

## اثر استیله کردن بر خصوصیات فیزیکی و مکانیکی تخته خرده چوب<sup>۱</sup>

یاسمین خسروانی<sup>۲</sup>، علی اکبر عنایتی<sup>۳</sup>، علینقی کریمی<sup>۳</sup> و بهبود محبی<sup>۴</sup>

۱- این تحقیق از محل اعتبارات معاونت پژوهشی دانشگاه تهران انجام گرفته است.

۲- کارشناس ارشد علوم و صنایع چوب و کاغذ

۳- دانشیار، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

۴- استادیار، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریائی دانشگاه تربیت مدرس

### چکیده

برای بررسی اثر تیمار استیلاسیون خرده‌های چوب بر برخی از ویژگیهای کیفی تخته‌خرده چوب، از خرده‌های چوب استیله شده با شدت‌های مختلف (صفر، ۵/۱۱ و ۱۰/۷۶ درصد افزایش وزن) چسب اوره فرم آلدئید در دو سطح (۸ و ۱۰ درصد) تخته‌های آزمون در ۶ تیمار ساخته و خصوصیات فیزیکی و مکانیکی آنها اندازه‌گیری شد. نتایج نشان دادند که با افزایش شدت تیمار استیلاسیون، جرم مخصوص تخته‌ها کاهش یافته ولی با افزایش مقدار چسب، این ویژگی افزایش نشان داد. با افزایش مقدار چسب و شدت تیمار استیلاسیون، رطوبت تعادل، جذب آب و واکنش ضخامت تخته‌ها در بهترین شرایط به ترتیب ۱۵/۳، ۲۶/۶ و ۱۴/۹ درصد نسبت به نمونه‌های شاهد کاهش یافتند. نتایج بدست آمده از اندازه‌گیری مدول گسیختگی، مدول الاستیسیته و چسبندگی داخلی تخته‌ها نشان دادند که در اثر تیمار استیلاسیون، این خصوصیات به طور متفاوتی کاهش می‌یابند و این کاهش با افزایش درصد وزن خرده‌های چوب بر اثر استیلاسیون (WPG) بیشتر می‌گردد، ولی با افزایش مقدار چسب از ۸ به ۱۰ درصد، این مقاومتها (باستثنای مدول گسیختگی) افزایش می‌یابند. به طور کلی چنین نتیجه‌گیری می‌شود که با استفاده از خرده‌های چوب استیله شده با شدت ۵/۱۱ درصد افزایش وزن و مقدار ۱۰ درصد چسب می‌توان تخته‌هایی تهیه نمود که ویژگیهای فیزیکی آنها به طور محسوس بهبود و مقاومت‌های مکانیکی آنها به میزان ناچیزی کاهش یابند.

**واژه‌های کلیدی:** تخته‌خرده چوب، استیلاسیون، چسب اوره فرم آلدئید، ویژگیهای فیزیکی، ویژگیهای مکانیکی. انیدرید استیک.

### مقدمه

چوب به طور عمده و چسب) و ساختار شیمیایی آن، همانند چوب تحت تأثیر عوامل مخرب زنده و غیر زنده مانند قارچها، حشرات، رطوبت و پرتوهای فرابنفش و ... دچار معایبی مانند پوسیدگی، تغییر ابعاد و ... می‌گردد. برای کاهش معایب فوق و بهبود خواص کاربردی تخته خرده چوب از روشهای اصلاحی مختلفی از جمله اصلاح شیمیایی استفاده می‌شود. یکی از روشهای اصلاح

نیاز روزافزون بشر به چوب و فراورده‌های چوبی، کمبود چوب و محدودیت منابع تولید آن، ضرورت توجه به تولید فراورده‌های چوبی بادوام هر روز بیشتر از گذشته احساس می‌شود. تخته‌خرده چوب، یکی از انواع فراورده‌های مرکب چوبی است که با توجه به اجزای تشکیل دهنده (ذرات

مقداری کاهش نشان می‌دهند اما مقادیر به دست آمده بالاتر از حد تعیین شده در استاندارد مربوط به این گونه تخته‌ها قرار دارد.

Chow و همکاران (۱۹۹۶) نشان دادند که با استیله کردن الیاف دو گونه صنوبر و کاج جنوبی و تهیه تخته فیبر سخت از آنها، میزان جذب آب و واکنش‌پذیری ضخامت تخته‌ها به طور کاملاً مشخص و MOR, MOE, مقاومت کششی موازی الیاف و چسبندگی داخلی این تخته‌ها تا حدودی کاهش می‌یابد. با افزایش مقدار چسب از ۳ درصد به ۷ درصد، مقدار مقاومتهای مکانیکی افزایش یافته و سبب بهبود جذب آب و واکنش‌پذیری ضخامت نیز می‌شود.

Youngquist و Rowell (۱۹۸۶) نیز با تحقیق بر روی تخته تراشه‌های ساخته شده از تراشه‌های استیله شده صنوبر به نتایج مشابهی رسیدند.

از آنجایی که بر روی گونه‌های پهن‌برگ داخلی (که بیشترین مصرف را در ساخت تخته خرده چوب دارند) هیچ گونه بررسی در این زمینه انجام نشده است، این تحقیق جهت مشخص نمودن اثر استیله کردن خرده‌های چوب بر روی خواص فیزیکی و مکانیکی تخته خرده چوب ساخته شده از آنها، انجام گرفت.

### مواد و روشها

خرده‌های چوب استفاده شده در این تحقیق از کارخانه نئوپان گنبدکاووس تهیه شدند. درصد وزنی ترکیب چوبهای مورد استفاده برای تهیه خرده‌های چوب در جدول شماره ۱ آورده شده است.

خرده‌های چوب مورد نیاز جهت ساخت تخته‌های آزمایشی بامحلول انیدریداستیک (تولید شرکت شیمی پارس) در راکتور چند منظوره اصلاح چوب و مواد لیگنوسلولزی، استیله شدند.

شیمیایی، استیلاسیون چوب و فراورده‌های مرکب چوبی است که ویژگی‌های مهمی نظیر ثبات ابعاد، مقاومت در برابر عوامل مخرب زنده و غیر زنده را افزایش داده و منجر به افزایش عمر مفید آنها می‌گردد، ضمن اینکه مشکلات زیست محیطی ناشی از استفاده از برخی مواد حفاظتی خطرناک مانند CCA<sup>۱</sup> را نیز ندارد.

اساس این روش بر روی جایگزینی گروه‌های هیدروکسل بسپارهای دیواره سلول چوبی با گروه‌های آب‌گریز استیل می‌باشد که در نتیجه مکانهای واکنش‌پذیر این بسپارها برای جذب آب، تخریب نوری و انجام واکنشهای آنزیمی از بین می‌روند و عملاً بسیاری از مشکلات کاربردی مربوطه در فراورده‌های چوبی رفع می‌گردد.

نتایج پژوهشهای محققان مختلف نشان داده است که در اثر استیلاسیون، خصوصیات فیزیکی چوب و فرآورده‌های چوبی بهبود پیدا می‌کنند، ضمن اینکه ویژگیهای مکانیکی آنها کمترین تغییرات را داشته‌اند. بررسیهای زیادی در مورد اثر استیله کردن بر خصوصیات فیزیکی و مکانیکی چوب و فراورده‌های مرکب چوبی صورت گرفته است که مهمترین آنها به شرح زیر می‌باشد.

Papadopoulos (۲۰۰۳) در پژوهشی نشان داد که مقاومت کششی و چسبندگی داخلی تخته‌های ساخته شده از خرده‌های چوب سوزنی‌برگان استیله شده با انیدرید پروپیونیک، مقداری کاهش ولی همچنان بالاتر از حد تعیین شده در استاندارد مربوط به این گونه تخته‌ها قرار دارد.

Okino و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند که جذب آب و واکنش‌پذیری ضخامت تخته تراشه و تخته‌خرده چوب ساخته شده از چوب سرو استیله شده با انیدریداستیک و مقدار ۱۰ درصد چسب اوره فرم‌آلدهید بسیار کمتر از نمونه‌های شاهد بود. آنها همچنین دریافتند که MOR, MOE و IB تخته‌های یاد شده نسبت به نمونه‌های شاهد،

جدول ۱- درصد ترکیب خرده‌های چوب

گروه	نوع چوب	نسبت ترکیب (%)	جمع (%)
چوب باغی	نارنج	۳۰	۶۰
	سنجد	۵	
	سیب	۱۰	
	انجیر	۱۰	
	توت	۵	
چوب جنگلی	راش	۱۵	۴۰
	ممرز	۱۰	
	توسکا	۵	
	انجیلی	۵	
	بلوط	۵	

$W_{act}$ : وزن خشک بعد از استیلاسیون (g)

$W_{od}$ : وزن خشک قبل از استیلاسیون (g)

میانگین نتایج بدست آمده از تیمار استیلاسیون خرده-های چوب بعد از مدت زمان ۳۰ و ۷۵ دقیقه بترتیب ۵/۱۱ و ۱۰/۷۶ درصد افزایش وزن می‌باشد.

#### ساخت تخته‌های آزمونی

خرده‌های چوب استیله شده در خشک‌کن آزمایشگاهی و در دمای  $2 \pm 10.3^\circ C$  خشک گردید تا رطوبت آنها به حدود ۳٪ برسد. پس از چسب‌زنی خرده‌های چوب با چسب اوره فرم آلدهید ( $g/cm^3$ )  $1/25 =$  جرم مخصوص،  $pH=7/2$ ،  $50\% =$  مواد جامد،  $90$  ثانیه = زمان انعقاد،  $(cp) = 120$  = گرانیروی در دو سطح ۸ و ۱۰ درصد (نسبت به جرم کاملاً خشک خرده‌های چوب)، به مقدار مورد نیاز برای هر تخته آزمونی از آنها توزین و برای تشکیل کیک خرده چوب در قالب به ابعاد  $400 \times 400 \times 16$  میلیمتر پاشیده شدند. ضخامت اسمی تخته‌های ساخته شده ۱۶ میلیمتر و جرم مخصوص اسمی آنها  $0.7 g/cm^3$  در نظر گرفته شد. تخته‌های آزمونی در فشار  $30 kg/cm^2$ ، دمای ۱۶۰ درجه سانتیگراد و مدت زمان ۵ دقیقه ساخته شدند. تخته‌های ساخته شده پس از

به منظور دست‌یابی به سطوح مختلف استیلاسیون،

خرده‌های چوب به مدت ۳۰ و ۷۵ دقیقه در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد در مجاورت انیدریداستیک قرار گرفتند. پس از اتمام زمان واکنش و خارج کردن محلول واکنش، به منظور حذف انیدریداستیک واکنش نیافته و اسید استیک تولید شده طی فرایند واکنش، خرده‌های چوب چندین مرتبه آبشویی و سپس به مدت ۲۴ ساعت در هوای آزاد قرار گرفتند. برای تعیین درصد افزایش وزن خرده‌های چوب (WPG)<sup>۱</sup>، نمونه‌های وزنی تعیین شدت تیمار استیلاسیون که قبلاً وزن خشک آنها اندازه‌گیری شده بود در داخل سبدهای کوچک مخصوص قرار داده شد و به همراه سبد خرده‌های چوب به درون سیلندر واکنش منتقل شدند. پس از اتمام هر تیمار، نمونه‌های شاهد به همراه نمونه‌های تیمار شده از سبد خارج و برای تعیین وزن خشک، درون اتو با دمای  $20 \pm 10.3^\circ C$  قرار گرفتند. درصد افزایش وزن خرده‌های چوب با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید:

$$WPG = \frac{(W_{act} - W_{od})}{W_{od}} \times 100$$

WPG: افزایش وزن (%)

1-Weight percent gain

نتایج بدست آمده با استفاده از طرح کاملاً تصادفی متعادل تحت آزمون فاکتوریل با دو فاکتور شدت تیمار استیلایون و مقدار چسب تجزیه و تحلیل و در صورت معنی دار شدن اثر هر یک از عواملها، از آزمون دانکن برای مقایسه میانگینها استفاده شد تا برترین آنها شناسایی شوند.

### نتایج

#### خصوصیات فیزیکی

جدول ۲ نتایج حاصل از اثر سطوح مقدار چسب مصرف شده و شدت تیمار استیلایون بر خصوصیات فیزیکی تخته‌های آزمونی را نشان می‌دهد.

کلیماتیزه شدن در شرایط استاندارد، کناره‌بری شدند. نمونه‌های آزمونی مورد نیاز برای اندازه‌گیری ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها با استفاده از استاندارد ۶۸۷۶۱ DIN بریده شدند. جرم مخصوص و رطوبت تعادل با استفاده از استاندارد DIN ۲۵۳۶۱ و درصد جذب آب و واکنشیدگی ضخامت با استفاده از استاندارد DIN ۶۸۷۶۳ اندازه‌گیری شدند.

مقاومت به خمش استاتیک و مدول الاستیسیته تخته‌ها طبق استاندارد DIN ۵۲۳۶۲ و چسبندگی داخلی آنها طبق استاندارد ASTM-D1037 اندازه‌گیری و محاسبه شد.

جدول ۲- میانگین مقادیر خصوصیات فیزیکی تخته‌های آزمونی در تیمارهای مختلف

شدت استیلایون شدن (%)	مقدار چسب (%)	جرم مخصوص (g/cm <sup>3</sup> )	رطوبت تعادل (%)	واکنشیدگی ضخامت بعد از	
				۲۴ ساعت (%)	۲ ساعت (%)
۸	۰/۷۰	۰/۷۰	۷/۴۷	۱۶/۸۳	۲۷/۲۵
۱۰	۰/۷۲	۰/۷۲	۶/۹۷	۱۳/۰۵	۲۲/۰۵
۸	۰/۶۷ (۴/۳)*	۰/۶۷ (۴/۳)*	۷/۲۷ (۲/۷)	۱۵/۲ (۹/۵)	۲۵/۷ (۵/۹)
۱۰	۰/۶۹ (۴/۲)	۰/۶۹ (۴/۲)	۶/۷۶ (۳/۱)	۱۱/۳ (۱۴/۷)	۲۰/۲ (۸/۳)
۸	۰/۶۲ (۱۱/۴)	۰/۶۲ (۱۱/۴)	۶/۴۵ (۱۳/۶)	۱۳/۶ (۱۹/۶)	۲۱/۵ (۲۱)
۱۰	۰/۶۵ (۹/۷)	۰/۶۵ (۹/۷)	۵/۹۰ (۱۵/۳)	۸/۱ (۳۸/۲)	۱۶/۲ (۲۶/۶)

\* اعداد داخل پرانتز نشان دهنده درصد کاهش ویژگی نسبت به مقدار تیمار شاهد (با درصد چسب مشابه) می‌باشند.

چسب مصرفی بر خصوصیات فیزیکی تخته‌های آزمونی را نشان می‌دهد.

جدول ۳ نتایج آزمون تجزیه واریانس در مورد اثر مستقل و متقابل دو عامل شدت تیمار استیلایون و مقدار

جدول ۳- تجزیه واریانس شدت تیمار استیلاسیون و چسب مصرفی بر خصوصیات فیزیکی تخته‌های آزمونی

منبع تغییرات		جرم مخصوص		رطوبت تعادل		جذب آب بعد از ۲۴ ساعت		واکسیدگی ضخامت بعد از ۲۴ ساعت	
F	df	F	df	F	df	F	df	F	df
۲	۲	۳۶۸/۸۱۰ *	۲	۳۳۲۵/۳۳۲ *	۲	۲۸۰/۹۳۵ *	۲	۲۰۴/۵۱۱ *	
۱	۱	۲۳۶/۱۲۴ *	۱	۲۲۰۹/۱۶۰ *	۱	۵۸۵/۰۷۰ *	۱	۴۹۴/۳۰۶ *	
۲	۲	۳/۵۷۲ *	۲	۲/۱۸۸ n	۲	۱۳/۱۹۲ *	۲	۰/۱۳۳ n	

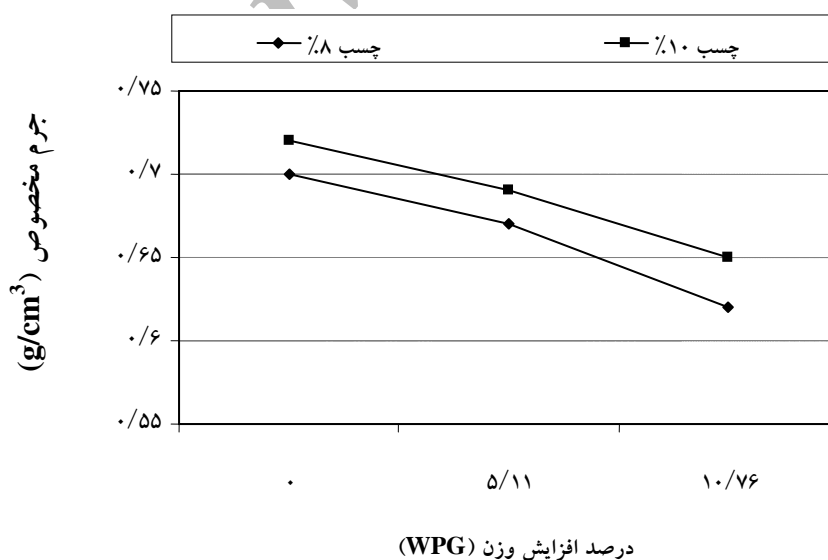
\*معنی دار در سطح ۵ درصد n معنی دار نیست

## جرم مخصوص

نتایج بدست آمده از اندازه‌گیری این ویژگی نشان دادند که اثر شدت تیمار استیلاسیون و میزان چسب بر جرم مخصوص تخته‌ها معنی‌دار است (جدول ۳). همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود با افزایش شدت تیمار استیلاسیون، جرم مخصوص تخته‌ها کاهش می‌یابد، دلیل این امر افزایش حجم دیواره سلول (Baulking effect) چوبی همرا با سخت شدن این دیواره است که بر اثر جایگزینی گروه‌های آبگریز استیل به جای گروه‌های هیدروکسیل رخ داده است. از آنجا که فشار اعمال شده در پرس برای

ساخت تخته‌ها ثابت بوده است، سختی پدید آمده در دیواره سلولی موجب کاهش ضریب فشردگی تخته‌ها شده و در نتیجه جرم مخصوص آنها در مقایسه با تیمارهای شاهد کاهش یافته است (جدول ۲).

افزایش مقدار چسب از ۸ به ۱۰ درصد، سبب افزایش جرم مخصوص تخته‌ها می‌شود، زیرا با افزایش مقدار چسب، مقدار ماده موجود در واحد حجم تخته‌ها بیشتر شده و در نتیجه جرم مخصوص افزایش می‌یابد (جدول ۲ و شکل ۱).



شکل ۱- اثر تیمار استیلاسیون و درصد چسب بر جرم مخصوص تخته‌ها

## رطوبت تعادل

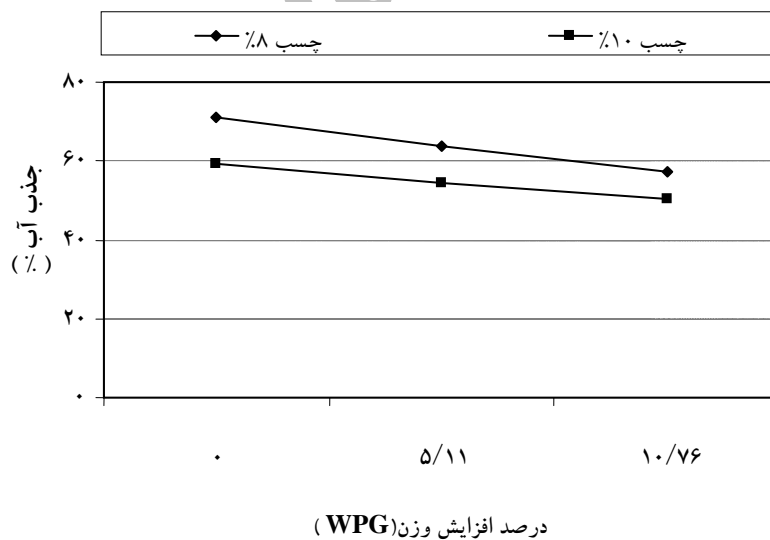
## جذب آب

نتایج بدست آمده از اندازه‌گیری این ویژگی نشان داد که اثر شدت تیمار استیلایسیون و مقدار چسب بر جذب آب تخته‌ها بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب نیز معنی‌دار بوده است (جدول ۲). با افزایش شدت تیمار استیلایسیون و مقدار چسب مصرفی، میزان جذب آب تخته‌ها کاهش می‌یابد (شکل ۳). چرا که از یک طرف گروه‌های استیل به جای گروه‌های آب‌دوست هیدروکسیل بسپارهای دیواره سلول چوبی مستقر شده اند و از طرف دیگر با افزایش مقدار چسب، سطح بیشتری از خرده‌های چوب بوسیله آن پوشانده شده است که موجب کاهش میزان نفوذ آب در تخته‌ها و درنهایت جذب آب کاهش می‌یابد.

جدول ۳ نشان می‌دهد که اثر شدت تیمار استیلایسیون و مقدار چسب بر رطوبت تعادل تخته‌ها معنی‌دار است. با افزایش شدت تیمار استیلایسیون، رطوبت تعادل تخته‌ها کاهش یافته که این امر به دلیل حضور گروه‌های آبگریز استیل به جای گروه‌های آب‌دوست هیدروکسیل می‌باشد و به همین خاطر مقدار رطوبتی که می‌تواند در دیواره سلولی جای بگیرد، کاهش می‌یابد.

با افزایش مقدار چسب، رطوبت تعادل تخته‌ها کاهش یافته است که این خود به دلیل توزیع بیشتر چسب در واحد سطح خرده‌های چوب و کاهش نفوذ رطوبت به داخل آنها می‌باشد، ضمن اینکه با افزایش میزان چسب از تعداد گروه‌های هیدروکسیل آزاد (که امکان برقراری پیوند هیدروژنی با مولکولهای آب را دارند) کاسته می‌شود.

لازم به یادآوری است که اثر متقابل شدت استیلایسیون و مقدار چسب بر رطوبت تعادل تخته‌های آزمون معنی‌دار نیست.



شکل ۲- اثر تیمار استیلایسیون و درصد چسب بر جذب آب پس از ۲۴ ساعت

## واکشیدگی ضخامت

همان گونه که در جدول ۳ مشاهده می شود شدت تیمار استیلاسیون و مقدار چسب مصرفی بر واکشیدگی ضخامت تخته ها اثر معنی داری داشته است. افزایش شدت تیمار استیلاسیون و مقدار چسب، میزان واکشیدگی ضخامت تخته ها را کاهش داده است (جدول ۲)، زیرا جایگزینی تعداد بیشتر گروه های آب گریز استیل به جای گروه های آب دوست هیدروکسیل از یک سو و افزایش

سطح پوشش خرده های چوب بوسیله چسب بیشتر از سوی دیگر جذب آب تخته ها را کاهش داده و در نتیجه ثبات ابعاد تخته ها بیشتر می گردد.

## خصوصیات مکانیکی

جدول ۴ نتایج حاصل از اثر مقدار چسب مصرف شده و شدت تیمار استیلاسیون بر خصوصیات مکانیکی تخته های آزمونی را نشان می دهد.

جدول ۴ - میانگین مقادیر خصوصیات مکانیکی تخته های آزمونی در تیمارهای مختلف

شدت استیله شدن (%)	مقدار چسب (%)	جرم مخصوص (g/cm <sup>3</sup> )	مدول گسیختگی (MPa)	مدول الاستیسیته (MPa)	چسبندگی داخلی (MPa)
صفر	۸	۰/۷۰	۱۷/۴۹	۱۹۱۷/۷۲	۰/۱۴
	۱۰	۰/۷۲	۱۸/۰۵	۲۱۸۵/۳۷	۰/۲۱
۵/۱۱	۸	۰/۶۷ (۴/۳)*	۱۲/۰۳ (۳۱/۲)	۱۵۱۳/۰۸ (۲۱/۱)	۰/۱۳(۸)
	۱۰	۰/۶۹ (۴/۲)	۱۲/۴۵ (۳۴/۴)	۱۶۳۰/۲۹ (۲۵/۵)	۰/۱۷ (۱۶/۷)
	۸	۰/۶۲ (۱۱/۴)	۹/۶۲ (۴۹/۷)	۱۲۴۸/۴۳ (۳۴/۹)	۰/۱۰ (۲۷)
۱۰/۷۶	۱۰	۰/۶۵ (۹/۷)	۱۰/۳۱ (۴۲/۹)	۱۵۱۶/۶۵ (۳۰/۶)	۰/۱۳ (۴۰)

\* اعداد داخل پرانتز نشان دهنده درصد کاهش ویژگی نسبت به مقدار تیمار شاهد (با درصد چسب مشابه) می باشند

مقدار چسب مصرفی بر خصوصیات مکانیکی تخته های آزمونی را نشان می دهد.

جدول ۵ نتایج آزمون تجزیه واریانس در مورد اثر مستقل و متقابل دو عامل شدت تیمار استیلاسیون و

جدول ۵- اثر مستقل و متقابل شدت تیمار استیلاسیون و چسب مصرفی بر خصوصیات مکانیکی تخته های آزمونی

IB		MOE		MOR		منبع تغییرات
F	df	F	df	F	df	
۲۷۲/۷۲۳ *	۲	۵۱/۴۱۰ *	۲	۹۱/۸۸۵ *	۲	شدت استیلاسیون
۴۷۰/۰۳۰ *	۱	۱۵/۳۶۴ *	۱	۰/۵۳۶ n	۱	مقدار چسب
۳۸/۴۸۶ *	۲	۸۱۸/۰ n	۲	۰/۳۱۵ n	۲	شدت استیلاسیون و مقدار چسب

\*، معنی دار در سطح ۵ درصد n، معنی دار نیست.

## مقاومت به خمش استاتیک (MOR)

نتایج بدست آمده از اندازه گیری این ویژگی نشان دادند که اثر شدت تیمار استیلاسیون بر مقاومت خمشی معنی دار است (جدول ۵). با افزایش شدت تیمار

استیلاسیون، مقاومت خمشی تخته ها کاهش می یابد. علت این امر به خاطر جایگزینی گروه های آب گریز و غیرقطبی استیل به جای گروه های آب دوست هیدروکسیل است که از برقراری پیوند هیدروژنی بخشهای استیله شده با

**چسبندگی داخلی (IB)**

نتایج بدست آمده از اندازه‌گیری این ویژگی نشان دادند که اثر شدت تیمار استیل‌اسیون و مقدار چسب بر چسبندگی داخلی (مقاومت در برابر کشش عمود بر سطح) تخته‌ها معنی‌دار بوده است (جدول ۵)، به طوری که با افزایش شدت تیمار استیل‌اسیون، چسبندگی داخلی تخته‌ها کاهش می‌یابد. چرا که با جایگزینی گروه‌های آب‌گریز و غیرقطبی استیل با گروه‌های هیدروکسل برقراری پیوند هیدروژنی بخشهای استیله شده با مولکولهای آبدوست و قطبی چسب کاهش یافته و در نتیجه از قدرت چسبندگی آن کاسته شده و موجب کاهش چسبندگی داخلی تخته‌ها نیز می‌گردد (شکل ۴). این در حالی است که با افزایش مقدار چسب از ۸ به ۱۰ درصد، میزان چسبندگی داخلی تخته‌ها افزایش یافته است. لازم به یادآوری است که اثر متقابل شدت تیمار استیل‌اسیون و مقدار چسب بر چسبندگی داخلی در سطح ۵ درصد معنی‌دار بوده که نشان می‌دهد که افزایش شدت تیمار استیل‌اسیون علی‌رغم افزایش مقدار چسب باز هم باعث کاهش چسبندگی داخلی تخته‌ها می‌شود (شکل ۴).

مولکولهای قطبی چسب ممانعت بعمل آورده و از قدرت چسبندگی چسب کاسته می‌شود (جدول ۴).

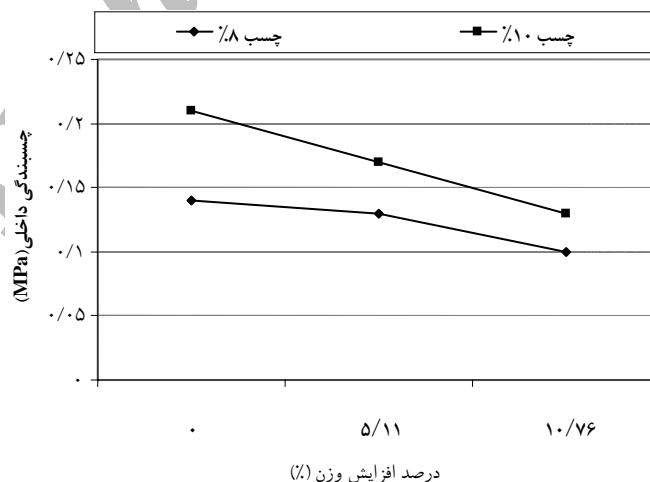
لازم به یادآوری است که اثر مقدار چسب و اثر متقابل مقدار چسب و شدت تیمار استیل‌اسیون بر مقاومت خمشی تخته‌ها معنی‌دار نبود.

**مدول الاستیسیته (MOE)**

جدول ۵ نشان می‌دهد که اثر شدت تیمار استیل‌اسیون و مقدار چسب مصرفی بر مدول الاستیسیته تخته‌ها نیز معنی‌دار است. با افزایش شدت تیمار استیل‌اسیون، مدول الاستیسیته تخته‌های آزمون کاهش می‌یابد، علت این امر به خاطر جایگزینی گروه‌های آب‌گریز و غیرقطبی استیل با گروه‌های آبدوست هیدروکسل است که باعث کاهش تشکیل پیوندهای هیدروژنی و در نتیجه موجب کاهش مدول الاستیسیته تخته‌ها می‌گردد (جدول ۴).

افزایش مقدار چسب از ۸ به ۱۰ درصد، استحکام ذرات خرده چوب بهم بیشتر شده و در نتیجه میزان MOE تخته‌ها افزایش می‌یابد.

نتایج تجزیه واریانس نشان دادند که اثر متقابل شدت تیمار استیل‌اسیون و مقدار چسب بر مدول الاستیسیته تخته‌ها معنی‌دار نیست.



شکل ۳- اثر تیمار استیل‌اسیون و درصد چسب بر چسبندگی داخلی (IB)



## بحث و نتیجه‌گیری

### خصوصیات فیزیکی

نتایج حاصل از این تحقیق، نشان دادند که با افزایش شدت تیمار استیلاسیون و مقدار چسب، جذب آب و نیز واکنشیدگی ضخامت تخته‌ها به مقدار قابل توجهی کاهش می‌یابند به نحوی که مقادیر جذب آب و واکنشیدگی ضخامت تخته‌های حاوی خرده چوب‌ها با افزایش وزن ۱۰/۷۶ درصد و مقدار ۱۰ درصد چسب، پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب بترتیب ۵۰/۳ درصد و ۱۶/۲ درصد بود، در حالی که این مقادیر در تخته‌های شاهد که با مقدار ۱۰ درصد چسب ساخته شده‌اند بترتیب ۵۹/۱ درصد و ۲۲/۱ درصد بوده است. استاندارد ملی ۲۴۹۲ مقادیر مجاز جذب آب و واکنشیدگی ضخامت برای این گونه تخته‌ها را به ترتیب ۶۵ و ۱۸ درصد تعیین نموده است. دلیل اساسی کاهش جذب آب بر اثر استیلاسیون به جایگزین شدن گروه‌های آب‌گریز استیل به جای گروه‌های آب دوست هیدروکسیل بسپارهای سازنده دیواره سلول‌های چوبی باز می‌گردد به نحوی که با افزایش شدت تیمار استیلاسیون، جذب آب تخته‌ها نیز کمتر می‌گردد. واکنشیدگی ضخامت تخته‌ها نیز که تحت تأثیر جذب رطوبت اتفاق می‌افتد در اثر این تیمار شیمیایی کمتر می‌شود. همچنین با افزایش مقدار چسب، سطح پوشش یافته خرده‌های چوب توسط آن بیشتر شده و باعث کاهش میزان نفوذ آب در تخته‌ها و واکنشیدگی ضخامت می‌شود. Okino و همکاران (۲۰۰۳)، Chow و همکاران (۱۹۹۶) و Rowell و Youngquist (۱۹۸۶) نیز به نتایج مشابهی در این زمینه دست یافتند.

### خصوصیات مکانیکی

براساس نتایج بدست آمده، تیمار استیلاسیون بر مدول گسیختگی، مدول الاستیسیته و چسبندگی داخلی تخته‌ها اثر کاهنده داشته و با افزایش شدت این تیمار مقاومت‌های

یاد شده بیشتر کاهش می‌یابند. با افزایش مقدار چسب مصرفی مقاومت‌های مکانیکی مورد اشاره افزایش می‌یابند. به طوری که در تخته‌های ساخته شده با مقدار ۱۰ درصد چسب و شدت استیلاسیون ۱۰/۷۶ درصد، مقدار مقاومت‌های مکانیکی آنها شامل مدول گسیختگی، مدول الاستیسیته و چسبندگی داخلی به ترتیب برابر ۱۰/۳۱، ۱۵۱۷ و ۰/۱۳ مگاپاسکال می‌باشد. این در حالی است که خصوصیات مکانیکی یاد شده برای تخته‌های شاهد که با مقدار ۱۰ درصد چسب ساخته شده‌اند به ترتیب برابر ۱۸/۱، ۲۱۸۵ و ۰/۲۱ مگاپاسکال بوده است. شایان یادآوری است که استاندارد ملی ۲۴۹۲، حد مجاز مدول گسیختگی و چسبندگی داخلی این گونه تخته‌ها را به ترتیب ۱۵ و ۰/۴ مگاپاسکال تعیین نموده است.

همان‌طور که مشاهده می‌شود انجام تیمار استیلاسیون، مقدار مقاومت‌های مکانیکی تخته‌ها را کاهش و از حد تعیین شده در استانداردهای ملی ۲۴۹۲ و EN-312 برای این گونه تخته‌ها پایین تر آورده است.

Rowell (۲۰۰۵)، FPL-GTR-113 T (۱۹۹۹)، Rowell و Keaney (۱۹۹۱)، Chow و همکاران (۱۹۹۶) و Rowell و همکاران (۱۹۸۹) نیز به کاهش مقاومت‌های مکانیکی در اثر تیمار استیلاسیون اشاره کردند. بعلاوه چون در ساختار تخته‌های آزمون از خرده چوب ناشی از سرشاخه‌های باغی به مقدار بسیار زیاد (۶۰ درصد وزن کل خرده چوب‌ها) و گونه‌های سنگین جنگلی استفاده شده است، لذا این امر در کاهش کلی مقاومت‌ها نیز موثر بوده است به گونه‌ای که اثر این عامل بر ویژگی‌های تخته‌های شاهد نیز دیده می‌شود (جدول‌های ۲ و ۴). نتایج تحقیقات پیشین نیز این مورد را تأیید می‌کنند (دوست حسینی و خادمی اسلام، ۱۳۷۲؛ عنایتی، ۱۳۷۵؛ طبرسا و محمدی، ۱۳۸۲).

به طور کلی می‌توان نتیجه‌گیری کرد که در اثر تیمار استیلاسیون، خصوصیات فیزیکی تخته‌ها بهبود و مقاومت‌های مکانیکی آنها کاهش می‌یابند. بنابراین با توجه

- ۵- محبی، ب.، ۱۳۸۲. حفاظت و اصلاح چوب (جزوه درسی)، دانشکده منابع طبیعی نور، دانشگاه تربیت مدرس.
- ۶- ویلکینسون، ژ.ک.، پارسا پژوه، د.، فائزی پور، م و تقی یاره، ح.، ۱۳۷۵. حفاظت صنعتی چوب، انتشارات دانشگاه تهران. ۶۵۷ صفحه.
- 7- Chow, P., J.A. Youngquist., R.M. Rowell., J. H. Muehl and A. M. Krzysik, 1996. Properties of hardboard made from acetylated Aspen and Southern Pine Pole, Wood and Fiber Science, 28(02): 252-258.
- 8- Forest Product Laboratory, 1999. Wood handbook, Wood as an engineering material. FPL- GTR- 113. Ch. 9.P. G
- 9- Mohebbi, B, 2003. Biological attack of acetylated wood. Ph.D. Theis. Univ.Göttingen.
- 10-Okino, Y.A, 2003. Evaluation of the physical and biological Properties of particleboard and flakeboard made from Cupressus spp, International Biodeterioration and Biodegradation, 53:1-5.
- 11-Papadopoulos, A.N., 2003. Dimensional Stabilization and Strength of particleboard by chemical modification with propionic anhydride. Holz als Roh-und werkstoff, 61: 142-144.
- 12-Rowell, R.M., 2005. Handbook of wood chemistry and wood composites. CRC press Lcc. Ch. 14. P.410.
- 13-Rowell, R.M., Y.Imamura, S. Kawai and M.Norimoto, 1989. Dimensional stability, decay resistant and mechanical properties of veneer-faced low-density particleboard made from acetylated wood, Wood and fiber science, 21(1): 67-79.
- 14-Rowell, R.M. and F.M. keany, 1991. Fiberboard made from acetylated baggasse fiber, wood and fiber science, 23(1):15-22.
- 15-Rowell, R.M and J.A. Youngquist, 1986. Mechanical properties and dimensional stability of acetylated Aspen flakeboard, Holz als Roh. Und werkstoff, 44: 453-457.

به اثر مثبت چسب، می توان چنین بیان نمود که در این بررسی بهترین نتایج مربوط به تخته های حاوی خرده های چوب استیله شده با افزایش وزن ۵/۱۱ درصد و مقدار چسب ۱۰ درصد بوده است، چرا که تخته های این تیمار هم از لحاظ خصوصیات فیزیکی و هم از نظر مقاومتهای مکانیکی نتایج قابل قبولی را نشان داده اند.

### منابع مورد استفاده

- ۱- دوست حسینی، ک.، ۱۳۸۰. فناوری تولید و کاربرد صفحات فشرده چوبی، انتشارات دانشگاه تهران، ۶۴۸ صفحه.
- ۲- دوست حسینی، ک و خادمی اسلام، ح.، ۱۳۷۲. بررسی استفاده صنعتی از منابع لیگنوسلولزی ایران. ۱- استفاده از سرشاخه درختان میوه در صنایع تخته خرده چوب، مجله منابع طبیعی ایران، شماره ۴۶، صفحه ۷۷-۶۳.
- ۳- طبرسات و موحدی، ع.، ۱۳۸۲. امکان سنجی استفاده از سرشاخه های بادام در صنعت تخته خرده چوب، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، سال دهم، شماره سوم، صفحه ۶۲-۵۳.
- ۴- عنایتی، ع.ا.، ۱۳۷۵. بررسی امکان استفاده از چوب سرشاخه و تنه درختان مرکبات در ساخت تخته خرده چوب، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، سال سوم، شماره ۱، صفحه ۳۹-۲۸.

## Effect of Acetylation on Physical and Mechanical Properties of Particleboard

Khosravani, Y.<sup>1</sup>, Enayati, A.A.<sup>2</sup>, Karimi, A.N.<sup>2</sup> and Mohebbi, B.<sup>3</sup>

1-B.Sc. Scholar, Wood and Paper Science & Technology

2-Assoc.Prof., Natural Resources Faculty of Tehran University

3- Assis.Prof., Natural Resources and Marine Science Faculty of Modarres University

### Abstract

The effects of different levels of wood particles acetylation and resin content on the physical and mechanical properties of particleboard were investigated. Boards were made within 6 treatments at three different levels of acetyl content (WPGs of 0%, 5.11% and 10.76 %) and two levels of resin content (8 and 10 %).

The results indicated that by increasing the level of particles acetylation, the density of boards was reduced whereas resin content increased this property. Equilibrium moisture content, water absorption and thickness swelling of the boards were reduced by 15.3%, 26.6% and 14.9%, respectively under optimum conditions as compared with control samples at higher acetylation levels and resin contents.

MOR, MOE and IB decreased by increasing acetylation level but increasing resin content from 8 to 10 %, improved mechanical properties except for MOR which was not significantly affected by resin content.

The result of this research have indicated that using 5.11% acetylation level and 10% resin content, it is possible to produce particleboard having enhanced physical properties with negligible loss of mechanical properties.

**Keywords:** Particleboard, Acetylation, Urea Formaldehyde Resin, Physical, properties, Mechanical properties, Acetic anhydride.

Archive of SID