

بررسی تأثیر بوراکس / اسید بوریک بر مقاومت به آتش و خواص مکانیکی تخته خرده چوب

وحید تذکررضایی^۱، علی طلاکیان^۲، عبدالله حسین زاده^۳

تاریخ دریافت: ۹۲/۲/۳ تاریخ پذیرش: ۹۲/۲/۱۱

چکیده

در این تحقیق اثرات استفاده از ترکیب مواد کندسوزکننده اسید بوریک و بوراکس بر مقاومت به آتش و خواص مکانیکی تخته خرده چوب مورد مطالعه قرار گرفت. مواد کندسوزکننده اسید بوریک و بوراکس (۵۰:۵۰) در غلظت‌های ۸، ۶، ۴، ۰ درصد (بر مبنای وزن خشک خرده چوب) به رزین اوره فرمالدئید در سطح ۱۲ درصد، به خرده چوب‌ها افزوده و تعداد ۲۴ تخته در دما، فشار و زمان ثابت، توسط پرس آزمایشگاهی با دانسیته ۰/۸ گرم بر سانتی متر مکعب ساخته شدند. مقاومت خمشی و داخلی تخته‌ها بر اساس استاندارد EN-۳۱۷ و مقاومت به آتش آنها نیز بر اساس استاندارد ایزو ۳-۱۱۹۲۵ جهت اندازه‌گیری دوام شعله، دوام افروختگی و درصد کاهش وزن آنها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بدست آمده نشان داد که زمان گداختگی و درصد کاهش وزن تخته‌ها، با ماده کندسوزکننده ۶٪ و زمان شعله‌وری آنها نیز در غلظت ۸٪ نسبت به نمونه‌های شاهد اثر مطلوب‌تری داشته است. سطوح مختلف مواد کندسوزکننده بر مقاومت خمشی تخته‌ها اثر معنی‌داری نداشته در حالیکه بر چسبندگی داخلی نسبت به نمونه شاهد این اختلاف معنی‌دار بوده ولی آزمون مقایسه میاگین‌ها (آزمون دانکن) اثرات سطوح مختلف غلظت را در یک طبقه قرار داده است.

واژه‌های کلیدی: تخته خرده چوب، مواد کندسوزکننده، زمان شعله‌وری، زمان افروختگی، درصد کاهش وزن، مقاومت خمشی، چسبندگی داخلی، بوراکس، اسید بوریک

۱- استادیار گروه صنایع چوب و کاغذ دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس

۲- کارشناس ارشد رشته صنایع چوب و کاغذ

۳- استادیار گروه صنایع چوب و کاغذ دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس

مقدمه

متاسفانه فراورده های چوبی و لیگنوسلولزی دارای ویژگی های نامطلوبی چون عدم ثبات ابعاد (که از جذب رطوبت ناشی می شود)، تخریب زیستی، قابلیت اشتعال و تخریب بر اثر نور فرابنفش، اسیدها و بازها هستند. در نتیجه، اگر تحت شرایط نامطلوب به کار روند، کیفیت آن ها کاهش یافته و عمر مفیدشان محدودتر خواهد شد. محققین برای کاهش این معایب و بهبود خواص کاربردی این فراورده ها از روشهای حفاظتی مختلفی استفاده می کنند، این معایب نمودند این مواد تجدید پذیر، پایدار، با حداقل آلودگی محیط زیست است. حفاظت این محصولات در حال گسترش می باشد یعنی در واقع مقدار ایمنی و دوام این محصولات برای مصرف کنندگان دارای اهمیت زیادی می باشد. [1] استفاده از مواد شیمیایی کند سوز کننده درجه حرارتی را که تجزیه گرمایی در آن رخ میدهد را کاهش می دهند. و از این طریق میزان کندسوز شدن و ثبات اشتعال پذیری را افزایش می دهد. مهمترین مشکل استفاده از این نمکها به عنوان باز دارنده های آتش چنین می باشد که آنها به شدت رطوبت را جذب و آبشویی می کردند، که باعث مشکلاتی شامل زنگ زدگی بست های فلزی و قطعات (صفحات مشبک فلزی) می شود. [2] یکی از ویژگی های مهم مصالح ساختمانی کند سوز بودن یا مقاوم بودن آنها در برابر آتش می باشد زیرا یکی از شایع ترین حوادثی که در ساختمان های چوبی و محصولات چوبی رخ می دهد زوال چوب در اثر آتش می باشد. که سالانه خسارت های جانی و مالی زیادی به مصرف کنندگان این محصولات وارد

می نماید. در ایران بنابر علل مختلف، جنگلهای شمال کشور روز به روز توانایی خود را در جهت رفع نمودن نیاز های چوبی کشور از دست می دهد و رشد بی رویه جمعیت بر شدت این کمبود ها افزوده است در این میان حفاظت چوب با دارا بودن توانایی افزایش دوام و عمر مفید چوب آلات در برابر عوامل مخرب، می تواند نقش برجسته خود را در کشورهایی مانند ایران که دچار کمبود منابع چوبی است، ایفا کند. کندسوز کردن چوب می تواند بطور سطحی و یا بطور عمیق با بکار بردن مواد شیمیایی مختلفی انجام می پذیرد. از آنجایی که گازهای حاصل از پیرولیز در گسترش آتش موثر هستند با استفاده از پوشش های عایق می توان از خروج و تماس این گازها با اکسیژن هوا جلوگیری و در نهایت آتش-گیری چوب را به تاخیر انداخت [3].

حجازی در سال ۱۳۷۸ در تحقیقی با عنوان تاثیر کندسوز کننده ها (مخلوط آمونیوم فسفات و بوراکس، مینالت و پیروزیست در سه غلظت ۵، ۸ و ۱۲ درصد) بر روی چوب افرا پلت، نقش این مواد را به لحاظ مقاومت چوب در برابر آتش مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد که بهترین ماده جهت کندسوز نمودن چوب افرا، مخلوط آمونیوم فسفات و بوراکس با غلظت ۱۲ درصد می باشد.

واتسون و جونجا در سال ۱۹۷۲ در مشاهدات خود دریافتند که بسیاری از مواد کندسوزکننده بر پایه ترکیبات نمکی آلی می باشند. از جمله آن می توان به مونو آمونیوم فسفات، دی آمونیوم فسفات، بوراکس و اسید بوریک اشاره کرد که این مواد ضمن محلول بودن در آب و موثر بودن دارای صرفه اقتصادی نیز می باشند. با افزایش

سولفات آمو نیوم و مخلوط مونوآمونیم فسفات و بوراکس به نسبت (۷۰ به ۳۰) با غلظت ۱۲٪ بعنوان ماده کندسوز کننده آتش برای کند سوز کردن چوب راش در نظر گرفته شده، به دو روش لوری و غوطه وری که در مورد ویژه گی های اندازه گیری شده مربوط به خواص مقاومت به آتش نمونه ها از بین مواد مختلف، نمونه های اشباع شده با دی آمو نیوم فسفات به روش لوری بهترین نتایج را نشان داده و مقاومت مکانیکی نیز به این روش و با این ماده بهترین مقاومت را نشان داده و نمونه اشباع شده با سولفات آمو نیوم به روش غوطه وری کمترین درصد هم کشیدگی حجمی را دارا بود.

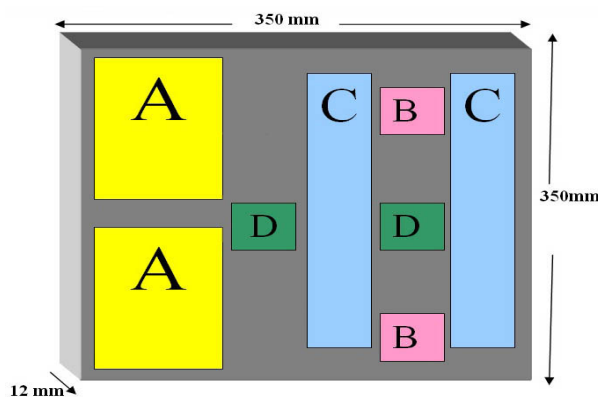
حیدری و طبرسادر سال ۱۳۸۸: در تحقیقی با استفاده از نرمه حاصل از سمباده زنی تخته خرده چوب و پلی پروپیلن ۹ تخته با درصد اختلاط ۵۰٪ ماده چوبی، ۴۴٪ پلی پیلن و ۶٪ مخلوط مونوآمونیم فسفات و دی آمو نیوم فسفات ساخته شد. ۳ تخته به عنوان نمونه شاهد، ۳ تخته با استفاده از محلول ۱۳٪ کندسوز کننده (مخلوط مونوآمونیم فسفات و دی آمو نیوم فسفات) تیمار شد و در ۳ تخته دیگر ماده کند سوز کننده به صورت پودری به میزان ۲٪ وزن خشک در ساخت تخته بکار رفته، بیشترین درصد کاهش وزن مربوط به تیمار شاهد و کمترین آن مربوط به تیمار با محلول کندسوز کننده می باشد. بطور کلی وقتی مواد کند سوز کننده به صورت محلول مورد استفاده قرار گرفت، اثر کند سوز کنندگی موثرتری در چند سازه ها مشاهده گردید. اهداف تحقیق حاضر را میتوان در موارد زیر ارائه نمود:

خاصیت هیگروسکوپیک چوبهای تیمار شده با این مواد، در جذب رطوبت مشکلاتی ایجاد می کند که با استفاده از مواد افزودنی مانند رزین ها، مونومرها و پلیمرها می توان این خاصیت را کاهش داد.

ارلیندا و همکاران در سال ۱۹۸۳ مطالعاتی بر روی کاربرد مواد کندسوز کننده در تخته خرده چوب انجام دادند. مواد شیمیایی مورد استفاده آنها سولفات آمو نیوم، دی آمو نیوم فسفات، مخلوط بوراکس و اسید بوریک بود. روشهای به کار برده شده برای کند سوز کردن تخته ها شامل اضافه کردن مواد شیمیایی کندسوز کننده به چسب و اسپری مواد کندسوز کننده به صورت محلول به پوشال قبل از خشک کردن و چسب زنی پوشال ها بود. نتایج نشان داند که تیمار به هر دو روش مقاومت مکانیکی تخته ها را کاهش می دهد. همچنین دی آمو نیوم فسفات نسبت به سایر مواد مقاومت به آتش بیشتری را در تخته ها ایجاد کرد. دوست حسینی و علیزاده قدس در سال ۱۳۷۲ بررسی امکان استفاده از مواد معدنی پرلیت (در سه سطح ۱۵، ۲۵ و ۴۰) درصد نسبت به وزن خشک خرده چوب در ساخت تخته خرده چوب مقاوم به آتش مورد مطالعه قرار دادند، نتایج، نشان دهنده اثر مثبت افزایش پرلیت به مقاومت به آتش تخته ها می باشد و بیشترین مقاومت به آتش با کمترین کاهش وزن مقاومت آتش مربوط به تخته های حاوی ۲۵٪ پرلیت می باشد.

اختری در سال ۱۳۸۳: در تحقیقی تحت عنوان بررسی کند سوز کردن چوب راش به دو روش لوری و غوطه وری، در این مورد امکان استفاده از چهار نوع ماده شیمیایی مونو آمو نیوم فسفات،

بر سانتیمتر مکعب و توسط پرس آزمایشگاهی در دما 180°C و فشار 280 kg/cm^2 و زمان 2 min 270°C توسط پرس آزمایشگاهی پرس تولید و بر اساس نقشه زیر (شکل ۱) برش گردیده است و به مدت ۲۰ روز در شرایط کليماتيزه (رطوبت نسبی ۶۵٪ و درجه حرارت 20°C) جهت متعادل سازی نگهداری گردیده. در این بررسی مقاومت خمشی و داخلی بر اساس استاندارد En-317 و اندازه گیری مقاومت آتش (دوام شعله، نقطه اشتعال، درصد کاهش وزن) بر اساس استاندارد ایزو ۱۱۹۲۵-۳ به ابعاد $10 \times 10 \times 15\text{ cm}$ مورد آزمون قرار گرفته، برای انجام این آزمون از دستگاه تست آتش مطابق با استاندارد ایزو ۱۱۹۲۵-۳ تهیه و همانند شکل شماره ۲، نمونه ها در زاویه 45° درجه لبه مرکز، فاصله نازل تا نمونه 2 cm ، و دبی گاز توسط رگلاتور سیلندر فشار قوی غیر خانگی 10 ml/min گاز پروپان تنظیم گردید و زمان تست شعله وری و افروختگی با کورنومتر برحسب ثانیه و آزمون کاهش وزن با ترازوی آزمایشگاهی با دقت $0/001\text{ گرم}$ مورد اندازه گیری قرار گرفته است.



شکل ۱- الگوی برش ابعاد و تعداد نمونه های آزمون در هر تخته و تیمار نمونه های آزمون

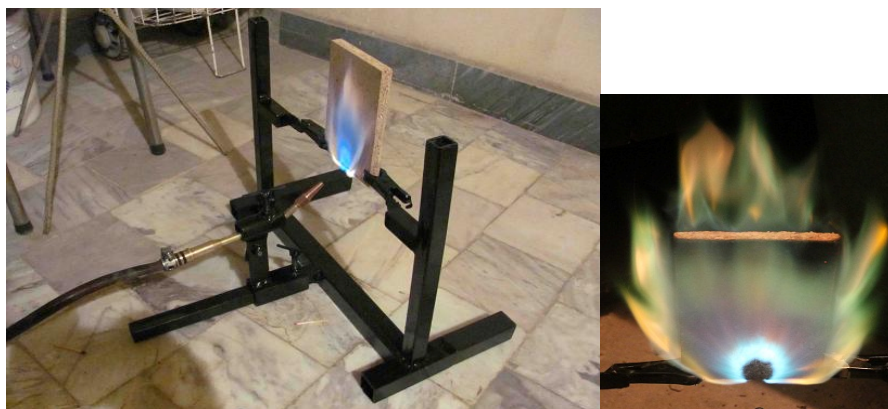
۱- تعیین بهترین درصد استفاده از غلظت مواد کندسوزکننده اسید بوریک و بوراکس که اثر نامطلوب کمتری بر خواص مکانیکی تخته خرده چوب می گذارد.

۲- تعیین بهترین شرایط ساخت تخته خرده چوب با استفاده از مواد کندسوزکننده و ترکیب آنها با افزایش خواص مقاومت به آتش و همچنین کاهش خواص نامطلوب

مواد و روش ها:

در این تحقیق مواد کندسوزکننده اسید بوریک و بوراکس ($50:50$) تولید شرکت مرگ آلمان در غلظتهای $0,4,6,8$ درصد بر مبنای وزن خشک خرده چوب به صورت محلول به رزین اوره فرمالدئید با سطح 12 درصد (تولید شرکت سامد مشهد) افزوده شد سپس به خرده چوب ها که به صورت صنعتی مورد استفاده در کارخانه تخته خرده چوب به رطوبت 2% خشک گردیده به کمک مخلوط کن آزمایشگاهی عمل چسب زنی انجام شد با توجه به فاکتورهای متغیر این تحقیق تعداد 12 تخته (هر تیمار 3 تکرار) با ابعاد $350 \times 350 \times 12$ سانتیمتر مکعب و دانسیته $0/8$ گرم

تعداد نمونه	تعداد نمونه در هر تیمار	ابعاد (mm)			نوع آزمایش
		ضخامت	عرض	طول	
۶	۲	۱۲	۱۰۰	۱۵۰	A آزمون های مقاومت به آتش
۶	۲	۱۲	۵۰	۵۰	B چسبندگی داخلی
۶	۲	۱۲	۵۰	۲۹۰	C مقاومت خمشی



شکل ۲- دستگاه تست آتش

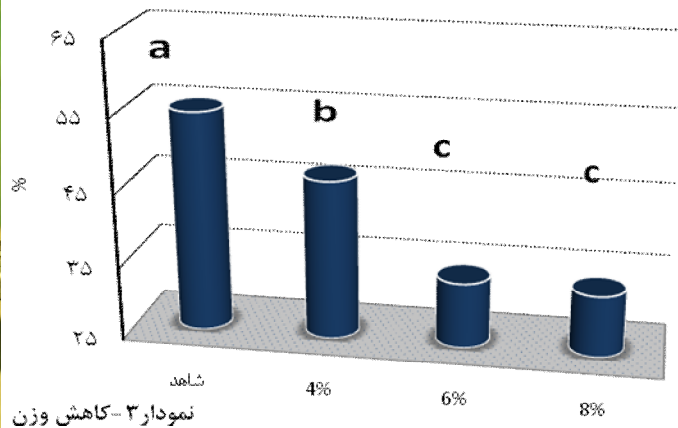
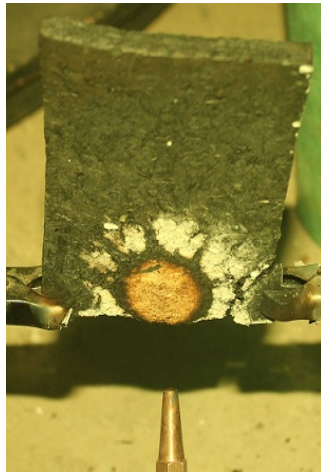
نتایج

نتایج حاصل از اندازه گیری ویژه گی های مربوط به مقاومت به آتش نمونه های چوبی در قالب آزمایش فاکتوریل تک متغیره به کمک تجزیه واریانس و گروه بندی میانگین ها با استفاده از آزمون دانکن مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. کلیه ی تجزیه و تحلیل های آماری با استفاده از نرم افزار تجزیه تحلیل آماری انجام شده است.

درصد کاهش وزن

در بحث درصد کاهش وزن انجام آزمون تحلیل واریانس دو طرفه (نمودار ۳) نشان داده در سطح اطمینان ۹۵٪ تغییرات کاهش وزن با توجه به سطوح ماده کندسوزکننده نیز معنا دار

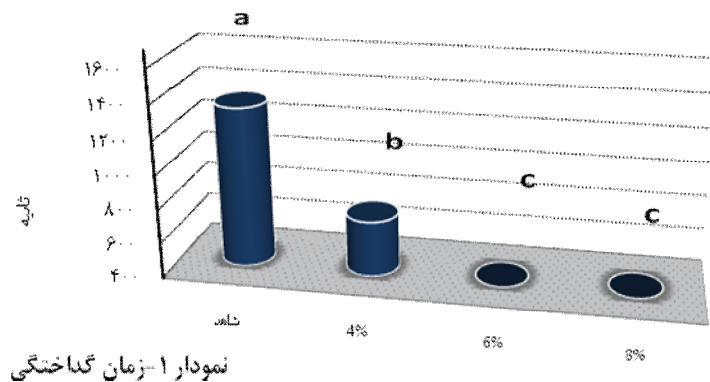
است (Sig.=۰/۰۰۰). اما رابطه معنا داری بین نوع چسب و ماده کند سوز کننده وجود ندارد (Sig.=۰/۳۵۲). نتایج نشان دادند که با افزایش میزان غلظت از کاهش وزن نمونه ها کاسته شده و مقاومت به آتش آن ها افزایش می یابد. کمترین میزان کاهش وزن در غلظت ۸٪ مشاهده شد (۳۳٪) و با افزایش درصد مواد کندسوز کننده درصد کاهش وزن کمتر شده است و این در حالی است که درصدهای ۶٪ و ۸٪ مواد کند سوز کننده اثر مشابه ای در درصد کاهش وزن دارد و در یک گروه قرار گرفتند بنابراین می توان چنین استنباط نمود که ماده کند سوز کننده ۶٪ نسبت به نمونه های شاهد اثر مطلوب و اقتصادی تری داشته است. (نمودار ۳)



نظر آماری و با اطمینان ۹۵٪ می توان ادعا کرد که تغییرات گداختگی در غلظت های مختلف ماده کند سوز کننده متفاوت است و این در حالی است که درصدهای ۶٪ و ۸٪ مواد کند سوز کننده اثر مشابه ای در زمان گداختگی دارد بنابراین می توان چنین استنباط نمود که ماده کند سوز کننده ۶٪ نسبت به نمونه های شاهد اثر مطلوب و اقتصادی تری داشته است. (نمودار ۱)

گداختگی

بر اساس تحلیل آماری در بحث گداختگی انجام آزمون تحلیل واریانس دو طرفه (نمودار ۱) نشان داده در سطح اطمینان ۹۵٪ تغییرات گداختگی با توجه به سطوح ماده کندسوزکننده نیز معنا دار است (Sig.=۰/۰۰۰). اما رابطه معناداری بین نوع چسب و ماده کند سوز کننده وجود ندارد (Sig.=۰/۲۴۳). نتایج نشان دادند که با افزایش میزان غلظت مواد کندسوزکننده مقاومت به آتش آنها افزایش می یابد بنابراین از

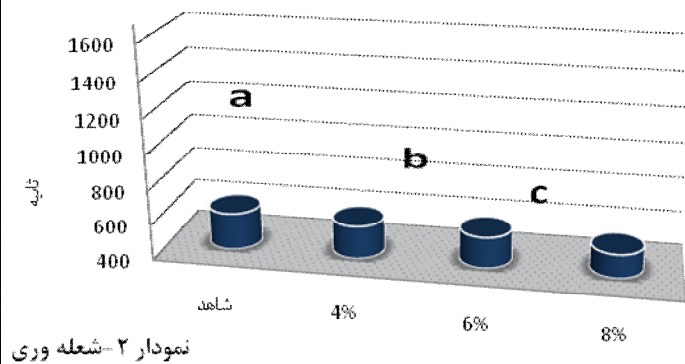


٪ تغییرات شعله وری با توجه به سطوح ماده کندسوزکننده نیز معنا دار است (Sig.=۰/۰۰۰). اما رابطه معناداری بین نوع چسب و ماده کند سوز کننده وجود ندارد (Sig.=۰/۰۶۹). بنابراین از نظر

شعله وری

نتایج حاصل از تحلیل آماری در بحث شعله وری انجام آزمون تحلیل واریانس دو طرفه (نمودار ۲) ، نشان داده در سطح اطمینان ۹۵

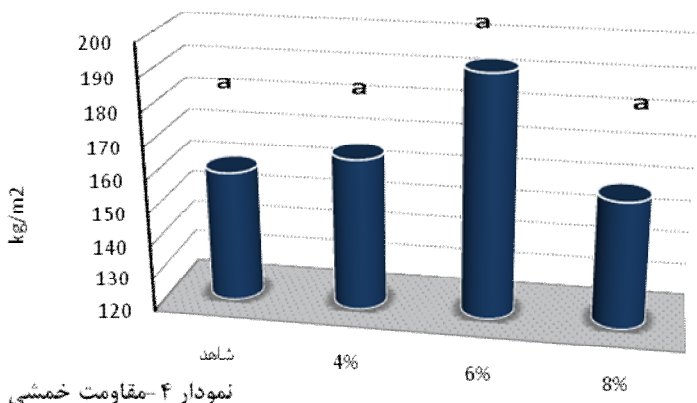
درصد بیشتر ماده کندسوز کننده از ۴٪ به ۸٪. زمان شعله وری کاهش یافته و از نظر آزمون دانکن هر کدام در گروه های جداگانه قرار می گیرند بنابر این ماده کندسوز کننده ۸٪ نتیجه مطلوب تری به ما داده است. (نمودار ۲)



افزودن مواد کند سوز کننده در سطوح مختلف باعث کاهش خواص خمشی شده اما اثر متقابل چسب و ماده کند سوز کننده معنی دار نبوده است. (نمودار ۴)

مقاومت خمشی

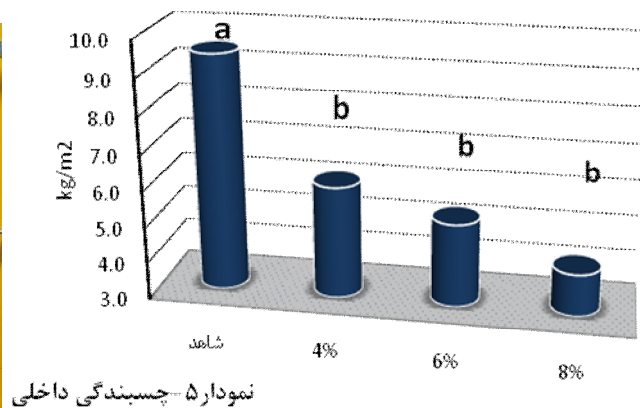
در بحث خمشی انجام آزمون تحلیل واریانس دو طرفه (نمودار ۴) نشان داده در سطح اطمینان ۹۵٪ تغییرات مقاومت خمشی با توجه به سطوح ماده کندسوزکننده معنا دار نیست (Sig.=۰/۳۶۵)



مقاومت داخلی

است ولی اثر متقابل آنها معنی‌دار نبوده است، ولی با افزایش درصد مواد کند سوز کننده چسبندگی داخلی کاهش داشته است. همان‌طور که در آزمون دانکن در قسمت نتایج نشان داده، در این مورد اختلافی در افزودن مواد کند سوز کننده در درصدهای مختلف مشاهده شده است، بنابراین توصیه می‌گردد حداقل ماده کند سوز کننده (۴٪) استفاده شود. (نمودار ۵)

با توجه به نتایج در بحث چسبندگی داخلی انجام آزمون تحلیل واریانس دو طرفه (نمودار ۵) نشان داده در سطح اطمینان ۹۵٪ تغییرات چسبندگی داخلی با توجه به سطوح ماده کندسوزکننده معنادار است ($Sig.=0/002$) اما رابطه معناداری بین نوع چسب و ماده کندسوز کننده وجود ندارد ($Sig.=0/560$)، در مورد خواص کششی ماده کند سوز کننده و چسب اثر معنی داری در خواص کششی تخته‌ها داشته



تیمار نشده ۲۲٪ بهبود در میزان کاهش وزن ۱۳۳۵ ثانیه در تاخیر در زمان گداختگی و ۷۶ ثانیه در شعله‌وری نشان دادند. همچنین طی موارد اندازه‌گیری و تجزیه تحلیل آماری در زمان کاهش وزن و گداختگی نمونه شاهد و غلظت ۴٪ هر کدام در یک گروه و نمونه با غلظت ۶٪ و ۸٪ نیز در هر دو در یک گروه قرار گرفتند (نمودار ۳ و ۱) و در زمان گداختگی هر کدام از سطوح در یک گروه قرار گرفتند و در مقاومت خمشی تمام سطوح در یک گروه طبقه‌بندی

بحث و نتیجه‌گیری

در این تحقیق اثرات استفاده از ترکیب مواد کندسوزکننده اسید بوریک و بوراکس بر مقاومت به آتش و خواص مکانیکی تخته خورده چوب مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج به دست آمده نشان دادند که با افزایش غلظت مواد کندسوزکننده مقاومت به آتش در نمونه‌های آغشته با این مواد افزایش می‌یابد. بهترین نتایج از نظر مقاومت به آتش در نمونه‌های تیمار شده در سطح غلظت ۸٪ مشاهده گردید که نسبت نمونه

گردید. علاوه بر این، نتایج نشان دادند که، در نمونه های اشباع شده با مواد کندسوز کننده با افزایش غلظت ماده، مقدار مقاومت خمشی و داخلی کاهش می یابد که نتایج این تحقیق با نتایج حجازی و پارساژوه ۱۳۷۸ که مربوط به بررسی اثر ترکیبی مواد کند سوز کننده مونیوم فسفات، اسید بوریک و بوراکس بر مقاومت به آتش چوب توسکا همخوانی و با نتایج نیکزادفر و همکاران ۱۳۸۶ که مربوط به تاثیر بوراکس بر مقاومت به شعله، جذب اب و واکنشیدگی ضخامت تخته خرده چوب ساخته شده از چوب صنوبر همخوانی ندارد و در نهایت بطور کلی با توجه به قابلیت مواد کندسوز کننده در کنترل خاصیت آتش گیری و اثر نا مطلوب آن روی خواص مکانیکی توصیه می گردد ماده کند سوز کننده ۸٪ بنا به دلایل زیر استفاده شود :

۱- نداشتن اثر نا مطلوب در خواص مقاومت

خمشی

۲- بهبود تمام خواص مقاومت به آتش

منابع

6- Roger m Rowell . Thermal degradation of wood 2000

7- Winandy, E, Nudir Ayrilmis; 2005. Effects of various Fire retardants on Plate shear and Five- Point Flexural shear Properties of Ply wood. Forest Products society.

8- Winandy e "thermal degradation of fire retardant treated wood 2001.

9- Winandy, E, jia nLi. Qingwen; chemical mechanism of Fire retardant of boric acid on wood 2004.

10- Colakoylu, G, colak, s, Aydin". Effect of Boric Acid Treatment on mechanical Properties of laminated Beech veneer Lumber 2004

۱- اختری، ملیحه ۱۳۸۴: استفاده از کند سوز کننده ها (مونو آمونیوم فسفات، دی آمونیوم فسفات، مخلوط مونو آمونیوم فسفات و بوراکس و سولفات آمونیوم) بر روی چوب راش به دو روش لوری و غوطه وری، پایان نامه دکتری، دانشگاه علوم و تحقیقات تهران.

۲- مولایی و تذکر رضایی ۱۳۸۷: بررسی اثر ترکیبی مواد کند سوز کننده مونو آمونیوم فسفات، اسید بوریک و بوراکس بر مقاومت به آتش چوب توسکا ییلاقی، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه چالوس.

۳- حجازی و پارسا پژوه ۱۳۷۸: بررسی اثر کند سوز کننده ها (مخلوط مونو آمونیوم فسفات و بوراکس، مینالت و پیروزیت) پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.

۴- نیکزادفروهمکاران ۱۳۸۶: تاثیر بوراکس بر مقاومت به شعله، جذب آب و واکنشیدگی ضخامت تخته خرده چوب ساخته شده از چوب صنوبر.

۵- حیدری و طبرسا (۱۳۸۸): استفاده از نرمه حاصل از سمباده زنی تخته خرده چوب و پلی پروپیلن ۹ تخته با درصد اختلاط ۵۰٪ ماده چوبی، ۴۴٪ پلی پیلن و ۶٪ مخلوط مونو آمونیوم فسفات و دی آمونیوم فسفات.