر بار قرار می‌گیرد، ابتدا تغییر شکل ناگهانی آن رخ می‌دهد و سپس با افزایش زمان، تغییر شکل (خزش) افزایش می‌یابد. اثر خزش می‌تواند به‌صورت خمیدگی و یا کجی دیده شود. برای مثال، در سازه‌هایی که به‌مرورزمان تحت بار قرار می‌گیرد، براثر خستگی عضو، پدیده‌هایی مانند تغییر شکل یا خیز اتفاق می‌افتد. تقویت کردن فراورده‌های چوبی با نگرشی چندجانبه نه‌تنها به بالا بردن مقاومت‌ها می‌پردازد بلکه به‌عنوان روشی نوین درصدد مقاوم‌سازی محصولات گام برمی‌دارد. با استفاده از روش‌های مختلف تقویت نمودن فراورده‌های چوبی، می‌توان ویژگی‌های مکانیکی و در کل، ظرفیت تحمل بار را در عضو بهبود بخشید [۱].

ازآنجایی‌که در ساخت قفسه‌های کتابخانه می‌توان از انواع فراورده‌های مرکب چوبی استفاده نمود، رفتار هر یک از این فراورده‌ها در برابر خزش متفاوت بوده و درنتیجه پایداری و تقلیل عمر قفسه‌ها برحسب نوع مصالح به‌کاررفته فرق خواهد کرد. بدین ترتیب آگاهی لازم از رفتار هر یک از مواد مرکب چوبی در ساخت قفسه‌ها امری ضروری به نظر می‌رسد.

در طراحی سازه‌های چوبی فرض بر این است که چوب ماده‌ای الاستیک است و تغییر مکان آن تحت تنش به‌طور کامل برگشت‌پذیر است. برای اکثر مقاصد عملی در سطح تنش‌های کم این فرض درست است اما چوب را نمی‌توان یک ماده کاملاً الاستیک دانست. چوب و به‌ویژه فرآورده‌های مرکب آن از عناصری با رفتار پلاستیک تشکیل‌شده‌اند. به این‌گونه مواد ویسکو الاستیک می‌گویند. در مواد الاستیک تغییر مکان وابسته به زمان تحت بار ثابت وجود ندارد و پس از حذف بار ماده به حالت اول خود برمی‌گردد. مواد ویسکو الاستیک تحت بار ثابت با زمان بیش از مقدار اولیه تغییر مکان حاصل می‌کنند. بعد از حذف نیرو، تغییر مکان آنی (مقدار خیز اولیه) برگشت می‌کند و قسمت خزش ثانویه (خزش تأخیری) به‌تدریج برگشت می‌کند و تغییر مکان ویسکوز (دائم) در نمونه باقی می‌گذارد [۲].

MDF و تخته‌خرده‌چوب وقتی در شرایط مختلف کاربرد قرار می‌گیرد تغییراتی در خواص آن بروز می‌کند. مثلاً جذب رطوبت تأثیر منفی بر مقاومت اتصالات بین الیاف دارد و موجب تغییر ضخامت و کاهش مقاومت‌های تخته می‌شود و در بسیاری از شرایط، محصولات ساخته‌شده از چندسازه‌های چوبی در معرض بار و شرایط محیطی قرار می‌گیرند که شکل آن‌ها به‌طور چشمگیری تغییر می‌کند [۳].

محققان مختلف رفتار خزشی چندسازه‌های چوبی را ارزیابی کرده‌اند. Najafi و همکاران (۲۰۱۲) طی پژوهشی بیان نمودند که سطح بارگذاری بر همه پارامترهای خزش مؤثر است. همچنین پارامترهای خزش در تخته‌های دارای روکش طبیعی کمتر از تخته‌های با روکش ملامینه و فاقد روکش بود [۴]. Mohebby و همکاران (۲۰۱۱) به بررسی رفتار خزشی تخته فیبر دانسیته متوسط مسلح شده با شبکه‌های فلزی و مصنوعی پرداختند. نتایج این بررسی نشان داد که مدول الاستیسیته و مقاومت خمشی تخته فیبر تقویت‌شده با شبکه‌های فلزی به‌طور چشمگیری افزایش می‌یابد. همچنین میزان خیز این تخته‌ها در مقایسه با تخته‌های تقویت‌شده با شبکه‌های مصنوعی و تخته فیبر معمولی به‌مراتب کمتر است [۵]. Ebrahimi و همکاران (۲۰۱۴) رفتار خزشی تخته فیبر با دانسیته متوسط (MDF) تحت شرایط رطوبت نسبی و دماهای مختلف را بررسی کردند. بررسی نتایج نشان داد که با افزایش دما و رطوبت نسبی میزان خزش نسبی و خیز نهایی نمونه‌ها افزایش یافت، درحالی‌که مدول خزشی کاهش پیدا کرد. در رطوبت نسبی و دمای بالاتر و همچنین سطح بارگذاری بالاتر، این تغییرات بیشتر است. آن‌ها همچنین نتیجه گرفتند که خزش نسبی به رطوبت نسبی در مقایسه با دما حساسیت بیشتری دارد. برعکس، دما در مقایسه با رطوبت نسبی بر مدول خزشی بیشتر تأثیر دارد که در سطح بارگذاری بالاتر این تغییرات بیشتر است [۶]. Chen و Lin (۱۹۹۷) سازوکار خزش خمشی بلندمدت ۱۰ نوع تخته‌خرده‌چوب و تخته فیبر تجاری با

[1] Creep

بارگذاری در وسط دهانه را موردبررسی قراردادند. چهار نوع از این تخته‌ها با روکش بلوط پوشانیده شده بود. نتایج نشان داد که در مدت چهار ماه بارگذاری، روکش بلوط تغییر مکان آنی و خزش نسبی تخته‌ها را کاهش داد [۷]. Fernandes (۱۹۹۸) تغییر شکل بلندمدت پانل های تخته‌خرده‌چوب را تحت شرایط رطوبتی متناوب موردبررسی قرار داده و آن را با تخته فیبر دانسیته متوسط مقایسه کردند و به این نتیجه رسیدند که با افزایش سطح بارگذاری، نتایج شکست و درصد تغییر شکل در طی زمان کمتری رخ خواهد داد و همچنین در سطح بارگذاری برابر، تغییر شکل تخته‌خرده‌چوب از تخته فیبر نیمه سنگین کمتر است. آنان همچنین سازوکار خزشی پانل تخته فیبر نیمه سنگین بدون روکش را در شرایط رطوبتی متناوب با پانل‌هایی که با کاغذ ملامینه روکش شده بودند، مورد مقایسه قراردادند و نتیجه گرفتند که روکش ملامینه اثر معنی‌داری بر سازوکار خزش پانل‌ها دارد [۸].Zhou و همکاران (۲۰۰۱) تأثیر نوع چسب بر رفتار خزش خمشی دو نوع تخته‌خرده‌چوب و چهار نوع تخته فیبر چگالی متوسط در شرایط ۶۵ تا ۹۵ درصد رطوبت نسبی و دمای ۲۰ درجه سلسیوس، تحت ۱۰ درصد بار بیشینه خمشی را موردبررسی قراردادند آنان دریافتند که خزش نسبی در تخته‌های دارای چسب ملامین و فنل فرم آلدهید کمتر از تخته‌های دارای چسب اوره فرم آلدهید است [۹]. همچنین Zhou و همکاران (۲۰۱۲) در پژوهش دیگری اثر دما بر رفتار خمشی MDF را بررسی و بیان کردند که افزایش دما سبب کاهش مدول گسیختگی و مدول الاستیسیته می‌شود [۱۰]. Haygreen و همکاران (۲۰۰۷) سازوکار خزش خمشی تخته‌خرده‌چوب را با تغییر رطوبت نسبی بررسی کردند. نتایج تحقیق آنان نشان داد که سازوکار خزشی تخته‌ها حساس‌تر به بالاترین رطوبت نسبی است که تخته‌ها در آن قرار می‌گیرند [۱۱].

به‌طوری‌که از مطالعات صورت گرفته مشخص است، خیز تدریجی (خزش) از خصوصیات مهم فراورده‌های مرکب چوب است که بر کاربرد نهایی این فراورده‌ها تأثیرگذار است. در همین راستا، هدف از مطالعه حاضر بررسی و تجزیه تحلیل تأثیر نوع فراورده‌های مرکب، نوع روکش مورداستفاده در پوشش دهی سطح این فراورده‌ها و نوع اتصال طبقه به زیر سری در قفسه‌های کتابخانه برای انتخاب یک تیمار مناسب در ساخت طبقات کتابخانه بود.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه به‌منظور دستیابی به‌اندازه واقعی قفسه‌های کتابخانه، به تعداد ۱۵ کتابخانه از کتابخانه‌های دانشگاه‌های مختلف مراجعه شد و ابعاد قفسه‌های کتاب آن‌ها اندازه‌گیری گردید. میانگین پارامترهای اندازه‌گیری شده از کتابخانه‌های موردبررسی در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- میانگین پارامترهای اندازه‌گیری شده در کتابخانه‌ها

	پهنا (عمق) (mm)	عرض (mm)	ارتفاع هر طبقه (mm)	تعداد طبقات
میانگین	۳۰۰	۱۰۰۰	۳۵۰	۶

ازآنجایی‌که نوع ماده اولیه و پوشش روی آن‌ها و همچنین نوع اتصالات زیرین طبقات به بدنه کتابخانه از عوامل مؤثر بر خیز تدریجی آن است لذا در این بررسی عوامل متغیر در نظر گرفته‌شده عبارت بودند از: نوع صفحه فشرده چوبی در دو سطح شامل: تخته‌خرده‌چوب و تخته فیبر با دانسیته متوسط، نوع پوشش صفحات در سه سطح روکش طبیعی راش، روکش مصنوعی (ملامینه) و بدون روکش و عامل سوم نوع اتصال زیر سری طبقات شامل: اتصال ثابت و اتصال جداشدنی.

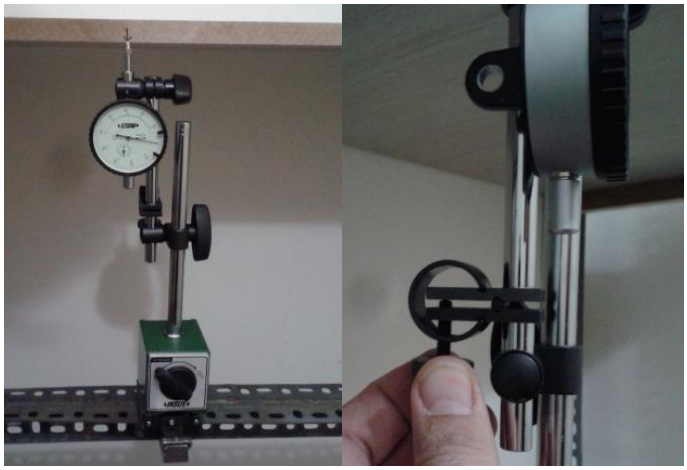
پانل های تخته‌خرده‌چوب از کارخانه پارس نئوپان نشتارود با ضخامت ۱۶ میلی‌متر و با دانسیته ۶۶۰ کیلوگرم بر مترمکعب و تخته فیبر با دانسیته متوسط (MDF) از کارخانه صنایع چوب خزر (کاسپین) با ضخامت ۱۶ میلی‌متر و دانسیته ۷۳۰ کیلوگرم بر مترمکعب تهیه شد. نمونه‌های روکش طبیعی و ملامینه هر یک از فراورده‌های مرکب ذکرشده نیز از همان کارخانه‌ها تهیه گردیدند. قفسه‌های کتابخانه موردنیاز برای بررسی رفتار خزشی طبقات آن‌ها نیز با توجه به جدول ۱ ساخته شدند. طبقات کتابخانه بر روی زیر سری چوبی به ابعاد ۲۰×۲۰ ×۲۵۰

میلی‌متر که به بدنه قفسه وصل شده بود قرار گرفتند. برای بررسی تأثیر نوع اتصال طبقه به بدنه بر روی میزان خیز، این اتصال به دو شکل جداشدنی (طبقه بدون چسبیدن بر روی زیر سری قرار می‌گیرد) و جدانشدنی (طبقه بر روی زیر سری با چسب پلی وینیل استات چسبانده و ثابت می‌شود) استفاده گردید (شکل ۱).

شکل ۱- زیر سری، طبقه زیر سری و طبقه چسبیده شده. به ترتیب از چپ به راست: زیر سری، طبقه با اتصال جداشدنی و طبقه با اتصال ثابت

با توجه به بررسی‌های عمل‌آمده در خصوص میزان بار واردشده بر روی طبقات کتابخانه، میزان بار وارده بر روی هر طبقه ۲۳/۵ کیلوگرم در نظر گرفته شد که در وسط طبقات و به‌وسیله‌ی وزنه اعمال گردید. شرایط انجام آزمایش‌ها در داخل کتابخانه و با شرایط متوسط دمای ۳±۲۰ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵±۴۵ درصد انجام شد.

برای اندازه‌گیری خزش در زمان خاص از میکرومتر (خیز سنج) با توانایی خواندن حداکثر ۲۰ میلی‌متر و دقت ۰/۰۱ میلی‌متر استفاده گردید. میکرومتر یا خیز سنج بر روی پایه‌ای بسته شد و در زیر نمونه در وسط دهانه در محل بارگذاری قرار داده شدند. میزان خزش در فواصل زمانی ۱، ۱۲، ۲۴، ۱۶۸ ساعت (یک هفته)، ۷۴۱ ساعت (یک ماه) و خزش نهایی (۳۷۲۰ ساعت) موردمطالعه قرار گرفت. پس از گذشت ۱۵۵ روز (۳۷۲۰ ساعت) خیز نمونه‌ها تقریباً ثابت ماند و جمع‌آوری مشاهدات خیز به پایان رسید. شکل ۲ خیز سنج مورداستفاده و نحوه اندازه‌گیری را نشان می‌دهد. جدول ۲ تیمارهای حاصل از ترکیب عوامل مختلف و سطوح آن‌ها و علائم اختصاری آن را نشان می‌دهد. از ترکیب عوامل متغیر و سطوح آن‌ها ۱۲ تیمار به دست آمد که از هر تیمار چهار تکرار انجام شد.



شکل ۲- خیز سنج مورداستفاده به همراه نحوه اندازه‌گیری خیز

جدول ۲- تیمارهای حاصل از عوامل متغیر و سطوح آن‌ها به همراه کدگذاری آن

ماده اولیه	نوع روکش	نوع اتصال	نام اختصاری تیمار
تخته فیبر با دانسیته متوسط	طبیعی	ثابت	MDF.N.F
تخته فیبر با دانسیته متوسط	طبیعی	متحرک	MDF.N.D
تخته فیبر با دانسیته متوسط	مصنوعی	ثابت	MDF.A.F
تخته فیبر با دانسیته متوسط	مصنوعی	متحرک	MDF.A.D
تخته فیبر با دانسیته متوسط	بدون روکش	ثابت	MDF.W.F
تخته فیبر با دانسیته متوسط	بدون روکش	متحرک	MDF.W.D
تخته‌خرده‌چوب	طبیعی	ثابت	Pb.N.F
تخته‌خرده‌چوب	طبیعی	متحرک	Pb.N.D
تخته‌خرده‌چوب	مصنوعی	ثابت	Pb.A.F
تخته‌خرده‌چوب	مصنوعی	متحرک	Pb.A.D
تخته‌خرده‌چوب	بدون روکش	ثابت	Pb.W.F
تخته‌خرده‌چوب	بدون روکش	متحرک	Pb.W.D

MDF= تخته فیبر با دانسیته متوسط، Pb= تخته‌خرده‌چوب، N= روکش طبیعی، A= روکش مصنوعی، W= بدون روکش، F= طبقه ثابت و D= طبقه متحرک

MDf: Medium density fiberboard; Pb: Particleboard; N: Natural veneer; A: Artificial veneer; W: Without venner; F: Fixed venner; D: Detachable veneer

نتایج به‌دست‌آمده در قالب طرح کاملاً تصادفی با استفاده از آزمایش فاکتوریل با سه عامل متغیر (نوع ماده اولیه، نوع روکش و نوع اتصال) انجام و مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون چند دامنه دانکن صورت گرفت. بدین ترتیب تأثیر مستقل و متقابل عوامل متغیر بر خیز تدریجی در سطح اطمینان ۹۵ درصد تحلیل شدند.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه تحلیل آماری تأثیر مستقل و متقابل عوامل متغیر بر خیز تدریجی فراورده های مرکب موردبررسی در این تحقیق در جدول‌های ۳ و ۴ نشان داده شده است. جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد که اثر مستقل نوع فراورده‌های مرکب، نوع روکش و نوع اتصال استفاده‌شده بر میزان خزش در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار بوده است. همچنین به‌طوری‌که از جدول‌های ۳ و ۴ مشخص است تأثیر متقابل نوع فراورده مرکب، نوع روکش و نوع اتصال بر خزش طبقات کتابخانه در ساعات مختلف معنی‌دار است.

جدول ۳- نتایج تحلیل واریانس چندگانه اثر مستقل و متقابل عوامل متغیر بر خیز طبقات کتابخانه در طی زمان‌های ۱، ۱۲ و ۲۴ ساعت

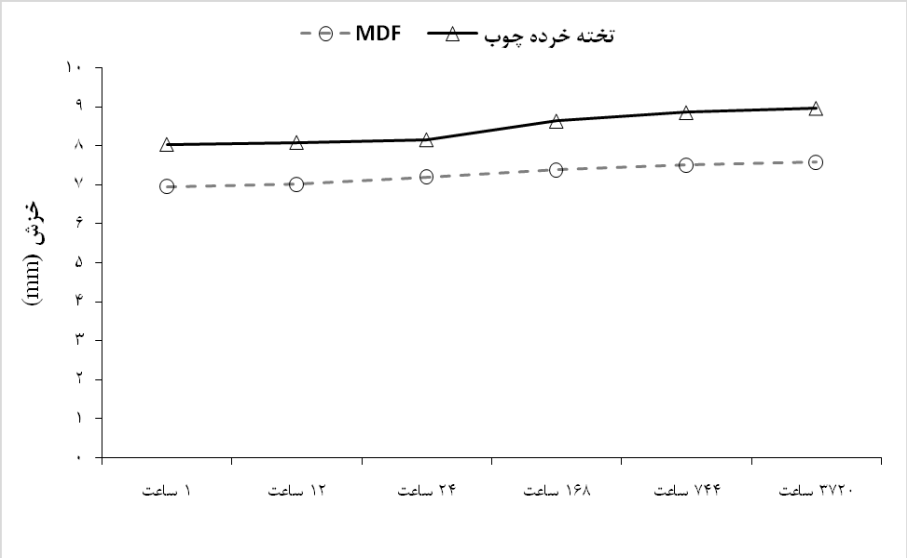
خیز تدریجی	۱ ساعت			۱۲ ساعت			۲۴ ساعت		
عوامل متغیر	مجموع مربعات	F	sig	مجموع مربعات	F	sig	مجموع مربعات	F	sig
نوع فراورده مرکب	۱۱/۵	۲۰۴۶۰	۰/۰۴۱*	۱۱/۵۱	۳۰۰۴۰	۰/۰۲۱*	۱۱/۵	۳۰۰۳۸	۰/۰۳۶*
نوع روکش	۴۵/۱	۴۰۰۵۶	۰/۰۳۲*	۴۴/۳	۵۸۶۴۷	۰/۰۱۸*	۴۴/۳	۵۷۸۴۶	۰/۰۲۲*
نوع اتصال	۱/۲	۲۱۹۸	۰/۰۱۱*	۱/۰	۲۴۹۷	۰/۰۳۳*	۱/۰	۲۷۴۹	۰/۰۱۸*
نوع فراورده مرکب × نوع روکش× نوع اتصال	۰/۷	۶۶۹	۰/۰۳۸*	۰/۶۲	۸۱۶	۰/۰۳۸*	۰/۳	۵۱۳	۰/۰۳۸*

جدول ۴- نتایج تحلیل واریانس چندگانه اثر مستقل و متقابل عوامل متغیر بر خیز طبقات کتابخانه در طی زمان‌های ۱۶۸، ۷۴۴ و ۳۷۲۰ ساعت

خیز تدریجی عوامل متغیر	۱۶۸ ساعت			۷۴۴ ساعت			۳۷۲۰ ساعت (خزش نهایی)		
	مجموع مربعات	F	sig	مجموع مربعات	F	sig	مجموع مربعات	F	sig
نوع فراورده مرکب	۱۲/۸	۳۵۷۳۳	۰/۰۱۹*	۱۲/۸	۳۵۷۳۳	۰/۰۱۹*	۱۲/۸	۳۵۷۳۳	۰/۰۱۹*
نوع روکش	۴۵/۹	۶۴۰۴۸	۰/۰۴۳*	۴۵/۹	۶۴۰۴۸	۰/۰۴۳*	۴۵/۹	۶۴۰۴۸	۰/۰۴۳*
نوع اتصال	/۹۹	۲۷۸۱	۰/۰۲۶*	/۹۹	۲۷۸۱	۰/۰۲۶*	۰/۹۹	۲۷۸۱	۰/۰۲۶*
نوع فراورده مرکب × نوع روکش× نوع اتصال	۰/۵۱	۷۱۷	۰/۰۱۷*	۰/۵۱	۷۱۷	۰/۰۱۷*	۰/۵۱	۷۱۷	۰/۰۱۷*

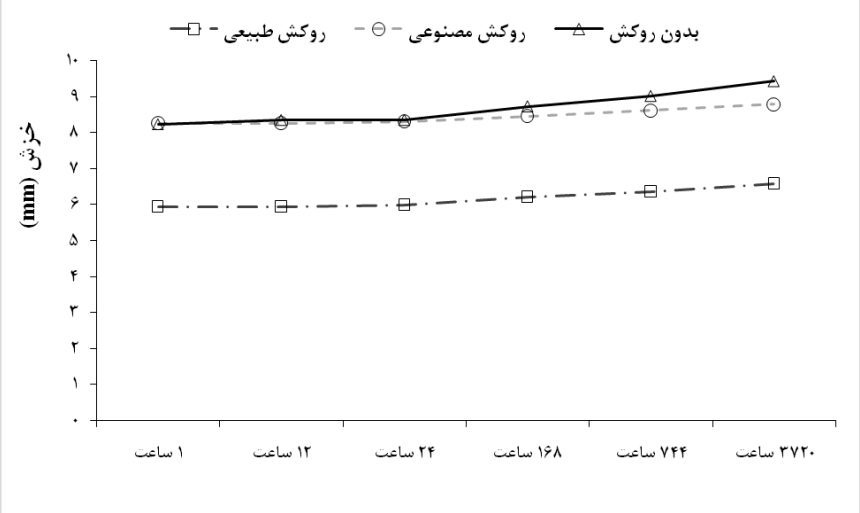
* معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد

شکل ۳ اثر نوع فراورده‌های مرکب چوبی بر خزش طبقات در طی ساعات مختلف در هر یک از فراورده‌های مرکب چوبی موردمطالعه در این تحقیق را نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود میزان خزش تخته فیبر با دانسیته متوسط در مقایسه با خزش تخته‌خرده‌چوب در طی ساعات مختلف موردبررسی، کمتر است. با توجه به شکل ۳ میزان خزش نهایی (۳۷۲۰ ساعت) تخته فیبر با دانسیته متوسط ۷/۵۸ میلی‌متر بود که در مقایسه با تخته‌خرده‌چوب ۱۸/۵ درصد کمتر است.



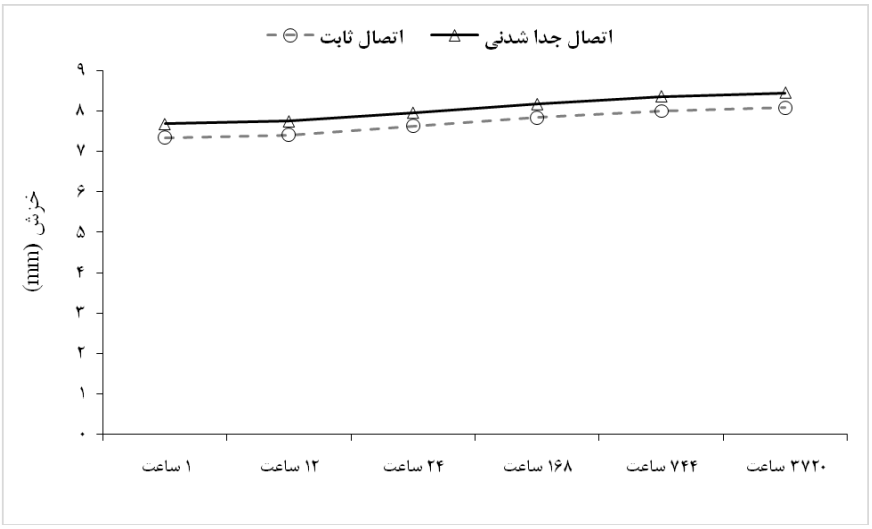
شکل ۳- اثر نوع فراورده مرکب چوبی بر خزش بعد از ۱، ۱۲، ۲۴، ۱۶۸، ۷۴۴ و ۳۷۲۰ ساعت

اثر نوع روکش صفحات مرکب چوبی بر میزان خزش بعد از ساعات مختلف موردبررسی در شکل ۴ ارائه شده است. به‌طوری‌که مشخص است در این خصوص کمترین میزان خزش را تخته‌های روکش شده با روکش طبیعی در طی ساعات مختلف بارگذاری داشتند. بدین ترتیب میزان خزش نهایی فراورده‌های مرکب روکش شده با روکش طبیعی ۶/۵۹ میلی‌متر بود که در مقایسه با فراورده‌های مرکب با روکش ملامینه ۴۳/۳ درصد و بدون روکش ۳۳/۴ درصد کمتر است.



شکل ۴- اثر نوع روکش بر خزش بعد از ۱، ۱۲، ۲۴، ۱۶۸، ۷۴۴ و ۳۷۲۰ ساعت

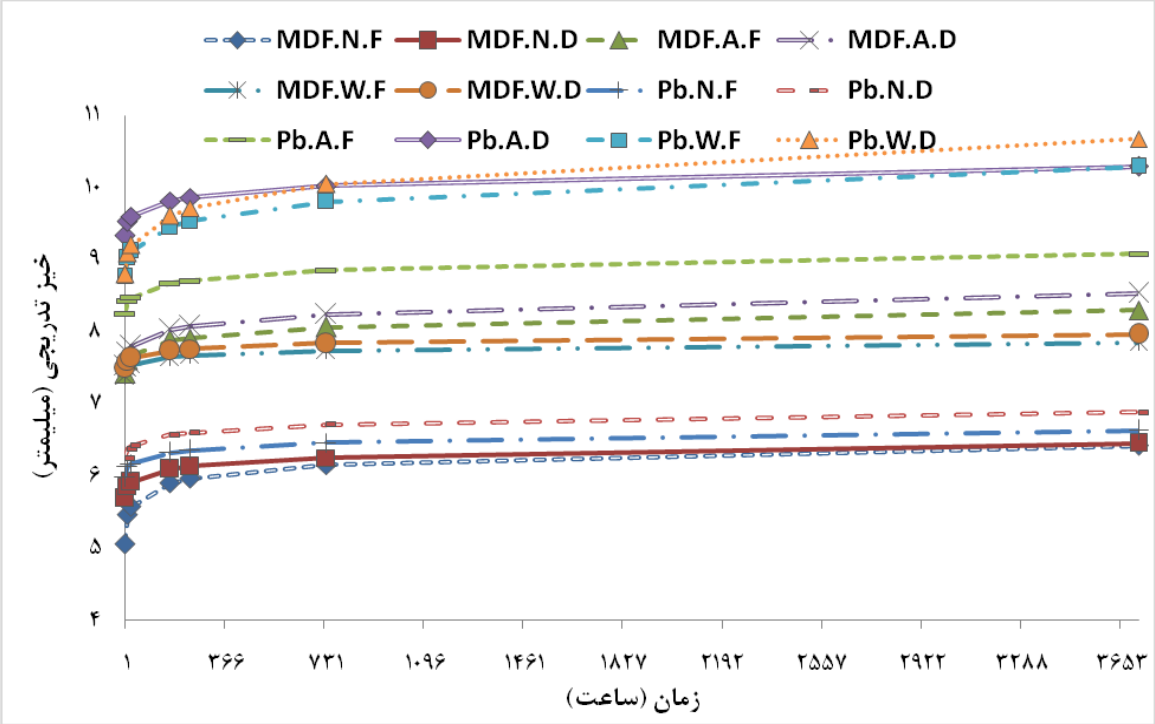
نتایج بررسی اثر نوع اتصال طبقه به بدنه کتابخانه‌ها بر خزش طی ۱، ۱۲، ۲۴، ۱۶۸، ۷۴۴ و ۳۷۲۰ ساعت در شکل ۵ آورده شده است. همان‌طور که در این شکل مشاهده می‌شود حداقل مقدار خزش در حالتی بود که از اتصال ثابت (چسباندن طبقه بر روی زیر سری) در طبقات کتابخانه استفاده شود. در اتصال ثابت مقدار خزش نهایی ۸/۰۹ میلی‌متر به دست آمد که در مقایسه اتصال جداشدنی طبقه، میزان خیز نهایی آن ۴/۵ درصد کمتر است.



شکل ۵- اثر نوع اتصال طبقه به بدنه بر خزش بعد از ۱، ۱۲، ۲۴، ۱۶۸، ۷۴۴ و ۳۷۲۰ ساعت

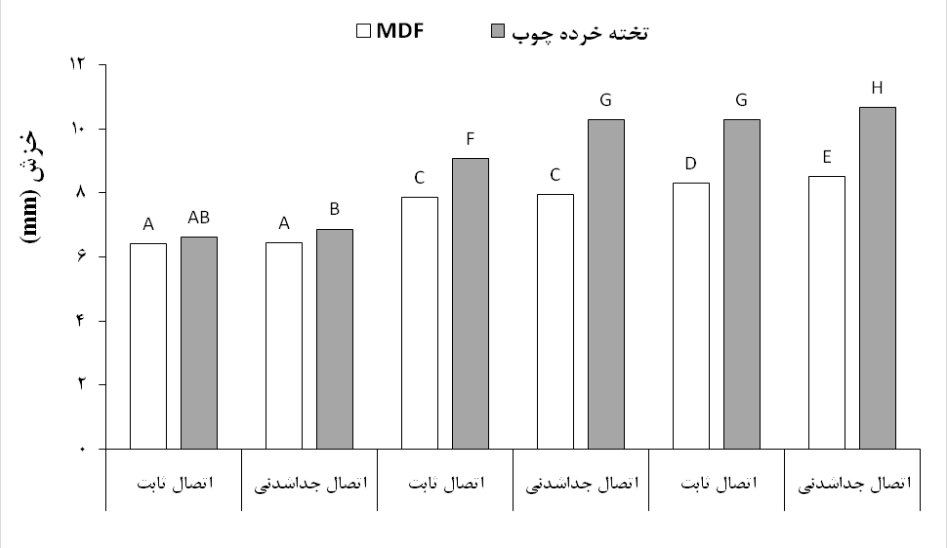
شکل ۶ مقایسه خزش نهایی تیمارهای مختلف موردبررسی را نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود در تمامی تیمارهای موردبررسی بیشترین روند افزایشی مقدار خزش تا حدود ۲۴۰ ساعت به دست آمد و بعدازاین زمان روند افزایش خزش کاهش یافت. با توجه به شکل فوق حداکثر خزش نهایی را طبقات حاصل از تخته‌خرده‌چوب بدون روکش با اتصال متحرک (۱۰/۶۷) به خود اختصاص داد. میزان روند تغییر و افزایش خزش بعد از ۳۷۲۰ ساعت برای تمامی تخته‌ها کاهش زیادی یافته و در برخی از تیمارها تقریباً ثابت ماند. کمترین خزش نهایی به ترتیب در طبقات کتابخانه تهیه‌شده از تخته فیبر با روکش طبیعی و اتصال ثابت و متحرک به

ترتیب با مقادیر ۶/۴۲ و ۶/۴۵ به دست آمد. همچنین در تخته‌خرده‌چوب با روکش طبیعی و اتصال ثابت (۶/۶۳) و متحرک (۶/۸۸) نیز بعد از تخته فیبر دانسیته متوسط کمترین میزان خزش مشاهده شد.



شکل ۶- مقایسه خزش تیمارهای موردبررسی طی ساعات مختلف بارگذاری تا خزش نهایی موردبررسی (۳۷۲۰ ساعت)

جدول آنالیز واریانس (جدول ۳ و ۴) نشان داد که اثر متقابل عوامل متغیر بر خیز طبقات کتابخانه در طی زمان‌های مختلف ۱، ۱۲، ۲۴، ۱۶۸، ۷۴۴ و ۳۷۲۰ ساعت در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار بود. شکل ۷ اثر متقابل نوع صفحه فشرده چوبی، نوع پوشش صفحات و نوع اتصال طبقات به زیر سری را بر خیز نهایی (خیز بعد از ۳۷۲۰ ساعت) تخته به همراه گروه‌بندی آن به روش دانکن نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود کمترین میزان خیز نهایی مربوط به فراورده مرکب تخته فیبر با دانسیته متوسط با روکش طبیعی و اتصال ثابت طبقه بر روی زیر سری است. از طرف دیگر بیشترین میزان خزش در طبقات حاصل از تخته‌خرده‌چوب بدون روکش و اتصال جداشدنی به دست آمد. دراین‌ارتباط خزش نهایی طبقات از جنس تخته فیبر با روکش طبیعی و اتصال ثابت ۶/۴۱ میلی‌متر بود که در مقایسه با بیشترین خزش که مربوط به تخته‌خرده‌چوب و MDF بدون روکش با اتصال جداشدنی بود به ترتیب ۶۷ و ۳۳ درصد کمتر است.



شکل ۷- تأثیر متقابل نوع فراورده‌های مرکب، نوع روکش و نوع اتصال بر خزش نهایی

نتایج حاصل از بررسی خزش صفحات فشرده چوبی تخته‌خرده‌چوب و تخته فیبر با دانسیته متوسط با روکش طبیعی و مصنوعی و با اتصالات ثابت و جداشدنی به‌عنوان طبقات کتابخانه نشان داد که در ابتدای بارگذاری سرعت خزش زیاد بود و با گذشت زمان سرعت افزایش خزش کاهش یافت. سرعت خزش در تمامی تخته‌های موردبررسی در این تحقیق پس از گذشت ۲۴۰ ساعت بارگذاری کاهش یافت اما روند خیز تدریجی تا ۳۷۲۰ ساعت ادامه داشت؛ بنابراین خزش مرتبط با تیمارهای مختلف موردبررسی را می‌توان به دو مرحله تقسیم نمود. مرحله اول خزش که تا ۲۴۰ ساعت پس از بارگذاری به طول انجامید و افزایش خیز دارای شیبی کاهنده بود. مرحله دوم خزش که پس از مرحله اول و تا پایان زمان آزمایش خزش به طول انجامید و دارای شیب کم و ثابت است. اثر نوع فرآورده چوبی بر رفتار خزشی آن کاملاً محسوس بود بطوریکه فرآورده چوبی تخته فیبر با دانسیته متوسط، دارای خزش کمتری نسبت به تخته‌خرده‌چوب بوده است. نتایج به‌دست‌آمده حاکی از آن است که انسجام بین فیبرها در ماتریس فرآورده چوبی MDF بیشتر از تخته‌خرده‌چوب است. نقاط تماس یا سطح ویژه تماس الیاف چوب در این فراورده چوبی بیشتر شده و باعث درهم‌رفتگی بیشتر الیاف می‌شود درنتیجه باعث بهبود میزان مقاومت در برابر خزش تخته می‌شود.

مقاومت تخته‌های روکش شده با روکش راش در برابر خزش به‌صورت معنی‌داری قابل‌توجه بوده و میزان تغییر شکل آنی و خزش در صفحات چوبی روکش شده با روکش طبیعی (راش) کمتر از دیگر تخته‌ها است. Chen و Lin (۱۹۹۷) نیز در تأثیر نوع روکش بر خزش تخته‌خرده‌چوب نشان دادند که خزش تخته‌خرده‌چوب با روکش طبیعی به‌طور معنی‌داری از تخته‌خرده‌چوب بدون روکش کمتر است که به‌طور کامل با نتایج این پژوهش مطابقت دارد [۷]. Najafi و همکاران (۲۰۱۲) نیز در مطالعه خود نشان دادند که خزش تخته‌خرده‌چوب روکش شده با روکش طبیعی کمتر از تخته‌های روکش شده با روکش مصنوعی و بدون روکش است [۴]. با توجه به ساختار روکش‌های مصنوعی که کاغذ آغشته شده به رزین، مواد رنگی و حفاظتی می‌باشند مقامت خوبی در برابر خمش نداشته و به‌راحتی می‌توان آن‌ها را خم نمود بنابراین باعث خزش بیشتر روکش مصنوعی نسبت به روکش طبیعی گردیده است. علاوه بر این با توجه به این‌که مقدار نفوذ چسب به درون بافت‌های روکش طبیعی بیشتر از روکش مصنوعی است لذا باعث پیوندهای بهتر خط چسب با روکش شده و انسجام بهتری در پی دارد و درنتیجه روکش طبیعی مقاومت به خزش بیشتری را نشان داده است. از طرف دیگر Nemli و colakoglu (۲۰۰۵) در مطالعه خود بیان نمودند که تخته‌خرده‌چوب روکش شده با روکش طبیعی مدول الاستیسیته و مقاومت خمشی بیشتری نسبت به

تخته‌های بدون روکش و روکش شده با روکش‌های مصنوعی (آغشته شده با چسب) دارد [۱۲] که از عوامل تأثیرگذار بر کم بودن میزان خزش در تخته‌های روکش شده با روکش طبیعی است.

همچنین اتصال ثابت طبقات بر روی زیر سری با استفاده از چسب پلی وینیل استات باعث درگیری بیشتر طبقات با بدنه کتابخانه گردیده درنتیجه باعث جابه‌جایی کمتر و درنهایت خزش کمتر نسبت به اتصال جداشدنی گردیده است.

نتیجه‌گیری

در مطالعه حاضر تأثیر نوع فراورده مرکب چوبی شامل تخته‌خرده‌چوب و تخته فیبر با دانسیته متوسط، اثر نوع روکش طبیعی، ملامینه و تخته بدون روکش و همچنین نوع اتصال طبقه به بدنه کتابخانه که به دو صورت اتصال ثابت و جداشدنی بود بر خزش طبقات کتابخانه موردبررسی قرار گرفت. نتایج بررسی‌ها بیانگر این بود که تمامی عوامل موردبررسی تأثیر قابل‌توجهی بر خزش طبقات داشتند. به‌طوری‌که کمترین میزان خزش در طبقات حاصل از تخته فیبر با دانسیته متوسط با روکش طبیعی و اتصال ثابت بود. بدین ترتیب می‌توان توصیه نمود که به‌منظور افزایش طوع عمر قفسه‌های کتابخانه و بهره‌وری هر چه بیشتر از آن‌ها لازم است طبقات این قفسه‌ها را با استفاده از تخته فیبر با دانسیته متوسط که با روکش طبیعی پوشش داده شده باشند، استفاده نمود. همچنین بهترین طریقه نصب این طبقات بر روی زیر سری آن‌ها، چسباندن آن‌ها (ثابت کردن آن‌ها) به‌وسیله چسب پلی وینیل استات است.

منابع

[1] Bodig, J. and Jayne, B.A., 1989. Mechanics of wood and wood composite. Translation by Ebrahimi G .Tehran, Tehran University Press, Iran, 680p.(In Persian).

[2] Aminian, H.and Hedayatollah, A., 1995. Investigation on the effect of moisture content on textural creep behavior of heart wood and sap wood of Caucasian oak. Master's thesis, Tarbiat Modares University, Faculty of Natural Resources, Noor. (In Persian).

[3] Doosthoseini, K., 2007. Wood composite materials manufacturing and applications, University of Tehran press. Tehran, Iran. (In Persian).

[4] Najafi, J., Mosavi, S.T. and Kord, B., 2012. Study on Flexural Creep Parameters of Overlayed Particleboard by Natural and Melaminated Veneers. Iranian Journal of Wood and Paper Industries, 3:119-128. (In Persian).

[5] Mohebby, B., Tavassoli, F. and Kazemi-Najafi, S., 2011. Mechanical properties of medium density fiberboard reinforced with metal and woven synthetic nets. European Journal of Wood and Wood Products, 69:199-206.

[6] Ebrahimi, M., Kazemie najafi, S. and Rabi, B.A., 2014. Effects of Relative Humidity and Temperature on Creep Parameters of Medium Density Fiberboard (MDF). Journal of Forest and wooden Product, 67: 47-357.

[7] Chen, T.Y. and Lin, J.S., 1997. Creep behavior of commercial wood based boards under long-term loading at room condition in Taiwan. Holz als roh – und werkstoff, 55: 371-376.

[8] Fernandes-Golfin, J.I. and Diez-barra, M.R., 1998. Long-term deformation of MDF panels under alternating humidity conditions. Wood Science and Technology, 32:33-41.

[9] Zhou, Y. G., Fushitani. M. and Kamdem. D. P., 2001. Bending Creep Behavior of Medium Density Fiberboard and Particleboard During Cyclic Moisture Changed. Wood and Fiber Science, 33: 609-617.

[10] Zhou, J., Hu, C., Hu, S., Yun, H., Jiang, G. and Zhang, S., 2012. Effects of temperature on the bending performance of wood-based panels. BioResources, 7: 3597-3606.

[11] Haygreen, J., Hall, H., Kuo-Ning, Y. and Sawicki, R., 1975. Studies of Flexural Creep Behavior in Particleboard under Changing Humidity Conditions. Wood and Fiber Science, 7: 74-90.

[12] Nemli, G. and Colakoglu, G., 2005. The influence of lamination technique on the properties of particleboard. Building and Environment, 40: 83-87.

Study on long term creep of two different types of compressed wood sheets used in library shelves

Abstract

In this study, the creep behaviors of composite panels used in library shelves were investigated. For this purpose, two types of wood-composite panels (medium density fiberboard and particleboard), and three types of covering including synthetic laminates, natural veneer, and without cove, as well as two types of wood joints (fixed and detachable) were used. Dimensions of the book-shelves were in actual shelf size, that is, 1,000 × 300 mm. Totally, 48 shelf specimens were prepared. For the creep test, a 23.5 kg loading level was applied in the center part of the shelves. Measurements on the creep behavior were carried out over 155 days at different intervals. Results indicated that the type of wood-composite as well as the type of veneer had statistically significant effect on the creep behaviors of panels. The lowest creep was observed in MDF panels. Moreover, those panels covered with natural veneer demonstrated significantly lower creep values. The type of joint also had a significant effect on the creeping behavior of the shelves, though not as conspicuous as the type of panels and veneers. Based on the results of the present research project, it is suggested that in order to increase the service life of library shelves it would be better to produce the shelves from MDF panels covered with natural veneers; these shelves should be fixed on supports.

Keywords: creep, MDF, particleboard, veneer, wood-composite panels.

S. Azimi[1]
H. Rangavar[2*]
H.R. Taghiyari[3]

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

[2] Associate Professor, Wood Science and Technology Department, Faculty of Civil Engineering, Shahid Rajaee Teacher Training University

[3] Associate Professor, Wood Science and Technology Department, Faculty of Civil Engineering, Shahid Rajaee Teacher Training University

Corresponding author:
hrangavar@yahoo.com

Received: 2015/12/21
Accepted: 2016/05/03