

تأثیر حرارت بر اسیدپتته چوب در فرآیندساخت تخته خرده چوب

ابوالفضل کارگرفرد ، عبدالرحمن حسین زاده ، امیر نور بخش،

فرداد گلبابایی و رضا حاج حسنی

موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع . بخش تحقیقات علوم چوب و کاغذ

صندوق پستی ۱۱۶- ۱۳۱۸۵ تهران - ایران

kargarfard @ rifr- ac.ir

چکیده

در این تحقیق از خرده چوبهای راش با استفاده از ۳ درجه حرارت خشک کن ۸۰، ۱۱۰، و ۱۴۰ درجه سانتیگراد، سه درجه حرارت پرس ۱۵۰، ۱۶۵ و ۱۸۰ درجه سانتیگراد و ۳ میزان مصرف هاردنر ۱، ۱/۵ و ۲ درصد (براساس وزن خشک چسب) به عنوان عوامل متغییر، تخته های آزمایشگاهی ساخته شد و سپس اثر این عوامل بر تغییرات شیمیایی چوب و ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی تخته های ساخته شده مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج حاصل از اندازه گیری مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته تخته ها نشان داد که ویژگیهای فوق در تخته های ساخته شده از خرده چوبهای خشک شده در درجه حرارت ۸۰ درجه سانتیگراد نسبت به تخته های ساخته شده از خرده چوبهای خشک شده در دمای ۱۱۰ و ۱۴۰ درجه سانتیگراد، در حد معنی داری بیشتر بود. همچنین در میزان مصرف ۲ درصد هاردنر، با افزایش یافتن دمای پرس، مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته کاهش یافت که نشان دهنده اثر منفی حرارت بر خواص مذکور در مصرف زیاد هاردنر می باشد. تخته های ساخته شده از خرده چوبهای خشک شده در دماهای ۸۰ و ۱۴۰ درجه سانتیگراد، دارای مقاومت چسبندگی داخلی زیادتری بودند که نشان می دهد حداکثر تاثیر منفی مواد استخراجی بر مقاومت اتصال و سخت شدن چسب در دمای خشک کن ۱۱۰ درجه سانتیگراد است. نتایج همچنین نشان داد که مقاومت چسبندگی داخلی تخته های ساخته شده با ۲ درصد مصرف هاردنر بطور معنی داری زیادتر از سطوح مصرف ۱/۵ درصد هاردنر بوده است. که دلیل آن ظرفیت زیاد بافر کنندگی چوب راش و نیاز به اسید بیشتر برای کاهش pH محیط به منظور سخت شدن چسب UF در تخته های ساخته شده می باشد. واکنشیدگی ضخامت بعد از ۲ ساعت غوطه وری در آب تخته های ساخته شده با خرده چوب خشک شده در دمای ۱۴۰ درجه سانتی گراد، دارای کمترین مقدار بوده و با زیادترین مقاومت چسبندگی داخلی حاصل شده در این شرایط هماهنگی داشت. **کلید واژه ها:** تخته خرده چوب، درجه حرارت خشک کن، درجه حرارت پرس، مقاومت چسبندگی داخلی، اسیدپتته، بافرکنندگی

مقدمه

اسیدپتته و ظرفیت بافرکنندگی چوب که یک عامل مهم در تعیین کیفیت اتصال بین چسب و چوب به حساب می آید، تحت تاثیر عوامل مختلفی دستخوش تغییرات می گردد. از جمله عوامل موثر و تاثیر گذار بر

اسیدیته و ظرفیت بافر کنندگی چوب ، و می توان از حرارت نام برد که در طی فرآیند ساخت تخته خرده چوب و تخته چند لایه در مراحل خشک کردن و اعمال پرس گرم به طور قابل توجهی باعث تغییرات در ویژگیهای اسیدی مانند مقدار اسید کل ، اسید آزاد ، اسیدهای متصل و ظرفیت بافر کنندگی چوبها می گردد . اعمال حرارت در طی فرآیند ساخت باعث تغییراتی در ماهیت ترکیبات چوبی بویژه مواد استخراجی و همی سلولزها شده که به نوبه خود بر روی چگونگی ایجاد اتصالات بین چسب و چوب موثر می باشد . لذا هدف از این بررسی شناخت تاثیر حرارت بر روی ویژگیهای شیمیایی چوب در طی ساخت تخته خرده چوب برای مصرف بهتر چسب و کارایی بهتر اتصالات ایجاد شده در فرآورده های مرکب چوبی حاصله بوده است .

تحقیقات زیادی در زمینه شناخت تاثیر مواد استخراجی و حرارت بر روی تغییرات شیمیایی چوب و مقاومت اتصال صورت گرفته است . **Ander** و **Vanesse** (۱۹۶۴) عقیده دارند که اسیدیته چوب و حرارت ، تجزیه مواد تشکیل دهنده چوب را تسریع کرده و کیفیت تخته های ساخته شده را بهبود می بخشند . به نظر **Kouman** (۱۹۶۴) اسیدیته چوب یکی از عوامل بسیار مهم در واکنشهای مربوط به چسبندگی طبیعی ذرات چوب محسوب می شود و با زیاد شدن گرمای پرس میزان اسیدیته چوب افزایش یافته و بر فعل و انفعالات مربوطه تاثیر می گذارد .

Chen و **Paulitsch** (۱۹۷۴) با هدف استفاده از تمام اجزا درختان نوئل و کاج در ساخت تخته خرده چوب اقدام به اندازه گیری **pH** و ترکیبات شیمیایی چوب و سوزن این درختان نموده اند . نامبردگان پس از ساخت تخته خرده چوب دریافتند که مقاومت اتصال چسب اوره فرم الدئید ، در تخته های حاوی تمام اجزا درخت کمتر از تخته های ساخته شده از چوب می باشد و جذب آب و واکنش پذیری ضخامت آنها نیز زیادتر می باشد . آنها مشکلات مربوط به اتصال در تخته خرده چوب ساخته شده از تمام اجزا درخت را تحت تاثیر چوبها ، پارافین ها و روغنهای موجود در پوست و سوزن ها می دانند . در تحقیق دیگری که توسط **Kuble** و **Simatupang** (۱۹۹۴) انجام گردیده است . آنها روکش های چوب نوئل و صنوبر را با روشهای مختلف (هوا، خلا و اتو) خشک کرده و تحت تاثیر قارچ قرار دادند و پس از اندازه گیری **pH** سطح روکش ها مشخص گردید که با افزایش زمان و درجه حرارت خشک کن و افزایش دوره تاثیر قارچ ، **pH** سطح چوب کاهش یافته است .

Pobelete و همکاران (۱۹۸۵) در بررسی اثر عوامل مربوط به پرس بر ویژگیهای شیمیایی ، تراشه های چوب را تحت تاثیر شرایط تولید تخته خرده چوب قرار داده و با ایجاد تغییرات شیمیایی مختلفی در اثر اعمال حرارت عنوان می کند که اسیدیته و گروههای استیل خرده چوب کاهش یابد . اثر پرس کردن بر روی خواص را در نتیجه تسریع سخت شدن چسب میداند . با توجه به گونه های چوبی ، خرده چوبها مقدار متفاوتی اسیدهای فرار آزاد تولید می کنند که در چوب بلوط بطور محسوسی ، همی سلولزهای خیلی سبک هیدرولیز شده و مقدار مواد محلول افزایش پیدا می کنند این تغییرات نه تنها به گونه چوبی ، بلکه به محل و موقعیت خرده چوب در داخل تخته خرده چوب بستگی دارد .

Khoo و Roffael (۱۹۹۰) نیز در بررسی میزان اسیدیته چوب ۴ گونه گرمسیری و یک گونه مناطق معتدله کشور مالزی، pH، ظرفیت بافرکنندگی و مقدار اسیدهای آزاد شده خرده چوب خشک شده در هوای آزاد و در درجه حرارت‌های مختلف با زمانهای متفاوت به این نتیجه رسیدند که در حرارت‌های مختلف هرگونه چوب خصوصیات اسیدی مختلفی از خود نشان می‌دهد که از مقادیر آزاد شدن اسید فرمیک و اسید استیک در اثر حرارت ناشی شده است. بعلاوه رابطه ای خطی بین زمان اعمال حرارت بر روی خرده چوب و ظرفیت بافرکنندگی و مقدار اسیدهای آزاد شده و در درجه حرارت ۱۰۳ درجه سانتیگراد بدست آمده است.

Plagemann و همکاران (۱۹۸۴) نیز تحقیق دیگری در این زمینه انجام داده و به این نتیجه رسید که بین مقاومت چسبندگی داخلی تخته ها و مقدار کل اسید و حرارت خشک کن رابطه ای وجود دارد. و اختلاف چسبندگی داخلی بین تخته های ساخته شده از گونه های چوبی مختلف از تفاوت مقدار اسید (گونه های بلوط قرمز، بلوط سفید و عنبر سائل) ناشی شده است. آنها خرده چوب های خشک شده را تا ۳۰ درصد رطوبت در هوای آزاد را در دماهای آزمایشی ۲۰، ۱۵۰ و ۳۵۰ درجه سانتیگراد خشک کرده و به رطوبت یکسان ۴ درصد رسانده و ملاحظه کردند که اغلب ویژگیهای اسیدی مانند اسید کل، اسید آزاد، اسیدهای متصل و ظرفیت بافرکنندگی چوبها بطور قابل ملاحظه تغییر کرد.

Sarni و همکاران (۱۹۹۰) در بررسی هایشان پس از اعمال تیمار حرارتی در دامنه ای از ۱۲۰ تا ۲۵۰ درجه سانتیگراد و زمانهای ۱، ۲ و ۶ ساعت روی خرده چوبها بلوط و اندازه گیری مواد استخراجی خرده چوبها بوسیله آب و الکل و تحلیل اطلاعات با دستگاههای آنالیزگر شیمیایی، نتیجه گیری کردند که: در درجه حرارت‌های بین ۱۲۰ تا ۱۸۵ درجه سانتیگراد، در مقدار اسید الازیک حاصل از Ellagitannins و آلدئیدهای سینامیک و بنزوئیک حاصل از لیگنین، افزایش قابل ملاحظه مشاهده شده و در بیش از حرارت ۱۸۵ درجه سانتیگراد عمل تخریب حرارتی شدیدتر شده است این عمل باعث از بین رفتن و ناپدید شدن شکل اولیه ترکیبات مونومری می گردد. افزایش زمان تیمار، شدت این تغییرات را افزایش می دهد.

مواد و روشها

در این تحقیق از سه درجه حرارت خشک کن ۸۰، ۱۱۰ و ۱۴۰ درجه سانتی گراد برای خشک کردن خرده چوبها، ۳ درجه حرارت پرس ۱۵۰، ۱۶۵ و ۱۸۰ درجه سانتیگراد و ۳ سطح مصرف هاردنر ۱، ۱/۵ و ۲ درصد (بر اساس وزن خشک چسب) به عنوان عوامل متغیر استفاده گردید.

دیگر عوامل ساخت در این بررسی شامل جرم مخصوص تخته در حد ۰/۷ گرم بر سانتی متر مکعب، ضخامت تخته در حد ۱۵ میلی متر، فشار پرس برابر ۳۰ کیلوگرم بر سانتی متر مربع، زمان پرس در سطح ۵ دقیقه و مقدار مصرف چسب که از نوع اوره فرم آلدئید بود در سطح ۱۰ درصد (بر اساس وزن خشک خرده چوب مصرفی) ثابت در نظر گرفته شد. چوبهای کاتین با استفاده از یک خرد کن آزمایشگاهی Pallmann به خرده چوبهای درشت تبدیل و بلافاصله با استفاده از یک خردکن ثانویه Pallmann PZ8 به خرده چوبهای قابل استفاده در ساخت تخته

خرده چوب تبدیل شدند . برای حذف خرده چوبهای با ابعاد نامناسب از دو الک با منافذ درشت و ریز به ترتیب برای جدا کردن خرده چوبهای بسیار درشت و خرده چوبهای بسیار ریز استفاده گردید . سپس رطوبت خرده چوبها با استفاده از ۳ درجه حرارت ۸۰ ، ۱۱۰ و ۱۴۰ درجه سانتیگراد تا حد ۱ درصد کاهش و در کیسه های پلاستیکی غیر قابل نفوذ بسته بندی گردیدند .

برای اندازه گیری درصد ریزی و درشتی خرده چوبها از دستورالعمل **Bison Quality Control 44011** استفاده و به کمک یک دستگاه الک آزمایشگاهی و ۴ الک به درشتی منافذ ۰/۴ ، ۱ ، ۲ و ۴ میلی متر انجام گرفت که نتایج حاصله در جدول ۱ خلاصه شده است .

جدول ۱- آنالیز تعیین ریزی و درشتی خرده چوب

منافذ الک (mm) تکرار	< ۰/۴ درصد	۰/۴-۱ درصد	۱-۲ درصد	۲-۴ درصد	>۴ درصد
۱	۴/۸۵	۱۹/۸۰	۲۷/۴۵	۳۳/۶۰	۱۳/۹۰
۲	۵/۱۰	۲۰/۷۵	۲۵/۱۰	۲۳/۵۰	۱۵/۶۵
۳	۴/۷۰	۲۱/۸۰	۲۵/۹۰	۳۲/۲۰	۱۵/۴۰
۴	۴/۳۰	۲۱/۲۰	۲۶/۲۰	۳۵/۲۰	۱۳/۱۰
میانگین	۴/۷۴	۲۰/۸۹	۲۶/۲۴	۳۳/۷۰	۱۴/۵۱

تعیین pH و ظرفیت بافرکنندگی

در این بررسی، مشخص بودن pH و ظرفیت بافرکنندگی گونه چوبی مورد مصرف بسیار ضروری تشخیص داده شد . لذا از هر درخت ۴ نمونه پوشال چوب و ۴ نمونه پوشال پوست جمعا ۸ نمونه تهیه و در مجموع ۳۲ نمونه پوشال آماده و از آنها آرد چوب تهیه شد. آنگاه به منظور عصاره گیری ابتدا ۲۵ گرم آرد چوب (بر مبنای وزن خشک) را در یک بالن ریخته و ۲۵۰ سانتی متر مکعب آب مقطر به آن اضافه شد و برای مدت ۲۰ دقیقه جوشانده و با استفاده از کاغذ های صافی ، محلول صاف گردید . و سپس اقدام به اندازه گیری pH و ظرفیت بافرکنندگی گردید. در جدولهای ۲ و ۳ ، میانگین مقادیر pH و ظرفیت بافرکنندگی اسیدی حاصل از عصاره گیری نمونه ها ارائه شده است ..

جدول ۲ - میانگین مقادیر pH خرده چوب در درجه حرارتهای مختلف خشک کردن

درجه حرارت خشک کردن	pH
---------------------	----

پوست	چوب	خرده چوب (سانتیگراد)
۴/۶۸	۵/۴۰	هوای آزاد
۴/۶۷	۴/۹۶	۸۰
۴/۹۶	۵/۴۷	۱۱۰
۴/۸۴	۴/۹۵	۱۴۰

جدول ۳ - میانگین ظرفیت بافرکنندگی اسیدی خرده چوب در درجه حرارت‌های مختلف خشک کردن

ظرفیت بافرکنندگی اسیدی (میلی متر مصرف NaOH ۰/۰۲۵ نرمال)		درجه حرارت خشک کردن خرده چوب (سانتیگراد)
پوست	چوب	
۲۲	۹/۷۵	هوای آزاد
۱۸/۵	۱۳	۸۰
۱۵/۷۵	۹	۱۱۰
۱۸/۷۵	۱۲/۷۵	۱۴۰

ساخت تخته های آزمایشگاهی

برای چسب زنی خرده چوبها از یک دستگاه چسب زن آزمایشگاهی استفاده شد و محلول چسب همراه با کاتالیزور (سخت کننده) بوسیله یک نازل با استفاده از هوای فشرده بر روی خرده چوبها پاشیده شد و با آنها کاملاً مخلوط گردید .

پس از تشکیل کیک خرده چوب، با استفاده از یک پرس آزمایشگاهی از نوع BURKLE L100 اقدام به فشردن کیک خرده چوب و ساخت تخته های آزمایشگاهی گردید . در این تحقیق از ترکیب ۳ متغیر در سطوح مختلف، ۲۷ تیمار حاصل شد که برای هر تیمار ۳ تکرار در نظر گرفته شد که در مجموع ۸۱ تخته آزمایشگاهی ساخته شد. بعد از پایان مرحله پرس به منظور مشروط سازی و یکنواخت سازی رطوبت تخته ها ، و همچنین متعادل سازی تنش های داخلی ، تخته های ساخته شده به مدت ۱۵ روز در شرایط آزمایشگاهی (رطوبت نسبی محیط 1 ± 65 درصد و درجه حرارت محیط 3 ± 20 درجه سانتیگراد) نگهداری گردیدند .

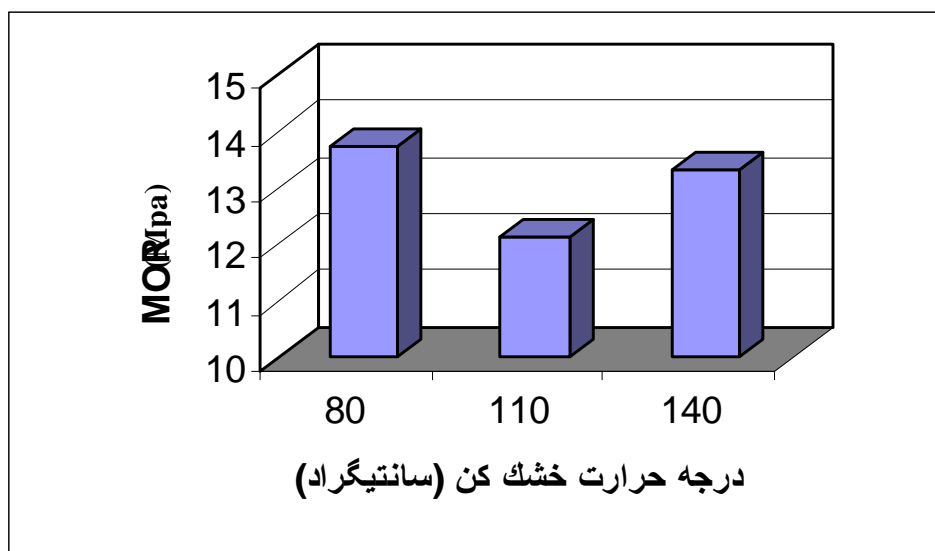
تهیه نمونه های آزمونی برای تعیین ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی تخته ها با استفاده از یک دستگاه اره گرد انجام گرفت . تخته ها ابتدا کناره بری شده و سپس مطابق استاندارد DIN- 68763 ، برش نمونه های تعیین مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته، مقاومت چسبندگی داخلی و واکنشیدگی ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه وری در آب انجام گرفت . پس از اندازه گیری ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی نمونه های تهیه شده ، نایج حاصل در قالب طرح آزمایش فاکتوریل با استفاده از طرح کامل تصادفی و به کمک تجزیه واریانس مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و اثر مستقل و متقابل عوامل در سطوح ۱ و ۵ درصد مشخص گردید و گروه بندی میانگین ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن (DMRT) انجام شد .

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجربه واریانس ویژگیهای مکانیکی و فیزیکی تخته های ساخته شده مورد بررسی قرار گرفت و در صورت مشاهده اختلاف معنی دار بین میانگین ها که حاصل تاثیر مستقل و یا متقابل عوامل متغیر بر این ویژگیها می باشد، تغییرات حاصل از تاثیر این عوامل مورد بحث قرار گرفت.

ویژگیهای مکانیکی

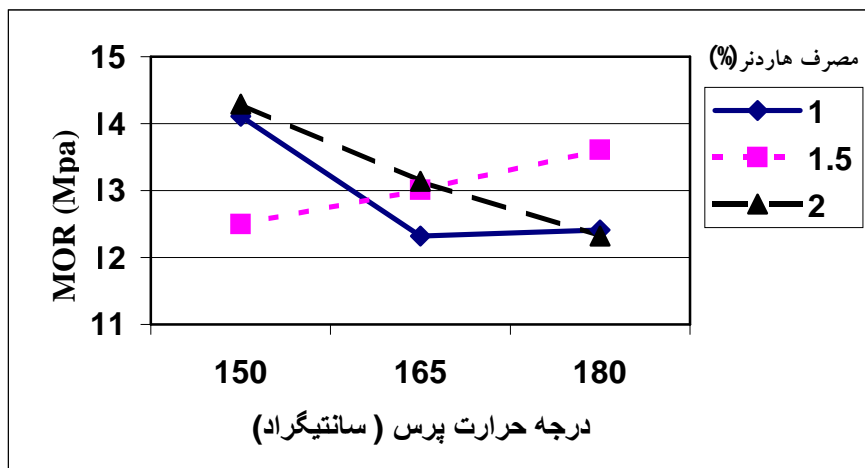
نتایج حاصل از تجزیه واریانس مقاومت خمشی تخته های ساخته شده نشان داد که تاثیر درجه حرارت خشک کن بر مقاومت خمشی معنی دار است. لذا میانگین های حاصل با استفاده از آزمون دانکن گروه بندی شد. میانگین های حاصل نشان می دهد که مقاومت خمشی تخته های ساخته شده از خرده چوبهای خشک شده در دمای ۸۰ و ۱۴۰ درجه سانتیگراد در گروه A قرار گرفته و به طور معنی داری از مقاومت خمشی تخته های حاوی خرده چوب خشک شده در درجه حرارت ۱۱۰ درجه سانتیگراد زیادتر می باشند. همانطوریکه در شکل ۱ مقادیر مقاومت خمشی در دماهای مختلف خشک کن به صورت هیستوگرام دیده می شود، تاثیر دمای خشک کردن خرده چوبها بر مقاومت خمشی کاملاً محسوس می باشد، گرچه از مهمترین عوامل موثر بر مقاومت خمشی، ابعاد خرده چوبها و میزان درهم رفتگی آنها در لایه های سطحی می باشد ولی با توجه به اینکه تمام



شکل ۱ - تاثیر درجه حرارت خشک کن مقاومت خمشی

تخته‌های ساخته شده از یک گونه چوبی و ذرات خرده چوب یکسان تهیه شده اند ، اختلاف معنی دار بین درجه حرارت های خشک کن می تواند مربوط به تاثیر حرارت بر روی مواد استخراجی خرده چوبها باشد زیرا وجود احتمالی مواد استخراجی در گونه راش که بر اثر اعمال حرارت خشک کن توانایی انتقال به سطوح خرده چوب را دارند ، می تواند باعث عدم بوجود آمدن اتصالات قوی و چسبندگی بین خرده چوبها شوند که این فرآیند در درجه حرارت خشک کن ۱۱۰ درجه سانتیگراد ، تاثیر محسوسی در کاهش مقاومت خمشی داشته است در حالیکه در دمای خشک کن ۸۰ درجه سانتیگراد ، انتقال مواد استخراجی در خرده چوب صورت نگرفته و در دمای ۱۴۰ درجه سانتیگراد ، به علت شدت حرارت ، مواد استخراجی منتقل شده به سطوح خرده چوبها تبخیر گردیده و تاثیر منفی آنها بر روی اتصالات و مقاومت خمشی کاهش می یابد . در این زمینه نیز Mizumachi (۱۹۷۵) در نتایج حاصل از بررسی های خود بیان می کند که علت به تاخیر افتادن سخت شدن چسب در حضور بعضی از گونه های چوبی وجود مواد و ترکیبات با وزن مولکولی پایین است که حین عمل چسبندگی بین چسب و چوب از عمق به سطح خرده چوب آمده و باعث به تاخیر افتادن سخت شدن چسب و در نتیجه کاهش کیفیت اتصالات می گردد .

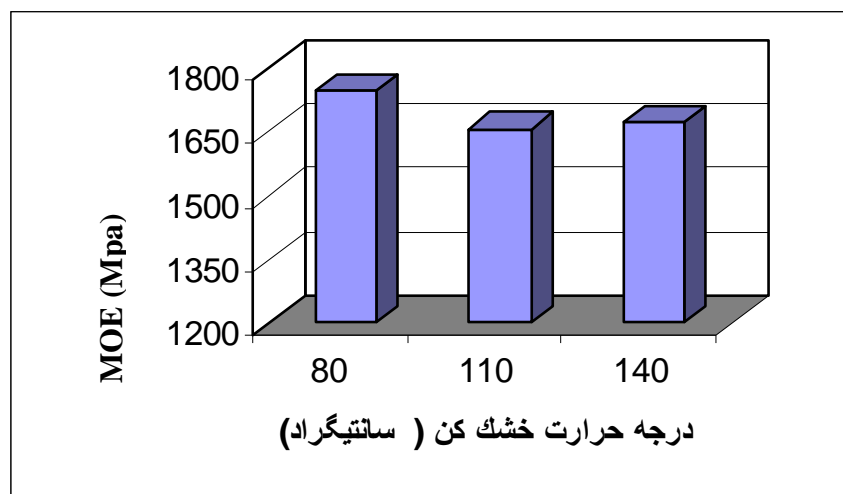
همچنین تاثیر متقابل درجه حرارت پزس و میزان مصرف هاردنر بر مقاومت خمشی معنی دارمی باشد. در شکل ۲ تغییرات مقاومت خمشی تحت تاثیر متقابل این عوامل قابل مشاهده است بطوریکه زیادترین مقاومت خمشی در درجه حرارت پزس ۱۵۰ درجه سانتیگراد و مصرف هاردنر ۲ درصد حاصل شده است در حالیکه در این سطح از مصرف هاردنر ، افزایش درجه حرارت پزس ، به طور معنی داری از مقاومت خمشی کاسته است که این تاثیر منفی به دلیل اثر تخریبی حرارت و اسید تولید شده توسط هاردنر بر کیفیت اتصالات لایه سطحی می باشد که متعاقب آن مقاومت خمشی تخته ها را با کاهش مواجه ساخته است . نتایج حاصل از تحقیقات کاگرفرد و همکاران (۱۳۷۳) نیز نشان می دهد که برای اسیدی کردن محیط برای ایجاد اتصالات کارآمد توسط چسب در چوبهایی مانند راش که



شکل ۲ - تاثیر متقابل درجه حرارت پرس و میزان مصرف هاردنر بر مقاومت خمشی

دارای ظرفیت بافرکنندگی بالایی هستند، لازم است از هاردنر بیشتری استفاده گردد که در این شرایط در طی زمان پرس، اسیدیته محیط کیک خرده چوب برای سخت شدن چسب در سطح مطلوبی قرار گرفته و با افزایش مقاومت اتصال مقاومت خمشی نیز افزایش خواهد یافت.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مدول الاستیسیته تخته ها نشان داد که تاثیر درجه حرارت خشک کن بر مدول الاستیسیته معنی دار است بدین ترتیب که تخته های ساخته شده از خرده چوب های خشک شده در دمای ۸۰ درجه سانتی گراد دارای مدول الاستیسیته زیادتری نسبت به تخته های ساخته شده با خرده چوبهای خشک شده در دمای ۱۱۰ و ۱۴۰ درجه سانتی گراد می باشد (شکل ۳) و یک همابستگی بین تغییرات مدول الاستیسیته و مقاومت خمشی تخته ها در درجه حرارتهای مختلف خشک کن دیده می شود زیرا با افزایش درجه حرارت خشک کن،



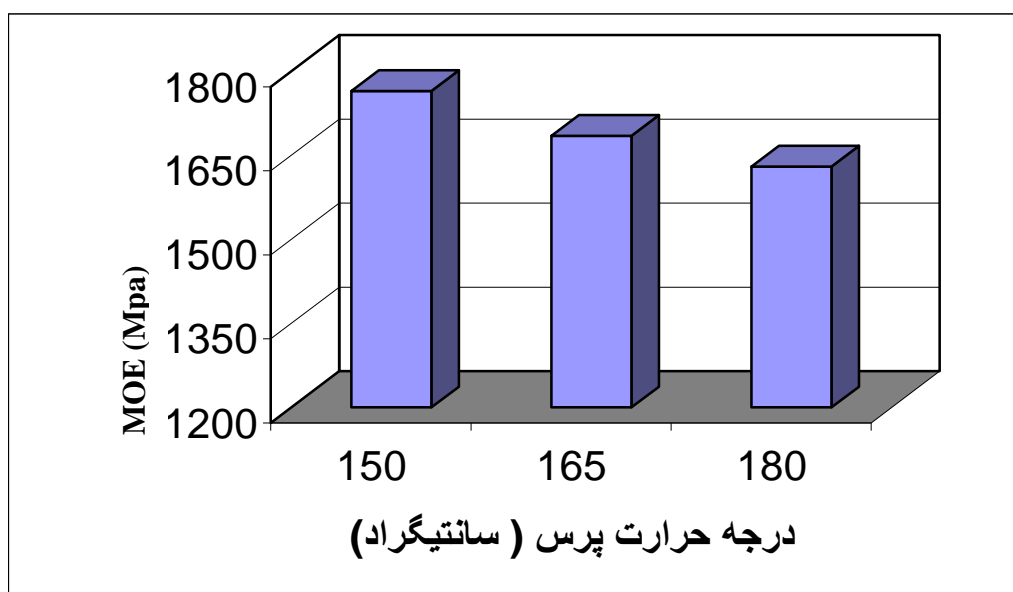
شکل ۳ - تاثیر درجه حرارت خشک کن بر مدول الاستیسیته

تغییرات شیمیایی خرده چوبها، تشدید گردیده و با تاثیر منفی بر کیفیت اتصالات چسب و چوب باعث کاهش مدول الاستیسیته شده است .

همچنین تاثیر درجه حرارت پرس بر مدول الاستیسیته معنی دار بوده و میانگین های حاصل لذا برای مدول الاستیسیته در سه دمای پرس با استفاده از آزمون دانکن گروه بندی شد. بطوریکه در شکل ۴ ملاحظه می شود یک رابطه معکوس بین دمای پرس و مدول الاستیسیته وجود دارد و با افزایش یافتن دمای پرس از ۱۵۰ به ۱۸۰ درجه سانتی گراد ، مقدار مدول الاستیسیته از ۱۷۶۵ به ۱۶۳۰ مگاپاسکال کاهش یافته است .

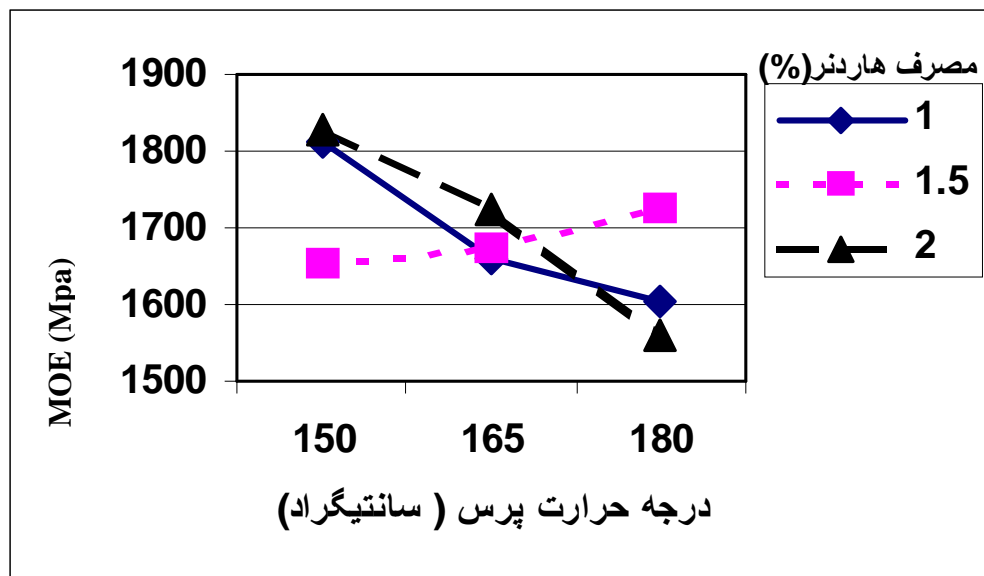
افزایش درجه حرارت پرس هر چند انتقال حرارت از لایه های سطحی به مغزی کیک را تسریع می نماید ولی به دلیل افزایش حرارت در لایه های سطحی ، از کیفیت اتصالات در این لایه کاسته شده و با تضعیف و کاهش کیفیت اتصالات لایه سطحی ، از مقدار مدول الاستیسیته کاسته است . و در درجه حرارت پرس ۱۸۰ درجه سانتی گراد این کاهش به حداکثر رسیده است .

همچنین نتایج نشان داد که تاثیر متقابل درجه حرارت پرس و میزان مصرف هاردنر بر مدول الاستیسیته معنی دار می باشد (شکل ۵) و بالاترین مقدار مدول الاستیسیته در دمای پرس ۱۵۰ درجه سانتیگراد و مصرف ۲ درصد هاردنر و پایین ترین مقدار آن در دمای پرس ۱۸۰ درجه سانتی گراد و مصرف هاردنر ۲ درصد حاصل شده است .



شکل ۴- تاثیر درجه حرارت پرس برمدول الاستیسیته

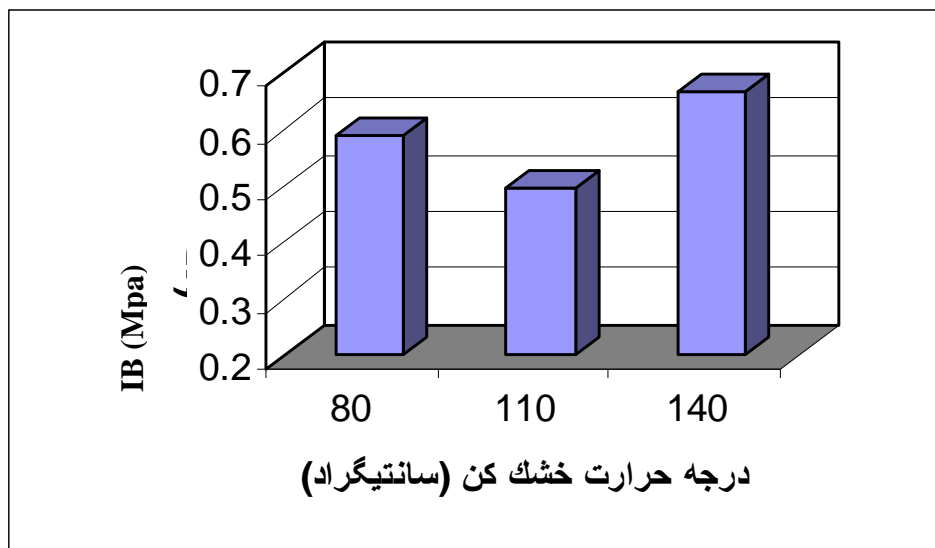
افزایش مصرف هاردنر در دمای پرس ۱۵۰ درجه سانتیگراد به ایجاد یک اتصال کار آمد توسط چسب کمک کرده است و با توجه به حداقل رسیدن تخریب حرارتی اتصالات لایه سطحی در این درجه حرارت مقدار مدول الاستیسیته در حد مطلوبی قرار گرفته است، در حالیکه در دمای پرس ۱۸۰ درجه سانتیگراد ، افزایش



شکل ۵- تاثیر متقابل درجه حرارت پرس و میزان مصرف هاردنر بر مدول الاستیسیته

مصرف هاردنر همگام با تاثیر منفی حرارت زیاد اتصالات چسب در لایه سطحی تخته‌ها را تحت تاثیر ناشی از افزایش بیش از اندازه اسیدیته محیط قرار داده که در این شرایط مدول الاستیسیته کاهش قابل ملاحظه ای یافته است . نتایج حاصل از تجزیه واریانس مقاومت چسبندگی داخلی تخته های ساخته شده نشان داد که درجه حرارت خشک کن بر مقاومت چسبندگی داخلی دارای تاثیر معنی داری است و بدین لحاظ میانگین های حاصل با استفاده از

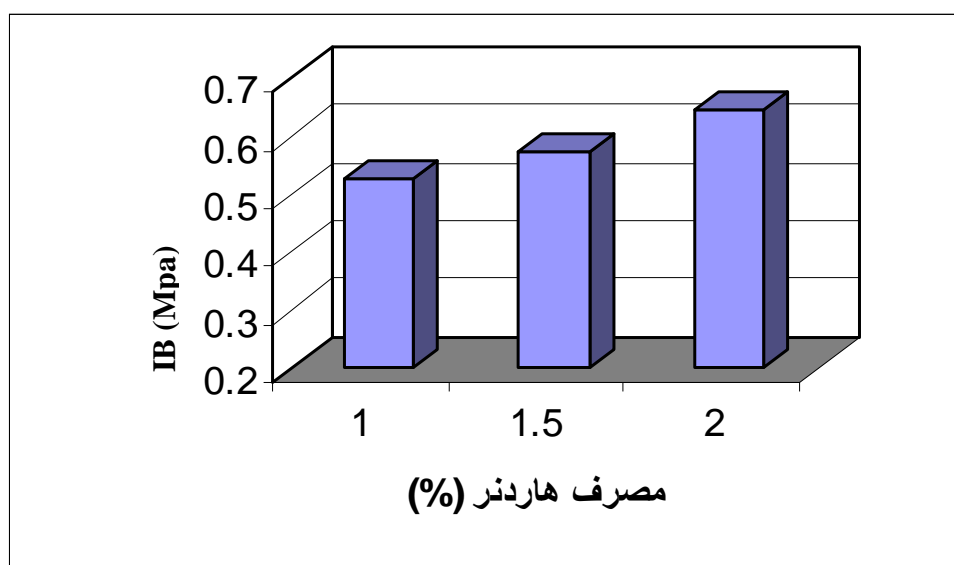
آزمون دانکن ، گروه بندی شد. با توجه به این میانگین ها که در شکل ۶ به صورت هیستوگرام قابل مشاهده است مقاومت چسبندگی داخلی تخته های ساخته شده از خرده چوبهای خشک شده دردمای ۸۰ و ۱۴۰ درجه سانتیگراد در سطح معنی داری نسبت به تخته های ساخته شده از خرده چوبهای خشک شده در دمای ۱۱۰ درجه سانتی گراد زیادتر می باشند . این اختلاف معنی دار نشان می دهد که تاثیر منفی حاصل از تغییرات اسیدیته و ماهیت مواد استخراجی در اثر اعمال دمای ۱۱۰ درجه سانتیگراد برای خشک کردن خرده چوب بر مقاومت اتصال بین خرده چوبها توسط چسب بویژه در لایه میانی و متعاقب آن مقاومت چسبندگی داخلی نسبت به دو درجه حرارت اعمالی دیگر ، بیشتر می باشد . که احتمالا به دلیل تجمع مواد استخراجی در سطح خرده چوب ها و عدم تبخیر آنها در دمای خشک کن ۱۱۰ درجه سانتی گراد است که باعث شده است از قدرت چسبندگی ذرات چسب قرار گرفته بر روی خرده چوبها در اثر ترکیب با این مواد استخراجی کاسته شده و مقاومت چسبندگی داخلی تخته های حاصله ، با کاهش مواجه شوند .



شکل ۶- تاثیر درجه حرارت خشک کن بر مقاومت چسبندگی داخلی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مقاومت چسبندگی داخلی همچنین نشان داد که میزان مصرف هاردنر ، یک ارتباط مستقیم معنی دار با مقاومت چسبندگی داخلی دارد . بطوریکه در شکل ۷ نیز مشاهده می شود ، با افزایش مصرف

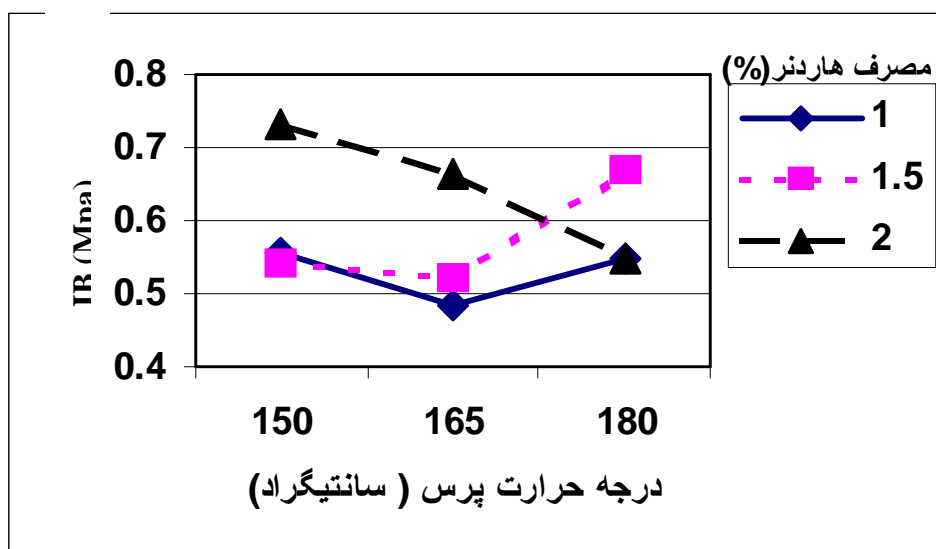
هاردنر ، بر مقاومت چسبندگی داخلی تخته ها نیز افزوده شده است . همانطوریکه قبلا نیز در این مورد بحث گردید با توجه به تحقیقاتی که مولف (۱۳۷۳) در بررسی تاثیر pH چوب بر ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی تخته خرده چوب ساخته شده با چسب UF انجام داده است مشاهده شد که با افزایش مقدار مصرف هاردنر از ۰/۵ به ۲ درصد در حدود ۵۸ درصد بر مقاومت چسبندگی داخلی تخته های ساخته شده با چوب راش افزوده شده است که علت این افزایش ، pH و ظرفیت بافر کنندگی زیاد چوب راش میباشد که با افزایش مصرف هاردنر ، محیط اسیدی لازم برای سخت شدن و ایجاد یک اتصال کارآمد توسط چسب مهیا می گردد . درحالیکه در مصرف کم هاردنر به دلیل مقاومت چوب نسبت به اسیدی شدن محیط ، ایجاد چنین اتصالاتی در حد مطلوب صورت نمی گیرد لذا افزایش مصرف هاردنر ، مقاومت چسبندگی داخلی را بهبود می بخشد .



شکل ۷- تاثیر میزان مصرف هاردنر بر مقاومت چسبندگی داخلی

نتایج همچنین نشان داد که تاثیر متقابل درجه حرارت پرس و میزان مصرف هاردنر بر مقاومت چسبندگی داخلی معنی دار است . در شکل ۸ مشاهده میگردد که در سطح مصرف ۱/۵ درصد هاردنر ، اختلاف معنی داری بین میانگین ها وجود ندارد و افزایش درجه حرارت پرس تاثیر محسوسی بر مقاومت چسبندگی داخلی نمی گذارد . اما در مصرف ۲

درصد هاردنر ، با افزایش یافتن درجه حرارت پرس از ۱۵۰ به ۱۸۰ درجه سانتیگراد ، مقاومت چسبندگی داخلی بطور معنی داری کاهش یافته است . زیرا مصرف زیاد هاردنر هرچند باعث ایجاد یک محیط اسیدی مناسب برای انعقاد و سخت شدن چسب می گردد . ولی حرارت زیاد پرس با توجه به اسیدی بودن محیط ، یک اثر تخریبی بر روی خرده چوبها و اتصالات لایه میانی می گذارد که باعث کاهش کیفیت مقاومت اتصال و در نتیجه کاهش مقاومت چسبندگی داخلی در این شرایط می گردد .



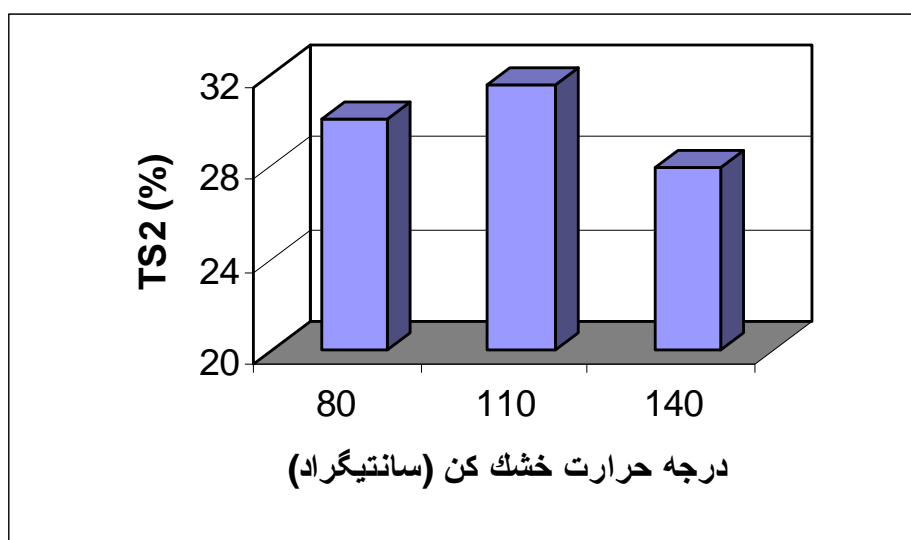
شکل ۸- تاثیر متقابل درجه حرارت پرس و میزان مصرف هاردنر بر مقاومت چسبندگی داخلی

ویژگیهای فیزیکی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس واکشیدگی ضخامت تخته هابعد از ۲ ساعت غوطه وری در آب نشان داد که تاثیر درجه حرارت خشک کن بر واکشیدگی ضخامت ۲ ساعت معنی دار است . در شکل ۹ میانگین های واکشیدگی ضخامت ۲ ساعت تخته های ساخته شده با خرده چوبهای خشک شده در دماهای مختلف به صورت

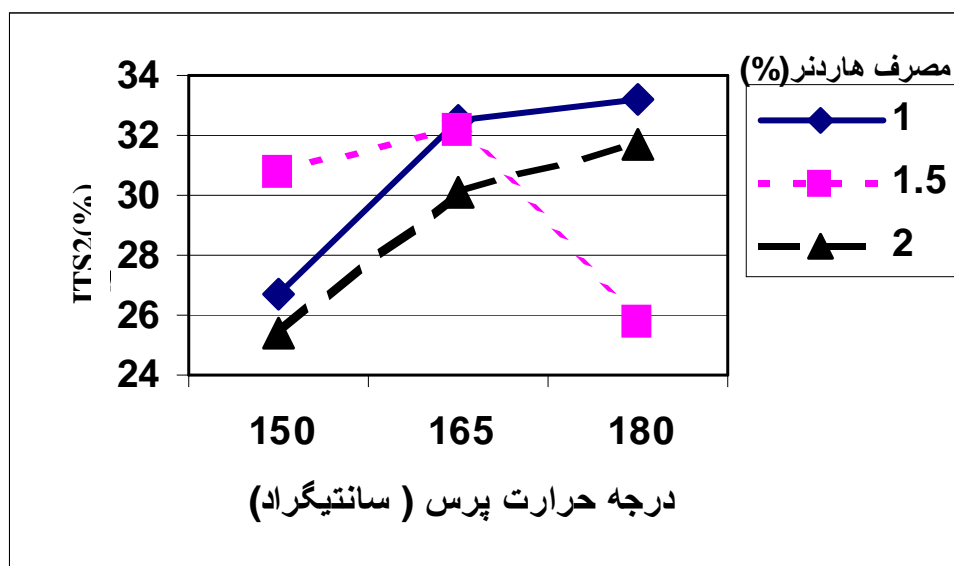
هیستوگرام آمده است. از جداول ۲ و ۳ که مقادیر pH و ظرفیت بافرکنندگی خرده چوبهای خشک شده در دماهای مختلف خشک کن آورده شده است، ملاحظه می شود که ظرفیت بافرکنندگی خرده چوبهای خشک شده در دمای ۱۱۰ درجه سانتی گراد به نحو محسوسی کمتر از خرده چوبهای خشک شده در دو درجه حرارت ۸۰ و ۱۴۰ درجه سانتیگراد بود و این نشان می دهد که مقاومت خرده چوبهای خشک شده در درجه حرارت ۱۱۰ درجه سانتیگراد نسبت به قلیایی شدن محیط (اضافه شدن NaOH) کمتر از خرده چوبهای خشک شده در دماهای ۸۰ و ۱۴۰ می باشد. این اختلاف در مورد مقدار pH نیز کاملاً مشهود است و گویای این مطلب است که در دمای ۱۱۰ درجه سانتی گراد، تغییرات شیمیایی ایجاد شده در چوب راش کاملاً نسبت به دو درجه حرارت دیگر اعمال شده برای خشک کردن خرده چوبها تفاوت دارد. این تغییرات شیمیایی ایجاد شده در خرده چوب که باعث کاهش مقاومت چسبندگی داخلی تخته های ساخته شده گردیده است به نوبه خود در افزایش واکنشیدگی ضخامت ۲ ساعت موثر واقع می شوند. به عبارت بهتر زیادتیرین تاثیر منفی مواد استخراجی بر سخت شدن چسب و اتصالات ایجاد شده بین خرده چوبها بویژه در لایه های میانی در دمای خشک کن ۱۱۰ درجه سانتیگراد حاصل می شود که نتیجه آن حداقل مقاومت چسبندگی داخلی و حداکثر واکنشیدگی ضخامت در تخته های ساخته شده می باشد.

نتایج نشان داده است که تاثیر متقابل درجه حرارت پرس و میزان مصرف هاردنر بر واکنشیدگی ضخامت بعد از ۲ ساعت غوطه وری در آب معنی دار است. بطوریکه در شکل ۱۰ مشاهده می شود. در میزان مصرف هاردنر ۲ درصد، با افزایش درجه حرارت پرس، واکنشیدگی ضخامت ۲ ساعت افزایش یافته است که با کاهش مقاومت چسبندگی داخلی در ارتباط و هماهنگی کامل می باشد و نشان می دهد که اثر تخریبی حرارت پرس و اسید



شکل ۹- تاثیر درجه حرارت خشک کن بر واكشیدگی ضخامت ۲ ساعت

تولید شده توسط هاردنر (مقدار ۲ درصد مصرف هاردنر) بر اتصالات ایجاد شده توسط چسب بین خرده چوبها باعث تضعیف اتصالات و در نتیجه افزایش واكشیدگی ضخامت شده است . از طرف دیگر ملاحظه می شود که در



شکل ۱۰ - تاثیر متقابل درجه حرارت پرس و میزان مصرف هاردنر بر واكشیدگی ضخامت ۲ ساعت

بین ۳ درجه حرارت پرس اعمال شده پایین ترین مقدار واکنشیدگی ضخامت ۲ ساعت در دمای ۱۵۰ درجه سانتی گراد حاصل شده است که نشان دهنده حداقل تخریب حرارتی اتصالات ایجاد شده توسط درجه حرارت پرس می باشد .

نتیجه گیری

با توجه به نتایج حاصل از ارزیابی خواص فیزیکی و مکانیکی تخته های ساخته شده با ترکیب شرایط مختلف درجه حرارت خشک کن ، درجه حرارت پرس و میزان مصرف هاردنر (۲۷ ترکیب شرایط) و تجزیه و تحلیل آنها با استفاده از روش آماری می توان نتایج ذیل را ارائه نمود:

نتایج حاصل از اندازه گیری مقاومت خمشی تخته ها نشان داد که تخته های ساخته شده از خرده چوبهای خشک شده در درجه حرارت های ۸۰ و ۱۴۰ درجه سانتیگراد نسبت به تخته های ساخته شده از خرده چوبهای خشک شده در درجه حرارت ۱۱۰ درجه سانتی گراد از مقاومت خمشی زیادتری برخوردار است . همچنین با مصرف هاردنر ۲ درصد ، با افزایش درجه حرارت پرس ، مقدار مقاومت خمشی کاهش یافت .

نتایج تجزیه واریانس مدول الاستیسیته تخته ها نیز نشان داد که تخته های ساخته شده از خرده چوبهای خشک شده در درجه حرارت ۸۰ درجه سانتیگراد دارای مدول الاستیسیته زیادتری نسبت به تخته های ساخته شده از خرده چوبهای خشک شده در دمای ۱۱۰ و ۱۴۰ درجه سانتیگراد است . همچنین درجه حرارت پرس نیز دارای تاثیر معنی داری بر MOE بوده و تخته های پرس شده در دمای ۱۵۰ درجه سانتیگراد دارای بالاترین مدول الاستیسیته بودند . بعلاوه در میزان مصرف هاردنر ۲ درصد با افزایش یافتن درجه حرارت پرس ، مدول الاستیسیته کاهش یافته است که نشان دهنده اثر منفی حرارت بر MOE در مصرف زیاد هاردنر می باشد .

اندازه گیری مقاومت چسبندگی داخلی نشان داد که تخته های ساخته شده از خرده چوب های خشک شده در دماهای ۸۰ و ۱۴۰ درجه سانتیگراد دارای بالاترین IB و تخته های ساخته شده از خرده چوبهای خشک شده در دمای ۱۱۰ درجه سانتیگراد دارای کمترین مقاومت چسبندگی داخلی هستند که علت آن را می توان با توجه به نتایج اندازه گیری pH و ظرفیت بافر کنندگی خرده چوبهای خشک شده در درجه حرارت های مختلف ، تغییرات شیمیایی در مقدار و ماهیت مواد استخراجی خرده چوبها در دمای خشک کردن ۱۱۰ درجه سانتیگراد دانست که حداکثر تاثیر منفی را بر مقاومت اتصال و سخت شدن چسب می گذارند .

در این تحقیق مقاومت چسبندگی داخلی تخته های ساخته شده با ۲ درصد هاردنر بطور معنی داری زیادتر از مصرف ۱ و ۱/۵ درصد هاردنر است که دلیل آن ظرفیت بالای بافر کنندگی چوب راش و نیاز به اسید زیادتر برای سخت شدن چسب UF در تخته های ساخته شده می باشد . تاثیر متقابل درجه حرارت پرس و میزان مصرف هاردنر نیز بر مقاومت چسبندگی داخلی معنی دار بوده و در مصرف ۲ درصد هاردنر ، با افزایش یافتن درجه حرارت پرس ، مقاومت چسبندگی داخلی کاهش یافت که تاثیر توأم دمای زیاد پرس و اسید تولید شده توسط هاردنر در کاهش کیفیت اتصالات چسب بویژه در لایه میانی از دلایل این کاهش می باشد .

نتایج آزمایشات واکشیدگی ضخامت بعد از ۲ ساعت غوطه وری در آب نشان داد که میزان واکشیدگی ضخامت تخته های ساخته شده با خرده چوبهای خشک شده در ۱۴۰ درجه سانتیگراد دارای کمترین مقدار بوده و با زیادترین مقاومت چسبندگی داخلی حاصل شده در این شرایط هماهنگی دارد. نتایج همچنین نشان داد که تاثیر متقابل درجه حرارت پرس و میزان مصرف هاردنر بر واکشیدگی ضخامت ۲ ساعت معنی دار بود و با افزایش دمای پرس در مصرف ۲ درصد هاردنر بر مقدار واکشیدگی ضخامت افزوده شده است که دلیل آن تاثیر منفی افزایش درجه حرارت پرس بر اتصالات چسب و قدرت اتصال بین خرده چوبها می باشد که با کاهش مقاومت چسبندگی داخلی، واکشیدگی ضخامت تخته ها افزایش یافته است.

نتایج این بررسی نشان داد که به کاربردن درجه حرارت ۱۱۰ درجه سانتی گراد برای خشک کردن خرده چوبها، دارای یک تاثیر منفی مشخص بر ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی تخته های ساخته شده می باشد. که در درجه حرارتهای خشک کن ۸۰ و ۱۴۰ درجه سانتی گراد، چنین تاثیری مشاهده نگردید لذا پیشنهاد می گردد در تحقیقات بعدی تغییرات شیمیایی ایجاد شده در خرده چوبهای خشک شده در دمای ۱۱۰ درجه سانتیگراد بوسیله روشهای تجزیه دستگاهی از قبیل G.C و HPLC مورد تجزیه و تحلیل دقیق قرار گیرد.

منابع مورد استفاده

- ۱- کارگرفرد ، ا. ۱۳۷۳. تاثیر pH چوب بر روی ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی تخته خرده چوب ساخته شده با چسب UF. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
- 2- Chen , T.; Paulitsch , M..1974 .The extractives of needles , bark and wood of pine and spruce and their effect on particleboard thereof . Holz – roh – werkstoff. 32.(10) . P: 397 – 401
- 3- DIN Standard (No 68763) . 1990 . Flat pressed particleboard for use in building construction .
- 4- Johns , W.E.; Niazi , K..1980. Effect of pH and buffering capacity of wood on the gelation time of UF resin . wood and fiber Sci.J. 12(4) . P : 255- 263
- 5- Kauman , W. G..1961. Effect of thermal degradation on shrinkage and collapse of wood from 3 Australian species. Forest Product Journal . 11(9) P: 445-452 .
- 6- Khoo , K.C.; Roffael , E ..1990. The acidity of five hardwood species Holzforschung 44. P: 53-58 .
- 7- Kubel , H.; Simatupang , M.H..1994.Determination of the change in surface pH of dried and fungus – attacked veneer of Norway spruce and poplar with a surface electrode and a colorimetric method . Holz – als – roh- und- werkstoff . 52.P: 272 – 278
- 8- Plagemann, W.L.; Price , W.; Johns , W.E..1984.The response of hardwood flakes and flakeboard to high temperature drying .Adhesive J16 . P:311-338
- 9- Pobelete , E.;Roffael , E..1985. Ueber chemische veränderungen in Holzspanen bei der herstellung von harnstoff- for- maldehydharz gebundenen spanplatten . Holz-als -roh – und werkstoff. 43.P:57-62
- 10- Sarni , F.; Moutounet , M. ; Puech , J.L. ; Rabier ,P..1990. Effect of heat treatment of oak wood extractable compounds . Holzforschung 44.P : 461-466
- 11- Vanesse , R ..1964. Incidence de la morphologie des particules de bois sur la resistance a la flexion statique des panneaux obtenus par autoagglomeration – Agricultura . 13(1) P : 101-116

The Effect of Heat on Wood Acidity In Particleboard Process

Kargarfard A., Hosseinzadeh, A., Noorbakhsh, A., Golbabaei, F.
and Hadjihassani, R.

**Wood and Paper Science Division,
Research Institute of Forests and Rangelands
P.O.Box: 13185-116. Fax: 021-4196573
Tehran, Iran
kargarfard [@rifr-ac.ir](mailto:kargarfard@rifr-ac.ir)**

Abstract

In order to investigate the influence of processing variables such as particle drying temperature, press temperature and hardner consumption on wood acidity and bonding performance of UF resin, experimental boards were produced using beech wood particle, drying temperature varied at 80, 110 and 140 °C, press temperature at 150, 165 and 180 °C and hardner consumption at 1, 1.5 and 2% (based on solid content of UF resin). Eighty one sample boards were produced and tested. The results of physical and mechanical properties measurement were as follows:

Modulus of rupture and modulus of elasticity of boards produced with particles dried at 80 °C were higher than 110 and 140 °C. Application of 2% hardner with increasing press temperature decreased MOR and MOE.

Internal bonding of boards were measured and the results indicated that drying temperature had significantly effected the IB and boards produced with particle dried at 80 and 140 °C produced highest IB and lowest IB was belong to 110 °C. The effect of hardner consumption was statistically significant and the highest IB was belong to 2% hardner consumption.

The results of thickness swelling measurement after 2 hr. soaking in water indicated that T.S2 of boards produced with particles dried at 140 °C were the lowest. The combined effect of press temperature and hardner consumption on T. S2 was statistically significant and at 2% hardner consumption with increasing press temperature, increased thickness swelling.

Key words: Particleboard, Drying temperature, press temperature, Wood acidity, and Buffering capacity, Bond Strength

