

## ساخت تخته خرده چوب با استفاده از ضایعات پشت لای چوب راش

امیر نوربخش<sup>۱</sup>، عبدالرحمن حسین زاده<sup>۱</sup>، کاظم دوست حسینی<sup>۲</sup>

ابوالفضل کارگرفرد<sup>۱</sup> و مازیار رادکیان پور<sup>۳</sup>

### چکیده

در این بررسی استفاده از ضایعات پشت لای چوب راش در صنایع تخته خرده چوب با عوامل مورد بررسی شامل عوامل متغیر: درصد رزین: ۹، ۱۰ و ۱۱ درصد، درجه حرارت پرس: ۱۶۵ و ۱۷۵ درجه سانتیگراد، زمان پرس: ۵ و ۶ دقیقه و درصد هاردنر: ۱/۵ و ۲/۵ درصد به عنوان عوامل متغیر در نظر گرفته شده است.

پس از ساخت تخته‌های آزمایشگاهی ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها مطابق با استاندارد DIN آلمان اندازه گیری شده است. با استفاده از طرح آماری فاکتوریل کاملاً تصادفی نتایج مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند.

با در نظر گرفتن نتایج بدست آمده چنین استنباط می‌گردد که شرایط مطلوب جهت ساخت تخته خرده چوب از ضایعات پشت لای چوب راش در شرایط استفاده از ۱۱ درصد چسب اوره - فرم آلدئید، زمان پرس ۶ دقیقه، حرارت پرس ۱۷۵ درجه سانتیگراد و میزان مصرف هاردنر ۲/۵ درصد بدست آمده است.

**واژه‌های کلیدی:** تخته خرده چوب، چوب راش، ضایعات پشت لای، زمان پرس، درجه حرارت پرس، درصد هاردنر، درصد چسب

---

۱- اعضا هیات علمی مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع صندوق پستی ۱۱۶-۱۳۱۸۵ تهران، ایران [nour@rifr-ac.ir](mailto:nour@rifr-ac.ir)

۲- استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

۳- کارشناس ارشد رشته علوم و صنایع چوب و کاغذ

**مقدمه :**

کمبود منابع اولیه چوبی، افزایش رشد جمعیت، نیاز جامعه به محصولات مختلف چوبی، محدودیت سطح جنگلها و لزوم حفاظت از منابع طبیعی و تجدید شونده استفاده از منابع اولیه لیگنوسلولزی را تحت تاثیر خود قرار داده است. افزایش تقاضا برای محصولات مرکب چوبی از جمله نخسته خرده چوب، نخسته فیبر با دانسیته متوسط، نخسته‌های مختلف چوبی روز بروز در حال فزونی می‌باشد. تولید انواع فرآورده‌های مرکب چوبی از مواد لیگنوسلولزی اعم از چوب، ضایعات کشاورزی و کارخانه‌های صنایع چوب امکان پذیر می‌باشد.

صنایع محصولات چوبی دارای طیف گسترده ای از مواد اولیه مورد استفاده می‌باشد. از جمله این مواد می‌توان به ضایعات لیگنوسلولزی چوبی کارخانه‌های صنایع چوب کشور اشاره نمود.

در این زمینه تحقیقات گسترده ای در ایران و سایر نقاط دنیا صورت گرفته است. عواملی از قبیل ماده اولیه، ابعاد و شکل ذرات، نوع و مقدار رزین، نحوه پراکنش رطوبت کیک خرده چوب، جرم ویژه نخسته، زمان پرس، فشار پرس، درجه حرارت پرس و... از جمله مهمترین عوامل موثر در کیفیت نخسته خرده چوب می‌باشد. تورعی (۱۳۷۲) استفاده از ضایعات روکش راش را در ساخت نخسته خرده چوب مورد توجه قرار داده است. نتایج بررسی این تحقیق نشان داده است که نخسته‌هایی که دارای ابعاد ذرات بالاتر و جهت یافته هستند دارای کیفیت فیزیکی و مکانیکی بالاتری هستند. همچنین وی عنوان داشته است که دمای مطلوب جهت ساخت نخسته خرده چوب در ۱۸۰ درجه سانتیگراد بدست آمده است. دوست حسینی (۱۳۶۵) تاثیر مقدار مصرف رزین اوره - فرم آلدئید و رطوبت کیک خرده چوب را بر خواص نخسته‌های ساخته شده از چوب گز مورد مطالعه قرار داده است. نتایج این بررسی نشان داده است که افزایش مصرف رزین از ۹ به ۱۳ درصد باعث افزایش مقاومت خمشی و مدول

الاستیسیته شده و همچنین میزان واکشیدگی ضخامت و جذب آب نیز کاهش یافته بود. Shuler (۱۹۷۱) استفاده از ضایعات چوب را در ساخت تخته خرده چوب مورد بررسی قرار داده است. وی تخته‌های آزمایشگاهی را با مقادیر مختلف رزین (۲ تا ۱۲ درصد) ساخته است و ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی را مورد آزمون قرار داده است. نتایج این بررسی نشان داده است که مدول الاستیسیته و مدول گسیختگی تخته‌ها با افزایش مصرف رزین بیش از ۵ درصد تغییری نداشته است. وی عنوان می‌کند که افزایش مصرف رزین از ۱۰ به ۱۲ درصد باعث افزایش جزیی در میزان مقاومتها شده است. Roffael (۱۹۸۷) در بررسی خود بر روی تاثیر شرایط خشک شدن ذرات چوب بر خواص فیزیکی و مکانیکی تخته خرده چوب ساخته شده از چوب کاج با چسبهای اوره - فرم آلدئید و ایزوسیانات عنوان می‌کند که خواص چسبندگی داخلی با شرایط خشک شدن شدید کاهش می‌یابد. وی همچنین بیان می‌دارد که اسیدیته و ظرفیت بافر کنندگی ذرات خرده چوب در شرایط اسیدی افزایش می‌یابد که باعث تغییرات زیاد در خواص مکانیکی می‌گردد. جهان لئیاری (۱۳۷۵) در بررسی‌ایی که بر روی ساخت تخته خرده چوب از ضایعات نخل انجام داده است عنوان می‌کند که با توجه به اینکه ظرفیت بافر کنندگی نخل زیاد بوده است افزایش در میزان مصرف هاردنر باعث افزایش میزان چسبندگی داخلی شده است. کاشانی زاده (۱۳۶۸) در بررسی خود بر روی استفاده از ضایعات روکش راش در صنایع تخته خرده چوب عنوان کرد که افزایش رطوبت کیک خرده چوب تا حد ۱۴ درصد باعث بهبودی مقاومتهای خمشی و برشی و همچنین افزایش پایداری ابعاد می‌گردد. وی گزارش کرده است که دمای مناسب تحت این ویژگیها در حد ۱۷۵ درجه سانتیگراد مناسب می‌باشد. Iwashita (۱۹۷۶) در بررسی خود اثر مواد استخراجی گونه‌های استوایی را بر روی تخته خرده چوب مورد مطالعه قرار داده است. وی نتیجه گیری می‌کند که برای گونه‌هایی که

دارای pH قلیایی لازم هستند می‌توان مقدار هاردنر بیشتری استفاده نمود که سبب خنثی نمودن اثر منفی pH می‌گردد.

Beech ( ۱۹۷۵ ) واکشیدگی ضخامت نخسته خرده چوب را مورد بررسی قرار داده است. وی اثرات جهت الیاف خرده چوب، نوع گونه مصرفی، درصد چسب و شرایط پرس را مورد نظر قرار داده بود. نتایج بررسیهای وی نشان می‌دهد که واکشیدگی ضخامت قابل برگشت و غیر قابل برگشت با افزایش درصد چسب کاهش یافته بود. واکشیدگی ضخامت قابل برگشت با نوع گونه چوبی و جهت الیاف دارای اثرات مختلفی بوده است. دمای مناسب جهت کاهش میزان واکشیدگی ضخامت در ۱۶۰ درجه سانتیگراد بدست آمده است.

هدف از این بررسی استفاده از ضایعات پشت لای چوب راش کارخانه‌های صنایع چوب در تولید نخسته خرده چوب می‌باشد. اهدافی نیز به عنوان اهداف فرعی در این بررسی مورد توجه قرار می‌گیرد که شامل ویژگیهای مناسب و کاربردی نخسته‌های ساخته شده می‌باشد.

### مواد و روشها

عوامل مورد بررسی در این بررسی شامل عوامل متغیر و ثابت بوده است. عوامل متغیر :

- درصد رزین : ۹، ۱۰ و ۱۱ درصد
- درجه حرارت پرس : ۱۶۵ و ۱۷۵ درجه سانتیگراد
- زمان پرس : ۵ و ۶ دقیقه
- درصد هاردنر : ۱/۵ و ۲/۵ درصد

### عوامل ثابت :

در این بررسی عواملی چون نوع گونه چوبی ( ضایعات پشت لای چوب راش )، ابعاد خرده چوب، درجه حرارت پرس، ضخامت تخته ( ۱۵ میلیمتر )، دانسیته تخته ( ۰/۷ گرم بر سانتیمتر مکعب )، فشار پرس ( ۳۰ کیلو گرم بر سانتیمتر مربع ) و سایر عوامل دیگر ساخت، ثابت فرض شدند.

**تهیه و آماده سازی خرده چوب:** خرده چوب از ضایعات پشت لای چوب درختان راش تهیه گردیدند. چوبهای حاصل پس از انتقال به آزمایشگاه با استفاده از یک خردکن غلطکی از نوع Pallmann به خرده چوب تبدیل شده و بلافاصله با استفاده از یک پوشالکن حلقوی<sup>۱</sup> به پوشال قابل استفاده در ساخت تخته خرده چوب تبدیل شدند.

برای بدست آوردن خرده چوبهای با ابعاد مناسب لازم بود تاخرده چوبهای خارج شده از پوشالکن حلقوی، الک گردد. بدین منظور خرده چوبهای مورد نظر از دو الک با منافذ درشت و ریز گذرانده شدند. سپس با استفاده از یک دستگاه خشککن گردان با سرعت ۳ دور در دقیقه به خشک کردن خرده چوبها اقدام گردید که پس از هر بار تخلیه، ۳ نمونه رطوبتی برای تعیین مقدار رطوبت خرده چوبها تهیه و بعد خرده چوبهای خشک شده در کیسه های پلاستیکی مقاوم و غیرقابل نفوذ بسته بندی گردیدند. رطوبت نهایی خرده چوبها قبل از چسب زنی حدود ۱ درصد بود.

**اندازه گیری و توزین خرده چوبها بر حسب درصد اختلاط :** پس از بسته بندی خرده چوبها، محاسبات لازم برای ساخت هر تخته انجام گرفت و با توجه به مقدار مصرف خرده چوب و چسب، مقدار لازم خرده چوب برای ساخت هر تخته تعیین

<sup>۱</sup> - Ring Flaker

گردید. خرده چوب لازم در نایلونهای مقاوم به جذب رطوبت، توزین و بسته‌بندی گردیدند.

**چسب‌زنی و تشکیل کیک خرده چوب:** برای چسب‌زنی خرده‌چوبها از یک دستگاه چسب‌زن آزمایشگاهی استفاده گردید. عمل چسب‌زنی به حالت افقی و با سرعت چرخش ۲۰ دور در دقیقه انجام گردید. محلول چسب به همراه کاتالیزور سخت‌کننده به وسیله یک نازل با استفاده از هوای فشرده به داخل محفظه چسب‌زن پاشیده شد و با خرده چوبهای داخل آن مخلوط گردید. برای شکل دادن کیک خرده چوب از یک قالب چوبی به ابعاد  $۲۰ * ۴۰ * ۴۰$  سانتیمتر استفاده گردید. برای این منظور بعد از مرحله چسب‌زنی، مقدار خرده چوب چسب‌زنی شده لازم برای ساخت تخته با استفاده از یک ترازو و با دقت ۱ گرم توزین گردید، و سپس اقدام به پاشیدن آن در داخل قالب به صورت یکنواخت شد. برای ایجاد یکنواختی در ضخامت کیک تشکیل شده در داخل قالب، از خطوط افقی موجود بر روی بدنه داخلی آن، استفاده گردید.

**پرس کردن کیک خرده چوب:** پرس آزمایشگاهی از نوع هیدرولیکی Burkle L 100 با قطر پیستون ۲۰ سانتیمتر و ابعاد  $۵۰ * ۵۰$  سانتیمتر، سیستم حرارتی آن از نوع الکتریکی و مجهز به سیستم خنک‌کننده آب سرد و تنظیم حرارت، فشار و زمان پرس به طور خودکار بودند. پس از تشکیل کیک و قرار دادن شابلونهای فلزی در کناره‌های آن، صفحات فلزی حامل کیک تحت فشار ۳۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع قرار داده شدند. سرعت بسته شدن پرس  $۴/۵$  میلیمتر در ثانیه بود که پس از طی شدن زمان پرس، خروج تخته به وسیله دست انجام گرفت.

تهیه نمونه‌های آزمونی: پس از ساخت تخته‌های آزمایشگاهی، برای رسیدن به رطوبت تعادل آنها را به مدت ۲ هفته در محیط آزمایشگاه قرار داده و آنگاه براساس استاندارد **DIN-68763** برش داده شدند. آنگاه بر روی نمونه‌های آزمونی آزمایش مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته خمشی، چسبندگی داخلی و واکنشیدگی ضخامت پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه وری در آب بعمل آمد (جدول شماره ۱).

جدول شماره ۱- ابعاد و تعداد نمونه‌های آزمونی در هر تکرار و هر تیمار

ویژگی	مشخصات	ابعاد (میلیمتر)	تعداد نمونه در هر تخته	تعداد تیمار
مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته		۲۵۰*۵۰*۱۵	۴	۱۲
مقاومت چسبندگی داخلی		۵۰*۵۰*۱۵	۴	۱۲
واکنشیدگی ضخامت ۲ و ۲۴ ساعتی		۲۵*۲۵*۱۵	۴	۱۲
نمونه تعیین جرم مخصوص و رطوبت		۵۰*۵۰*۱۵	۴	۱۲

آزمایشهای فیزیکی و مکانیکی تخته خرده چوب: آزمایش اندازه‌گیری مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته برای تعیین خواص مکانیکی از دستگاه آزمایشگر INSTRON-1186 استفاده گردید. این دستگاه مجهز به سیستم کامپیوتری و محاسباتی بوده و کلیه نتایج آزمایش بر روی صفحه نمایشگر رایانه قابل مشاهده بود. برای تعیین مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته از سرعت بارگذاری ۵ میلیمتر در دقیقه استفاده

گردید و نتایج حاصل پس از انجام محاسبات با استفاده از فرمولهای مربوط توسط دستگاه ثبت شد.

آزمایش اندازه‌گیری مقاومت چسبندگی داخلی در این آزمایش، ابتدا نمونه‌ها به وسیله چسب گرم‌انرم (Hot Melt) به صفحات فلزی چسبانده شدند. ابعاد صفحات  $50 \times 50 \times 25$  میلیمتر و برای سرد شدن و گیرایی کامل چسب از جریان آب سرد استفاده گردید. بعد از سپری شدن یک ساعت، آزمایش کشش عمود بر سطح که نشانگر چسبندگی داخلی تخته‌ها به‌ویژه قدرت اتصال بین چسب و چوب در لایه میانی است، انجام پذیرفت. در این آزمایش از سرعت بارگذاری ۲ میلیمتر در دقیقه استفاده گردید. پس از انجام هر آزمایش، با استفاده از فرمول مربوط، میزان چسبندگی داخلی نمونه‌ها محاسبه شد.

آزمایش اندازه‌گیری میزان واکشیدگی ضخامتی بعد از ۲ و ۲۴ ساعت: برای انجام این آزمون، ابتدا وسط هر نمونه با ابعاد  $25 \times 25$  میلیمتر علامت‌گذاری شد تا در طی زمان آزمایش و سه مرحله اندازه‌گیری ضخامت، از این نقطه علامت‌گذاری شده استفاده گردد.

ضخامت نمونه‌ها، قبل از غوطه‌وری در آب به وسیله یک میکرومتر با دقت  $0/01$  میلیمتر اندازه‌گیری شد، و بعد نمونه‌ها در آب مقطر با درجه حرارت  $21$  درجه سانتیگراد به صورت افقی و به عمق ۲ سانتیمتر از سطح آب به حالت غوطه‌ور قرار گرفتند. برای حفظ حالت غوطه‌وری نمونه‌ها از توری نازک فلزی که به صورت درپوش بر روی نمونه‌ها قرار می‌گرفت، استفاده گردید. بعد از ۲ ساعت غوطه‌وری و خروج نمونه‌ها از آب، ضخامت نمونه‌ها به وسیله میکرومتر اندازه‌گیری شد. سپس نمونه‌ها برای ۲۲ ساعت دیگر در آب غوطه‌ور شدند و در پایان این مرحله، اندازه‌گیری

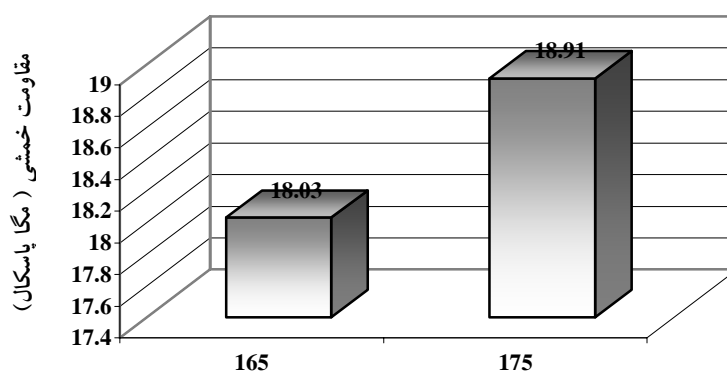


ضخامت مانند حالت قبلی تکرار گردید. آنگاه میزان واكشیدگی ضخامتی بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب با استفاده از روابط مربوط محاسبه گردید. روش آماری: این بررسی در قالب آزمایش فاکتوریل چند متغیره و با استفاده از آزمون دانکن (DMRT) و به کمک تکنیک تجزیه واریانس مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. با استفاده از این روش آماری عوامل متغیر بر روی خواص مورد مطالعه در سطح اعتماد ۹۹ و ۹۵ درصد مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

## نتایج

**مقاومت خمشی:** یکی از ویژگیهای مهم و کاربردی تخته خرده چوب است که متاثر از ویژگیهای مهم کاربردی تخته خرده چوب می‌باشد. با استفاده از آزمون تجزیه واریانس تاثیر شرایط مختلف ساخت مورد بررسی قرار گرفته است. آنگاه اختلاف میان میانگین‌ها به کمک آزمون دانکن مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. تاثیر مستقل درصد چسب بر مقاومت خمشی نشان داده است که با افزایش مقدار مصرف چسب از ۹ به ۱۰ و ۱۱ درصد افزایش مقاومت خمشی را به دنبال داشته است. در اثر افزایش مقدار مصرف چسب نقاط تشکیل اتصالات بین چوب و چسب افزایش داشته که این افزایش به بهبودی مقاومت خمشی می‌انجامد. همچنین افزایش زمان پرس از ۵ به ۶ دقیقه باعث افزایش مقاومت خمشی تخته خرده چوب ساخته شده از ضایعات پشت لای چوب راش گردیده است. با توجه به اینکه جهت پلیمر شدن کامل چسب در ضخامت تخته به ویژه در قسمت مرکزی آن و ایجاد اتصال مناسب به زمان معین نیاز است تا حرارت سطوح کیک به قسمتهای میانی آن انتقال یابد. بنابراین زمان پرس نقش مهمی در کیفیت تخته خرده چوب تولیدی خواهد داشت. تاثیر مستقل درجه حرارت پرس بر مقاومت خمشی نشان داده است که اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد

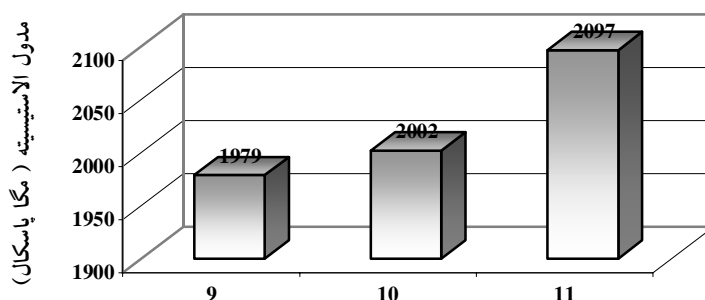
دارند. بالاترین میزان مقاومت خمشی در دمای ۱۷۵ درجه سانتیگراد بدست آمده است. افزایش درجه حرارت باعث تسریع واکنش پلیمریزاسیون چسب در طی واکنش شده و به تشکیل اتصالات قوی تر می‌انجامد. علاوه بر آن افزایش دما تا حد مشخص باعث افزایش سطح تماس میان خرده چوب و چسب گردیده است.



شکل شماره ۱ - اثر مستقل درجه حرارت پرس بر مقاومت خمشی نخسته خرده چوب از ضایعات پشت لای چوب راش

تاثیر مستقل میزان مصرف هاردنر بر مقاومت خمشی نخسته خرده چوب ساخته شده از ضایعات پشت لای چوب راش نشان داده است که با افزایش میزان مصرف هادرنر از ۱/۵ به ۲/۵ درصد سبب افزایش مقاومت خمشی نخسته خرده چوب شده است. چسب اوره - فرم آلدئید در pH اسیدی حدود ۳/۵ سخت می‌گردد و برای ایجاد چنین شرایطی از هاردنر که در اثر دمای پرس حالت اسیدی پیدا می‌کند استفاده می‌گردد. البته افزایش بیش از حد میزان هاردنر باعث کاهش اتصالات قوی در نخسته خرده چوب می‌گردد.

مدول الاستیسیته: تاثیر مستقل میزان مصرف چسب بر مدول الاستیسیته دارای اثر معنی داری در سطح ۵ درصد می باشد. بالاترین میزان مدول الاستیسیته مربوط به شرایط ساخت ۱۱ درصد چسب می باشد که در گروه برتر قرار گرفته است. با افزایش میزان مصرف چسب پوشش بیشتری از سطح چسب بر روی ذرات چوب سبب افزایش مدول الاستیسیته تخته های ساخته شده از ضایعات پشت لای چوب راش گردیده است. دوست حسینی (۱۳۶۵) در بررسی خود اعلام داشته است که افزایش مقدار مصرف چسب اوره فرم آلدئید و رطوبت کیک خرده چوب خواص تخته های ساخته شده را دستخوش تغییر کرده است. نتایج این بررسی نشان داده است که افزایش میزان مصرف چسب از ۹ به ۱۳ درصد باعث افزایش مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته تخته های ساخته شده از چوب گز گردیده است.



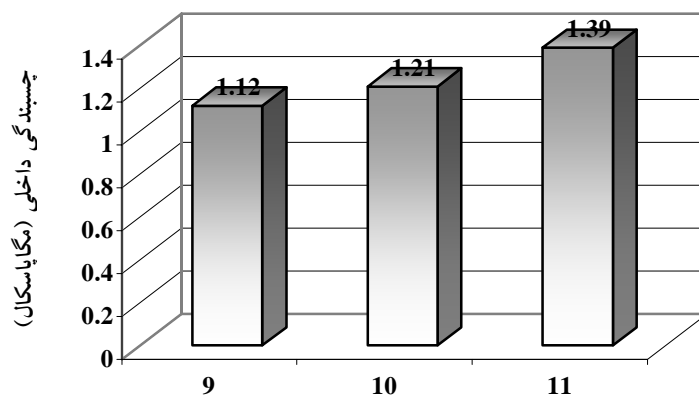
شکل شماره ۲ - اثر مستقل درصد مصرف چسب بر مدول الاستیسیته تخته خرده چوب از ضایعات پشت لای چوب راش

همچنین ملاحظه شده است که با افزایش زمان پرس از ۵ به ۶ دقیقه افزایش اندکی در میزان مدول الاستیسیته تخته های ساخته شده دیده می شود و با افزایش دمای پرس از ۱۶۵ به ۱۷۵ درجه سانتیگراد افزایش کمی در میزان مدول الاستیسیته تخته های حاصل مشاهده شده است.

تاثیر مستقل هاردنر بر مدول الاستیسیته تخته‌های ساخته شده دارای اثر معنی داری نمی‌باشد، ولی با مشاهده میانگین‌ها ملاحظه شده است که با افزایش میزان مصرف هاردنر از ۱/۵ به ۲/۵ درصد میزان مدول الاستیسیته تخته‌های ساخته شده افزایش یافته است.

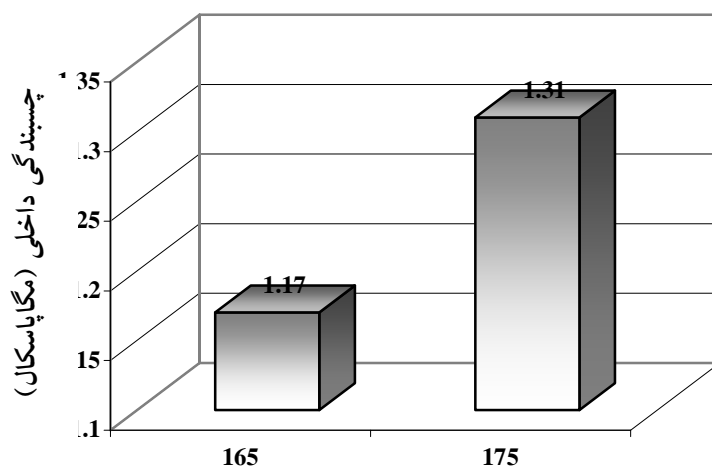
**چسبندگی داخلی:** چسبندگی داخلی یا کشش عمود بر سطح تخته خرده چوب یکی از ویژگیهای مهم در اندازه گیری خواص تخته‌ها می‌باشد که قدرت چسبندگی چسب در قسمت میانی و مغز تخته‌ها را نشان می‌دهد. تاثیر مستقل میزان مصرف چسب بر مقاومت به چسبندگی داخلی در سطح ۱ درصد معنی دار شده است. با افزایش میزان مصرف چسب از ۹ به ۱۱ درصد افزایش چسبندگی داخلی مشاهده می‌گردد. افزایش بیشتر مقدار مصرف چسب سبب آغشتگی بیشتر سطوح ذرات خرده چوب و ایجاد اتصالات قوی تر شده است.

تاثیر مستقل درجه حرارت پرس بر مقاومت به چسبندگی داخلی تخته‌های ساخته شده از ضایعات پشت لای چوب راش در سطح ۱ درصد معنی دار شده است. در تولید تخته خرده چوب با کیفیت بالا باید تماس کافی بین خرده چوبها وجود داشته باشد. همچنین انتقال حرارت باید در تمام نقاط تخته در زمان پرس جهت پلیمر شدن چسب وجود داشته باشد. زیرا در شرایطی که درجه حرارت لایه‌های داخل کیک به حد مورد انتظار نرسد عمل پلیمر شدن به صورت ناقص انجام شده و اتصال ضعیف بین خرده چوبها موجب کم شدن چسبندگی داخلی می‌گردد.

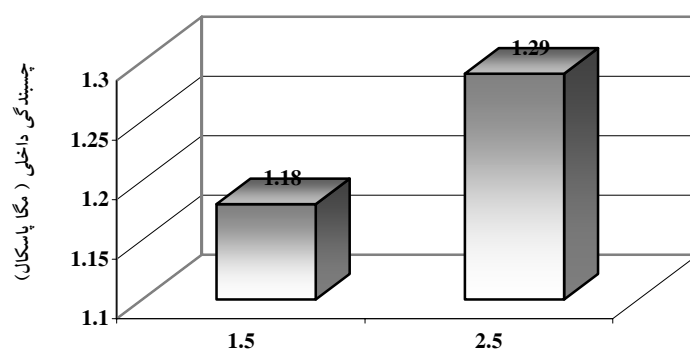


شکل شماره ۳ - اثر مستقل درصد مصرف چسب بر چسبندگی داخلی تخته  
خرده چوب از ضایعات پشت لای چوب راش

با توجه به نتایج بدست آمده ملاحظه می شود که با افزایش میزان دمای پرس از ۱۶۵ به ۱۷۵ درجه سانتیگراد مقاومت به چسبندگی داخلی زیاد شده است. در دمای ۱۷۵ درجه سانتیگراد، دما سریعتر به لایه های میانی انتقال یافته و باعث پلیمر شدن چسب در لایه های میانی تخته می گردد.



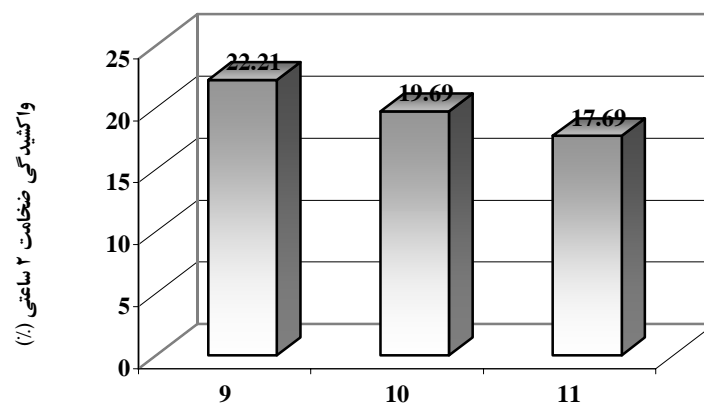
شکل شماره ۴ - اثر مستقل درجه حرارت پرس بر چسبندگی داخلی  
تخته خرده چوب از ضایعات پشت لای چوب راش



شکل شماره ۵ - اثر مستقل درصد هاردنر بر چسبندگی داخلی تخته خرده  
چوب از ضایعات پشت لای چوب راش

همچنین تاثیر مستقل میزان مصرف هاردنر بر مقاومت به چسبندگی داخلی تخته‌های ساخته شده در سطح ۱ درصد معنی دار شده است. در این تحقیق از ضایعات پشت لای چوب راش استفاده شده است که دارای مقادیر زیادی پوست می‌باشد. مواد استخراجی موجود در پوست بر ویژگیهای اتصال تخته خرده چوب تاثیر خواهد داشت و سبب کاهش برخی ویژگیها می‌گردد. نتایج نشان داده است که با افزایش میزان مصرف هاردنر از ۱/۵ به ۲/۵ درصد افزایش مقاومت به چسبندگی داخلی مشاهده می‌گردد. جهان لتیباری (۱۳۷۵) در بررسی‌ایی که بر روی ساخت تخته خرده چوب از ضایعات نخل انجام داده است عنوان می‌کند که با توجه به اینکه ظرفیت بافر کنندگی نخل زیاد بوده است افزایش در میزان مصرف هاردنر باعث افزایش میزان چسبندگی داخلی شده است.

**واکشیدگی ضخامت پس از ۲ ساعت غوطه وری در آب :** یکی از خواص مهم در تخته خرده چوب واکشیدگی ضخامت است که جهت برآورد کیفیت مورد سنجش قرار می‌گیرد. نتایج این بررسی نشان داده است که تاثیر میزان چسب بر واکشیدگی ضخامت پس از ۲ ساعت غوطه وری در آب دارای اثر معنی داری در سطح ۱ درصد می‌باشد. با افزایش میزان چسب از ۹ به ۱۱ درصد کاهش میزان واکشیدگی ضخامت در تخته‌های ساخته شده ملاحظه می‌گردد. افزایش بیشتر مصرف چسب در تخته‌ها باعث افزایش چسبندگی و در نهایت کاهش جذب آب را به دنبال داشته است. نتایج فوق با بررسیهای محققان دیگر (دوست حسینی ۱۳۶۵) همخوانی داشته است. آنان عنوان می‌کنند که با افزایش بیشتر مصرف چسب به دلیل افزایش چسبندگی و ایجاد اتصال مناسب تر سبب تاخیر در میزان جذب آب و واکشیدگی تخته‌های ساخته شده می‌گردد.

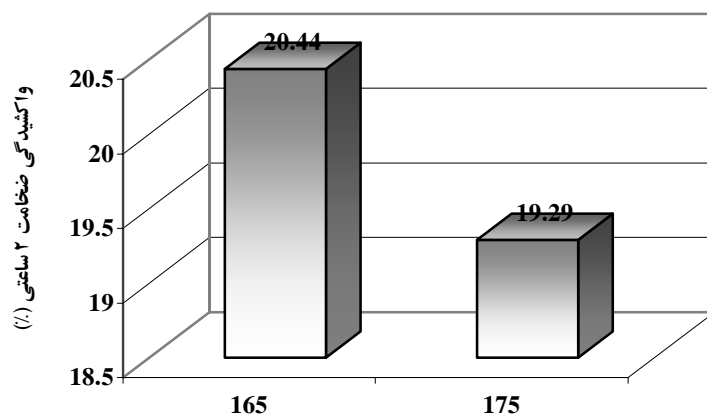


شکل شماره ۶ - اثر مستقل درصد مصرف چسب بر درصد واکشیدگی ضخامت ۲ ساعتی تخته خرده چوب از ضایعات پشت لای چوب راش

تاثیر مستقل درجه حرارت پرس بر واکشیدگی ضخامت پس از ۲ ساعت غوطه وری در آب دارای اثر معنی داری در سطح ۵ درصد می باشد. نتایج آزمون دانکن نشان داده است که با افزایش دمای پرس از ۱۶۵ به ۱۷۵ درجه سانتیگراد باعث کاهش میزان واکشیدگی ضخامت پس از ۲ ساعت غوطه وری در آب می گردد. با افزایش دمای پرس نرم تر شدن ذرات خرده چوب باعث افزایش بیشتر انتقال حرارت به لایه های میانی کیک خرده چوب شده که در نهایت سبب پلیمر شدن سریع تر چسب در لایه های میانی تخته خرده چوب می گردد.

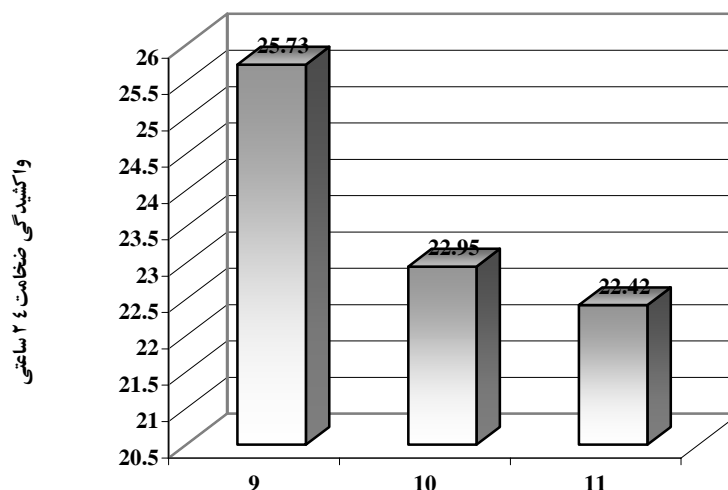
در چنین شرایطی مقاومتهای خمشی و چسبندگی داخلی افزایش و واکشیدگی ضخامت کاهش می یابد. البته حرارت بیش از حد نیز سبب تخریب اتصالات در لایه های میانی کیک می شود.





شکل شماره ۷ - اثر مستقل درجه حرارت پرس بر درصد واکنش پذیری ضخامت ۲ ساعته تخته خرده چوب از ضایعات پشت لای چوب راش

واکنش پذیری ضخامت پس از ۲۴ ساعت غوطه وری در آب: یکی از خواص مهم در تخته خرده چوب واکنش پذیری ضخامت است که جهت برآورد کیفیت مورد سنجش قرار می‌گیرد. نتایج این بررسی نشان داده است که تاثیر میزان چسب بر واکنش پذیری ضخامت پس از ۲۴ ساعت غوطه وری در آب دارای اثر معنی داری در سطح ۱ درصد می‌باشد. با افزایش میزان چسب از ۹ به ۱۱ درصد کاهش میزان واکنش پذیری ضخامت در تخته‌های ساخته شده ملاحظه می‌گردد.



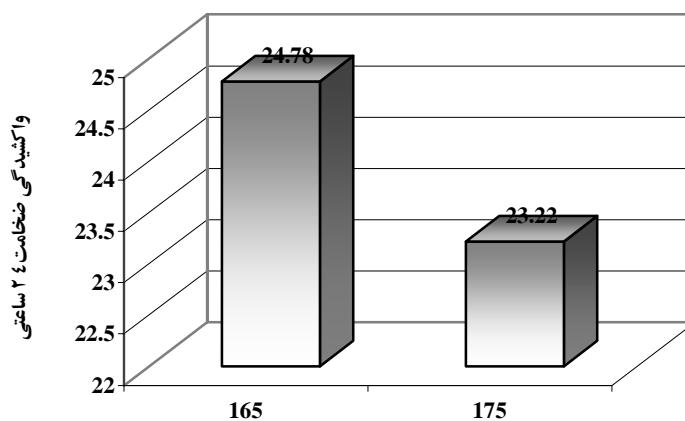
شکل شماره ۸ - اثر مستقل درصد مصرف چسب بر درصد واکسیدگی

ضخامت ۲۴ ساعتی نخسته خرده چوب از ضایعات پشت لای چوب راش

افزایش بیشتر مصرف چسب در نخسته‌ها باعث افزایش چسبندگی و درنهایت کاهش جذب آب را به دنبال داشته است. افزایش بیشتر مصرف چسب به دلیل افزایش چسبندگی و ایجاد اتصال مناسب تر سبب تاخیر در میزان جذب آب و واکسیدگی نخسته‌های ساخته شده می‌گردد.

تاثیر مستقل درجه حرارت پرس بر واکسیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت غوطه وری در آب دارای اثر معنی داری در سطح ۵ درصد می‌باشد. نتایج آزمون دانکن نشان داده است که با افزایش دمای پرس از ۱۶۵ به ۱۷۵ درجه سانتیگراد باعث کاهش میزان واکسیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت غوطه وری در آب می‌گردد. با افزایش دمای پرس نرم تر شدن ذرات خرده چوب باعث افزایش بیشتر انتقال حرارت به لایه‌های میانی کیک خرده چوب شده که درنهایت سبب پلیمر شدن سریع تر چسب در لایه‌های

میانی تخته خرده چوب می‌گردد. در چنین شرایطی مقاومتهای خمشی و چسبندگی داخلی افزایش و واکنشیدگی ضخامت کاهش می‌یابد. البته حرارت بیش از حد نیز سبب تخریب اتصالات در لایه‌های میانی کیک می‌شود.



شکل شماره ۹ - اثر مستقل درجه حرارت پرس بر درصد واکنشیدگی ضخامت ۲ ساعتی تخته خرده چوب از ضایعات پشت لای چوب راش

#### بحث :

در این بررسی اثر چهار عامل درصد مصرف چسب، زمان پرس، درجه حرارت پرس و درصد هاردنر مورد توجه قرار گرفته است. نتایج نشان داده است که افزایش میزان مصرف چسب از ۹ به ۱۱ درصد سبب افزایش ویژگیهای مقاومت و مدول الاستیسیته خمشی، چسبندگی داخلی و کاهش واکنشیدگی ضخامت تخته‌های ساخته

شده می‌گردد. بنابراین مشخص شده است که افزایش میزان مصرف چسب تاثیر قابل توجهی در بالارفتن ویژگیهای مقاومتی در تخته خرده چوب ساخته شده از ضایعات پشت لای چوب راش داشته است. نتایج اثر زمان پرس نشان داده است که زمان ۶ دقیقه در مورد ویژگیهای مقاومتی و اکسیدگی ضخامت برتری خاصی نسبت به زمان ۵ دقیقه داشته است. افزایش سطح تماس در واحد زمان و تشکیل اتصالات بیشتر باعث افزایش بیشتر مقاومتها گردیده است. بررسی اثر درجه حرارت پرس در تولید تخته خرده چوب از ضایعات پشت لای چوب راش نشان داده است که افزایش دمای پرس از ۱۶۵ به ۱۷۵ درجه سانتیگراد سبب افزایش ویژگیهای مقاومتی تخته خرده چوب حاصل، شده است. همچنین اثر میزان مصرف هاردنر در تولید تخته‌های حاصل نشان داده است که افزایش میزان مصرف هاردنر از ۱/۵ به ۲/۵ درصد باعث بالارفتن ویژگیهای مقاومتی و کاهش اکسیدگی ضخامت تخته‌های ساخته شده گردیده است. افزایش درصد هاردنر تا ۲/۵ به دلیل pH بالاتر به ویژه ظرفیت بافر کنندگی قوی چوب راش سبب افزایش مقاومتها شده است.

با در نظر گرفتن نتایج بدست آمده در این قسمت می‌توان چنین استنباط کرد که شرایط مطلوب جهت ساخت تخته خرده چوب از ضایعات پشت لای چوب راش در شرایط استفاده از ۱۱ درصد چسب اوره - فرم آلدئید، زمان پرس ۶ دقیقه، حرارت پرس ۱۷۵ درجه سانتیگراد و میزان مصرف هاردنر ۲/۵ درصد بدست آمده است.

## منابع مورد استفاده

- ۱- تورعی، ج. ۱۳۷۲. بررسی تاثیر سه عامل ابعاد جهت ذرات خرده چوب، درجه حرارت پرس و گونه چوبی بر کیفیت تخته تراشه و تخته خرده چوب ساخته شده از ضایعات کارخانه روکش چوبی ایران. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران. تهران ۲۵۶
- ۲ - جهان لیبیاری، ا. حسین زاده، انوربخش، ا.، کارگرفرد، ا.، گلبابایی، ف.، ۱۳۷۵. بررسی ساخت تخته خرده چوب با استفاده از ضایعات نخل. مجله پژوهش و سازندگی شماره ۳۱ صفحه ۲۲ - ۲۷
- ۳ - دوست حسینی، ک. ۱۳۶۵. بررسی مقدماتی امکان ساخت تخته خرده چوب از چوب گز و نشریه دانشکده منابع طبیعی و دانشگاه تهران. شماره ۴۰: ۵۳-۶۱
- ۴ - کاشانی زاده، م. ۱۳۶۶. بررسی تاثیر چهار عامل مهم تولید بر کیفیت تخته خرده چوب ساخته شده از ضایعات صنایع روکش و تخته لایه. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران
- 5 - Beech, J.C. 1975. The thickness swelling of wood and particleboards :Holzforschung. 1975/29:1:11-18
- 6-Iwashita, M. 1976. Tropical hardwoods from papua, new guinea as raw-material for particleboards. Tenth particleboard proceedings. w, sup. 105-119
- 7 -Roffael, E. 1987. Drying of pine chips and the effects on the strength of particleboards. 21th international particleboards symp. Pullman university 115-118
- 8 -Shuler, C.E. 1971. Pilot study of the use of pulp wood chipping residues for producing particleboards in maine tech. Bull. No. 67. life scin. & Agro. Exp. staf. Univer. Of maine.