DOI: http://dx.doi.org/10.22092/ijwpr.2014.5685

فصلنامه علمی – پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران

جلد ۲۹، شماره ۲، صفحه ۲۲۹-۲۲۰، (۱۳۹۳)

تأثیر اکسایش سطوح ذرات خرده چوب بر میزان چسب مصرفی تخته خرده چوب همسان و بررسی ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی آن

پریسا آذری[۱*]، محمد طلایی‌پور[۲]، نورالدین نظرنژاد[۳] و بهزاد بازیار[۲]

۱*- نویسنده مسئول، کارشناس‌ارشد، علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

پست‌الکترونیک: parisa_azari63@yahoo.com

۲- استادیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

۳- استادیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

تاریخ دریافت: شهریور ۱۳۹۲ تاریخ پذیرش: فروردین ۱۳۹۳

چکیده

در این پژوهش تأثیر اکسایش سطوح ذرات خرده چوب با هدف کاهش مقدار چسب مصرفی در ساخت تخته خرده چوب همسان بررسی شد. اکسید کردن سطوح ذرات چوب می‌تواند منجر به تشکیل گروه‌های کربوکسیل و رادیکال‌های آزاد فنولی‌گردد که باعث فعال‌تر شدن سطوح برای چسبندگی می‌شود. در این تحقیق ذرات خرده چوب صنوبر (تبریزی) در چهار سطح ۰، ۲، ۴ و ۶ درصد براساس وزن خشک چوب به وسیله اسید نیتریک (۴۰٪) اکسید شدند. سپس ذرات خرده چوب توسط چسب فنول فرمالدهید در سه سطح ۳، ۵ و ۷ درصد بر مبنای وزن خشک خرده چوب چسب‌زنی شده و کیک‌های خرده چوب در دمای ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد، مدت زمان ۵ دقیقه و فشار ۳۰ kg/cm^2 پرس گردیدند. نتایج نشان داد که بالاترین مقاومت‌خمشی و مدول‌الاستیسیته و همچنین کمترین مقدار واکشیدگی‌ضخامت و جذب آب در تخته‌های ساخته شده با ۷٪ چسب و ۴٪ اسید نیتریک و بهترین مقاومت برشی در تیمار دارای ۵٪ چسب و ۴٪ اسید نیتریک مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: خرده چوب، فعال‌سازی سطحی، فنول فرمالدهید، اکسید کننده، طیف‌سنجی FTIR

مقدمه

اکسایش ذرات چوب نوعی واکنش شیمیایی بین برخی از بخش‌های فعال اجزای تشکیل‌دهنده چوب (سلولز، همی سلولز و لیگنین) با یک ماده شیمیایی است که در نهایت منجر به ایجاد پیوند بین چوب و ماده شیمیایی می‌گردد. بدین ترتیب، شیمی پایه بسپارهای سازنده دیوار سلولی تغییر می‌یابد که در نتیجه می‌تواند ویژگی‌های مهمی نظیر ثبات ابعاد و برخی از ویژگی‌های مکانیکی چوب را تغییر دهد. در نتیجه اکسایش سطوح چوب، رادیکال‌های آزاد فنولی، واحدهای گلوکزی و فنیل پروپان اکسید شده تشکیل می‌گردند (Fengel ,1989).

گروه‌های عاملی ایجاد شده روی سطوح ذرات مختلف چوب در شرایط خاصی می‌توانند اتصالات کووالانسی (استری) را ایجاد نمایند که البته از شرایط لازم برای ایجاد این نوع اتصال می‌توان به فاصله مناسب بین دو گروه عاملی و انرژی لازم برای ایجاد پیوند بین آنها اشاره کرد. در اثر اکسیداسیون ذرات چوب، بخشی از گروه‌های هیدروکسیل سطوح چوب به گروه‌های کربوکسیل که فعالیت و انرژی بیشتری دارند تبدیل می‌شوند (Nazarnezhad *et al.*, 2003). بنابراین ذرات چوب اکسید شده اگر به اندازه کافی به هم نزدیک شوند در شرایط گرما می‌توانند به هم متصل شوند. ولی چون امکان نزدیک کردن ذرات چوب به اندازه کافی با دانسیته مناسب برای تخته‌ها ممکن نیست، برای

ایجاد اتصال بین ذرات چوب از مواد اتصال‌دهنده عرضی همانند چسب فنول فرمالدهید استفاده می‌شود. استفاده از چسب فنول فرمالدهید این امکان را به ذرات اکسید شده چوب می‌دهد تا در فاصله اتمی مناسب یکدیگر قرار گیرند و امکان اتصال بین سطوح فعال شده از طریق اتصال‌دهنده عرضی ایجاد شود (Nazarnezhad *et al.*, 2003). به علاوه اینکه تجزیه و تحلیل نمونه‌های تیمار شده با اسید نیتریک (بدون عامل اتصال دهنده و یا چسب) نشان می‌دهد که فعال‌سازی سطحی به تنهایی نمی‌تواند عاملی برای تشکیل مناسب و کافی پیوند بر روی سطوح ذرات چوب باشد (Kelley *et al*.,1983).

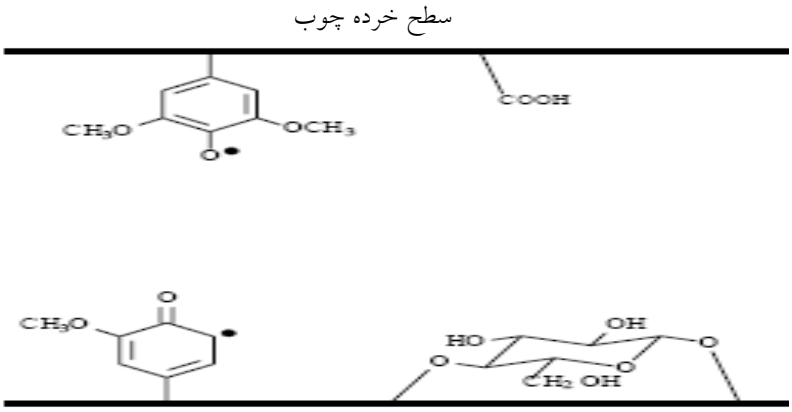
Erinsh و Odintsov (۱۹۶۷) دریافتند که در اثر استفاده از اکسید کننده، سطح چوب از نظر خلل و فرج تغییر می‌کند، به طوری که باعث افزایش ابعاد خلل و فرج می‌شود. آنها با مطالعاتی که بر روی سطوح داخلی و حجم میکروسکوپی چوب انجام دادند مشخص کردند که اکسید کننده تغییرات زیادی را در ویژگی‌های مویینگی[1] چوب ایجاد می‌کند. Johns و همکاران (۱۹۷۸) برای ساخت تخته فلیک[2] از ذرات چوب نراد سفید، در ابتدا از اسید نیتریک و به دنبال آن از لیگنوسولفونات آمونیم، فورفورال الکل و مالئیک اسید به‌عنوان عوامل تیمار استفاده کردند. ویژگی‌های این تخته‌ها با تخته فلیک‌هایی که با چسب فنول فرمالدهید ساخته شده بودند مورد مقایسه قرار گرفتند. تخته‌های تیمار شده مدول‌الاستیسیته بیشتر و واکشیدگی‌ضخامت و جذب آب کمتری را از خود نشان دادند، در حالی که تخته‌های ساخته شده با چسب فنول فرمالدهید مقاومت خمشی و چسبندگی داخلی بالاتری داشتند.

Latibari و Johns (۱۹۸۳) برای بهبود ویژگی‌های تخته‌های ساخته شده با ذرات فلیک تحقیقی بر روی چوب دوگلاس‌فر انجام دادند. در این بررسی ذرات فلیک توسط اسید نیتریک تیمار شدند. نتایج حکایت از این داشت که ویژگی تخته‌های تولیدی در مقایسه با تخته‌هایی که بر طبق روش‌های قبل ساخته شده بودند بهبود قابل ملاحظه‌ای را نشان می‌دادند. در این روش تخته‌ها پس از تیمار با اسید نیتریک خشک شدند و یک بهبود ۵۵٪ در چسبندگی داخلی و ۸٪ در مدول‌الاستیسیته مشاهده شد. اما مدول‌گسیختگی در تخته‌های تولیدی تغییری نکرد. Kelley و همکاران (۱۹۸۳) ثابت کردند که نمونه‌های چوبی را می‌توان از طریق فعال کردن سطح‌شان به هم متصل کرد. در این صورت مقاومت برشی محصولات تولید شده بشدت وابسته به عامل فعال‌سازی سطحی و نوع گونه چوبی خواهد بود. در اثر فعال‌سازی با اسید نیتریک و به دنبال آن پرس تخریب قابل توجهی در ساختار چوب به وجود می‌آید. ویژگی‌های آناتومیکی چوب مانند تفاوت دانسیته در چوب بهاره و تابستانه، تعداد و اندازه آوندها نیز اثر قابل ملاحظه‌ای بر نتایج مقاومت برشی دارند. طی نتایج به‌دست آمده از تحقیقات Brink و همکاران (۱۹۸۳) مقدار واکشیدگی ذرات فلیک اکسید شده با اسید نیتریک به میزان ۲۵_۱۵٪ کاهش یافته است. Gardner & Elder (۱۹۸۸) با تیمار سطحی چوب توسط اسید نیتریک، پراکسید هیدروژن و هیدروکسید سدیم به بررسی زمان ژله شدن چسب فنول فرمالدهید پرداختند. نتایج نشان داد که هر سه اکسید کننده باعث کاهش زمان ژله‌ای شدن چسب فنول می‌گردند که در بین آنها بیشترین تأثیر مربوط به تیمار سطحی با اسید نیتریک بود.

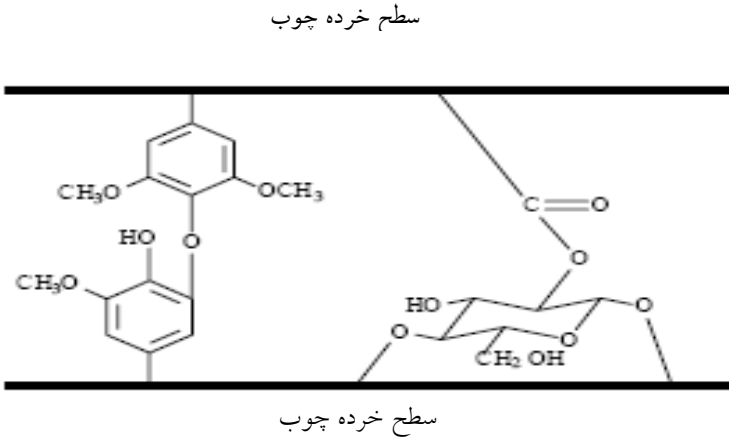
Subramanian و همکاران (۲۰۰۶) تیمار سطحی ذرات چوب را با اسید نیتریک در سه دامنه رطوبت نسبی مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان‌دهنده این بود که با کاهش مقدار رطوبت نسبی ذرات چوب، مکان‌های قابل دسترس برای اکسیداسیون هم کاهش می‌یابد. براساس تحقیقات Douglas و همکاران (۲۰۰۷) تیمار سطحی ذرات چوب با اسید نیتریک، در ساخت تخته خرده چوب، باعث کاهش زمان ژله‌ای شدن چسب فنول می‌گردد. Doosthoseiniو همکاران (۲۰۱۰) در تحقیقات خود بر روی تخته فیبرهای اکسید شده با اسید نیتریک دریافتند با افزایش مقدار اکسید کننده خصوصیات فیزیکی مکانیکی تخته‌ها بهبود می‌یابد.

هدف از این بررسی، استفاده از پتانسیل طبیعی چوب و مواد تشکیل‌دهنده دیواره سلول‌های چوبی برای ایجاد اتصال بین ذرات چوب و کاهش مقدار چسب مصرفی در اثر اتصالات به وجود آمده در سطوح چوب می‌باشد. شکل‌های ۱، ۲ و ۳ چگونگی فعال‌سازی سطحی را از طریق اکسیداسیون نشان می‌دهد.

1- Microscopic Capillary
2- Flake board



شکل ۱- اکسیداسیون سطح ذرات خرده چوب و تشکیل رادیکال‌ها (Petri Widsten, 2002)



شکل ۲- رادیکال‌های ایجاد شده در شرایط پرس به‌ترتیب از چپ به راست (جفت شدن رادیکال‌های فنوکسی و استری شدن قابل مشاهده است) (Petri Widsten, 2002).

مواد و روش‌ها

برای انجام این تحقیق گونه صنوبر تبریزی (*Populus nigra*) انتخاب شد، پس از تهیه چوب صنوبر، آنها به آزمایشگاه فرآورده‌های مرکب چوبی واقع در مجتمع تحقیقاتی البرز انتقال داده شدند، سپس با استفاده از یک خردکن غلتکی از نوع Pallmann X 430 120 PHT- به قطعات کوچک‌تر تبدیل و بعد با استفاده از یک آسیاب حلقوی (Ring Flaker) آزمایشگاهی از نوع Pallamnn PZ8 به خرده‌های چوب قابل استفاده در ساخت تخته خرده چوب تبدیل گردیدند. عوامل متغیر این تحقیق مقدار اکسید کننده و مقدار چسب مصرفی بودند. ضخامت تخته‌ها (۱۵ میلی‌متر)، نوع اکسید کننده (اسید نیتریک)، مدت زمان تیمار (۳۰ دقیقه) و رطوبت کیک خرده چوب (۱۲٪) برای تمام نمونه‌ها یکسان در نظر گرفته شد. زمان، درجه حرارت و فشار پرس ثابت بوده و به‌ترتیب برابر ۵ دقیقه، ۱۸۰°C و ۳۰ kg/cm^2 تنظیم شدند. دانسیته تخته‌های مورد مطالعه ۰/۷۵ g/cm^3 در نظر گرفته شد. برای تیمار ذرات خرده چوب مقادیر ۲، ۴ و ۶ درصد اسید نیتریک (با غلظت ۴۰٪) براساس وزن خشک ذرات چوب برای ساخت هر

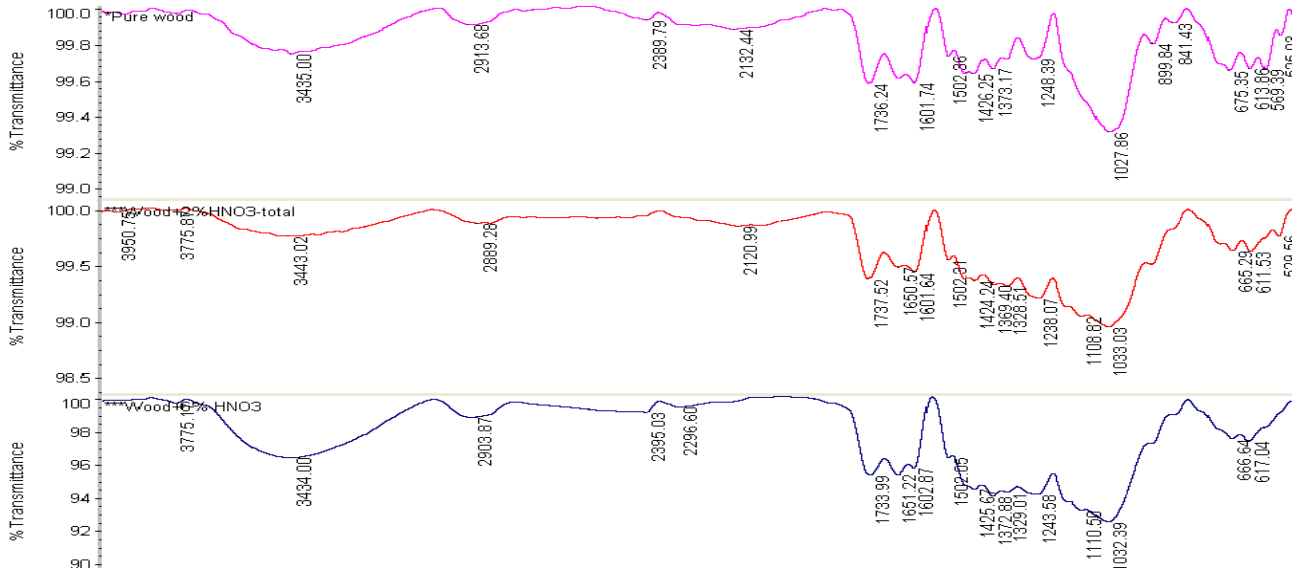
تخته استفاده شد (مقدار صفر درصد اکسید کننده به‌عنوان نمونه شاهد در نظر گرفته شد). برای انجام یکنواخت‌تر عمل اکسایش از روش اسپری کردن اسید بر روی ذرات خرده چوب استفاده شد. پس از تیمار ذرات چوب از چسب فنول فرمالدهید با مقادیر ۳، ۵ و ۷ درصد وزن خشک خرده چوب به‌عنوان عامل اتصال‌دهنده استفاده شد. از هر تیمار، ۳ تخته توسط دستگاه پرس یک دهانه هیدرولیکی با نام Burkie L 100 با قطر پیستون ۲۰ سانتیمتر ساخته شد. آزمون تعیین مقاومت به خمش استاتیک طبق استاندارد EN_310 و آزمون تعیین مقاومت به برش طبق استاندارد EN_319 توسط دستگاه INSTRON_4486 و تعیین میزان واکشیدگی و جذب آب نمونه‌ها طبق استاندارد EN_317 با استفاده از ترازوی آزمایشگاهی و کولیس دیجیتال انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها در این تحقیق به صورت آزمایش‌های فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد و با استفاده از تکنیک تجزیه واریانس مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. برای این منظور از نرم‌افزار SPSS16 استفاده شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (DMRT) استفاده گردید. برای مشخص شدن اثر اکسیدکننده بر روی سطوح ذرات چوب از نمونه‌های تیمار شده با اسید نیتریک و نمونه شاهد، طیف FTIR گرفته شد.

جدول ۱- میانگین ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته‌های ساخته شده در شرایط مختلف استفاده از چسب فنول و اسید نیتریک

مقدار چسب ٪	مقاومت خمشی MPa	مدول‌الاستیسیته MPa	مقاومت برشی MPa	واکشیدگی‌ضخامت ٪	جذب آب ٪
۳	۲/۷۹	۴۶۳	۰/۰۶۳	۱۶۵/۱۶	۱۴۷/۵
۵	۴/۴۷	۵۶۶	۰/۱۱۸	۱۱۲/۷	۱۲۷/۶۲
۷	۷/۳۱	۸۱۰	۰/۱۲۶	۷۹/۵۴	۱۰۰/۵۹
۳	۵/۰۹	۱۴۱۰	۰/۱۸۹	۴۴/۸۸	۱۰۰/۸۱
۵	۱۱/۷۱	۲۳۴۳	۰/۲۲۴	۳۹/۷۱	۸۶/۸۹
۷	۱۳/۶۷	۲۵۴۸	۰/۳۵۴	۲۷/۲۲	۷۸/۴۷
۳	۸/۴۲	۲۱۳۵	۰/۳۳۶	۳۹/۱۹	۸۵/۸۵
۵	۱۲/۴۸	۲۵۷۷	۰/۸۳۷	۳۰/۶۴	۷۵/۲۸
۷	۱۶/۹۵	۳۰۸۷	۰/۸۵۵	۱۳/۶۸	۶۲/۵۳
۳	۶/۴۴	۱۵۱۲	۰/۲۱۴	۳۸/۶۶	۸۵/۷۸
۵	۱۲/۶۲	۲۳۰۷	۰/۵۸۸	۳۰/۳۲	۶۸/۲۴
۷	۱۸/۳۱	۳۱۱۴	۰/۵۹۰	۱۳/۰۶	۵۹/۳۶

نتایج

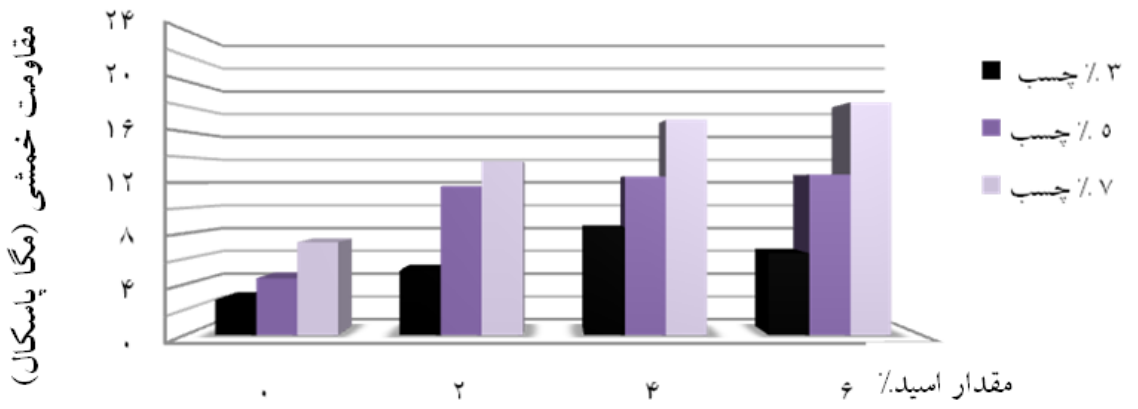
مقایسه طیف‌های نمونه‌های اکسید شده با نمونه شاهد در عدد موج $1730_1740 Cm^{-1}$ که مربوط به گروه کربوکسیل است، نشان می‌دهد که با افزایش مصرف اکسید کننده، جذب در عدد موج $1730_1740 Cm^{-1}$ افزایش یافته است، یعنی با افزایش شدت اکسیداسیون مقدار جذب گروه کربوکسیل افزایش می‌یابد. با توجه به شکل ۴ مقدار جذب گروه‌های کربوکسیل در نمونه شاهد ۰/۴۲٪، در نمونه تیمار شده با ۲٪ اسید نیتریک ۰/۷۵٪ و در نمونه تیمار شده با ۶٪ اسید نیتریک ۴/۸۵٪ بوده است. این عمل برای شناسایی و تعیین تغییرات گروه‌های شیمیایی چوب (همانند گروه‌های کربوکسیل) نسبت به نمونه شاهد انجام می‌گیرد.



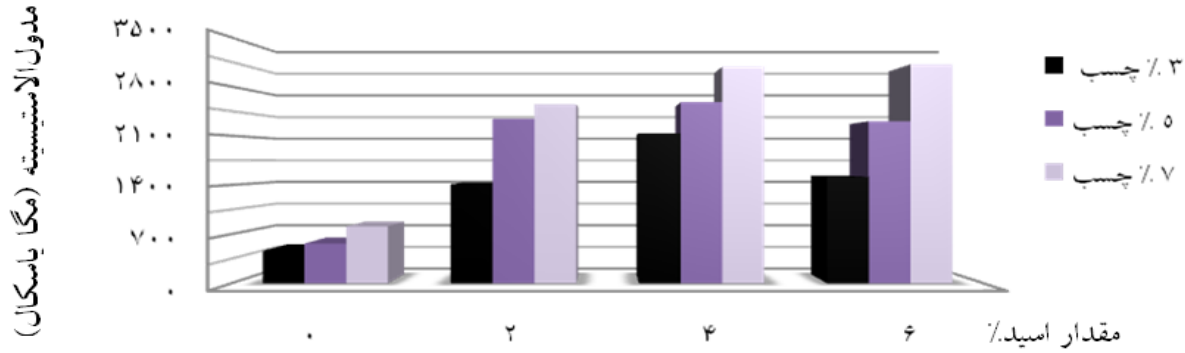
شکل ۳- طیف **FTIR** نمونه شاهد و ذرات خرده چوب اکسید شده با ۲ و ۶٪ اسید نیتریک
(به‌ترتیب از بالا به پایین)

جدول ۲- تجزیه واریانس ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی

ویژگی	منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	مقدار F	سطح معنی‌دار
مقاومت خمشی	درصد چسب A	۲	۴۲۵/۲۷۳	۲۱۲/۶۳۶	۱۳۷/۷۶۷	۰/۰۰۰
	درصد تیمار B	۳	۳۴۵/۹۸۴	۱۱۵/۳۲۸	۷۴/۷۲۱	۰/۰۰۰
	اثر متقابل AB	۶	۴۹/۵۵۴	۸/۲۵۹	۵/۳۵۱	۰/۰۰۱
مدول‌الاستیسیته	درصد چسب A	۲	۶۱۵۱۸۰۵/۷۲۲	۳۰۷۵۹۰۲/۸۶۱	۹۱/۰۸۶	۰/۰۰۰
	درصد تیمار B	۳	۲۱۲۰۰۰۰۰	۷۰۶۶۷۴۴/۳۲۴	۲۰۹/۲۶۷	۰/۰۰۰
	اثر متقابل AB	۶	۱۴۶۰۱۴۹/۶۱۱	۲۴۳۳۵۸/۲۶۹	۷/۲۰۷	۰/۰۰۰
مقاومت برشی	درصد چسب A	۲	۰/۵۵۳	۰/۲۷۶	۱۹/۳۶۲	۰/۰۰۰
	درصد تیمار B	۳	۱/۶۸	۰/۵۶	۳۹/۲۴۱	۰/۰۰۰
	اثر متقابل AB	۶	۰/۲۹۹	۰/۰۵۰	۳/۴۹۶	۰/۰۱۳
واکشیدگی‌ضخامت	درصد چسب A	۲	۸۹۴۳/۳۴۲	۴۴۷۱/۶۷۱	۸۵/۸۵۵	۰/۰۰۰
	درصد تیمار B	۳	۱۶۵۰۲/۸۰۱	۵۵۰۰/۹۳۴	۸۵/۸۲۸	۰/۰۰۰
	اثر متقابل AB	۶	۶۷۷/۷۲۶	۱۱۲/۹۵۴	۱/۷۶۲	۰/۱۵
جذب آب	درصد چسب A	۲	۵۳۱۱/۶۶۸	۲۶۵۵/۸۳۴	۴۱/۴۳۸	۰/۰۰۰
	درصد تیمار B	۳	۱۶۵۰۲/۸۰۱	۵۵۰۰/۹۳۴	۸۵/۸۲۸	۰/۰۰۰
	اثر متقابل AB	۶	۶۷۷/۷۲۶	۱۱۲/۹۵۴	۱/۷۶۲	۰/۱۵



شکل ۴- میانگین مقاومت خمشی تخته‌های ساخته شده در شرایط مختلف استفاده از چسب فنول فرمالدهید و اسید نیتریک

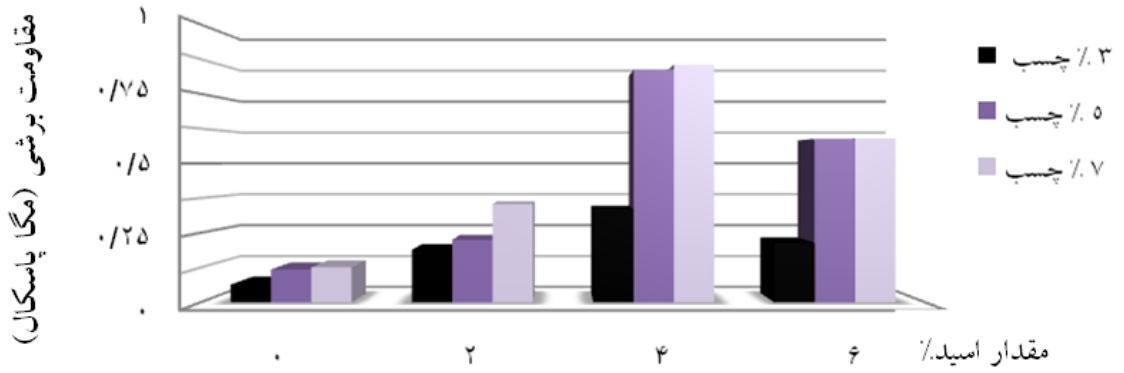


شکل ۵- میانگین مدول‌الاستیسیته تخته‌های ساخته شده در شرایط مختلف استفاده از چسب فنول فرمالدهید و اسید نیتریک

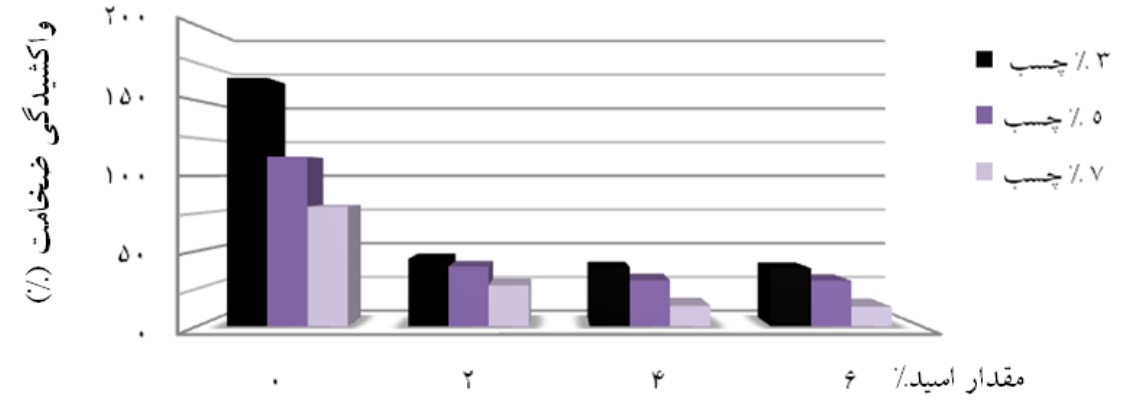
همان‌طور که در شکل ۵ مشخص است با افزایش مصرف چسب و اسید مقدار مقاومت خمشی تخته‌ها هم بیشتر شده و بالاترین مقاومت خمشی مربوط به نمونه‌های تیماری با ۶٪ اسید نیتریک و ۵٪ چسب فنول فرمالدهید بوده است. کمترین مقاومت خمشی مربوط به نمونه‌های شاهد با ۳٪ چسب بوده است. البته اثر مستقل مقدار چسب و اسید و همچنین اثر متقابل این دو عامل از لحاظ آماری در سطح ۱٪ معنی‌دار می‌باشد.

بر طبق شکل ۶ با افزایش چسب مصرفی مدول‌الاستیسیته افزایش یافته است، همچنین با مصرف ۴٪ اسید بهترین مدول‌الاستیسیته دیده می‌شود (از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری بین مصرف ۴ و ۶ درصد اسید مشاهده نمی‌شود). اثر مستقل دو عامل مقدار چسب و اسید و همچنین اثر متقابل این دو عامل از لحاظ آماری در سطح ۱٪ معنی‌دار می‌باشد

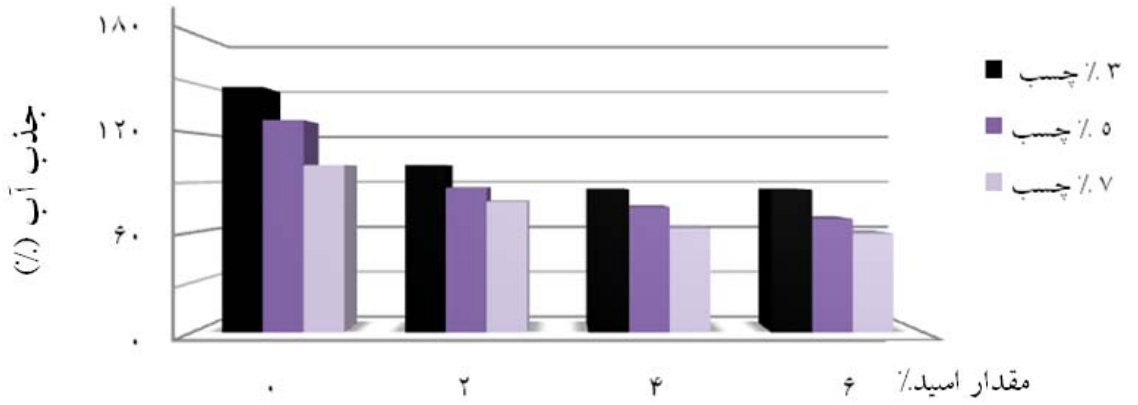
با توجه به شکل ۷ بالاترین مقاومت برشی تخته‌ها در سطح اکسایش ۴٪ مشاهده شد. در این سطح اکسایش تخته‌های ساخته شده با ۷٪ و ۵٪ چسب در یک گروه قرار می‌گیرند و تفاوت معنی‌داری بین آنها مشاهده نمی‌شود. باز هم نمونه‌های شاهد کمترین مقاومت‌های برشی را به خود اختصاص دادند. اثر مستقل دو عامل مقدار چسب و اسید در سطح ۱٪ و اثر ترکیبی این دو عامل از لحاظ آماری در سطح ۵٪ معنی‌دار بود.



شکل ۶- میانگین مقاومت برشی تخته‌های ساخته شده در شرایط مختلف استفاده از چسب فنول فرمالدهید و اسید نیتریک



شکل ۷- میانگین واکشیدگی‌ضخامت تخته‌های ساخته شده در شرایط مختلف استفاده از چسب فنول فرمالدهید و اسید نیتریک



شکل ۸- میانگین جذب آب تخته‌های ساخته شده در شرایط مختلف استفاده از چسب فنول فرمالدهید و اسید نیتریک

شکل ۸ نشان می‌دهد کـه کمتـرین واکشـیدگی‌ضـخامت به‌ترتیب مربوط به تخته‌های ساخته شده بـا ۷٪ چسـب، ۶٪ اسید و ۷٪ چسب و ۴٪ اسید بوده است و تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری بین آنها وجود ندارد. به‌طوری‌کـه بیشـترین واکشیدگی‌ضخامت در نمونه‌های شاهد مشاهده شد. البته اثر مستقل دو عامل مقدار چسب و اسید و همچنین اثـر متقابـل این دو عامل از لحاظ آماری دارای اثر معنی‌داری در سـطح اطمینان ۹۹٪ می‌باشد.

شکل ۹ نشان می‌دهد با افزایش مقـدار چسـب مصـرفی جذب آب تخته‌های تولیدی کاهش یافته است. نتایج حاصل از آزمون دانکن نشان می‌دهد که از لحـاظ آمـاری تفـاوت معنی‌داری بین تخته‌های ساخته شده با اسید ۴٪ و ۶٪ وجود ندارد. با افزایش مصرف اسـید نیتریـک از ۰ تـا ۶٪ مقـدار جذب آب ۵۴٪ کاهش یافته است. البته اثر مستقل دو عامل مقدار چسب و اسید از لحاظ آماری دارای اثر معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۹٪ می‌باشد. به علاوه اینکه اثر متقابـل ایـن دو عامل معنی‌دار نبود.

بحث

نتایج به‌دست آمده از مقاومت خمشی تخته‌های سـاخته شده نشان‌دهنده این موضوع است که افزایش مصرف چسب با افزایش سطح آغشتگی ذرات خرده چوب، اتصالات بیشتر و بهتری را به وجـود آورده و همچنـین در اثـر اسـتفاده از مقدار اسید بیشتر، رادیکال‌های آزاد بیشتری تشکیل شده‌اند. این رادیکال‌های آزاد که دارای انرژی سطحی بالایی هستند در شرایط پرس می‌توانند در فاصله اتمی مناسـب یکـدیگر قرار گیرند و تشکیل پیوند دهند. پایین بودن مقاومت خمشی نمونه‌های شاهد را می‌توان چنین توجیه نمود کـه ایـن نـوع تختـه‌هـا بعـد از مرحلـه پـرس بشـدت دچـار واکشـیدگی برگشت‌ناپذیر شدند، علت این واکشیدگی زمان کـم پـرس و عدم پلیمر شدن کامل چسب می‌باشد. به دلیل مصرف اسـید نیتریک در نمونه‌های تیمار شده زمان ژلـه‌ای شـدن چسـب کاهش یافته و توانسته است زمان کم پرس را جبران کند (در نمونه‌های شاهد سرعت پلیمر شدن چسب کمتر بوده است). براسـاس تحقیقـات Douglas و همکـاران (۲۰۰۷) تیمـار سطحی چوب با اسید نیتریک باعـث کـاهش زمـان ژلـه‌ای شدن چسب فنول می‌گردد.

همچنین با افزایش مقدار اسید مصرفی تا ۴٪ اتصالات و درهم‌رفتگی‌های مناسـبی بـین ذرات خـرده چـوب ایجـاد می‌گردد و مدول‌الاستیسیته تخته‌ها بهبود می‌یابد. همچنین با افزایش مصرف چسب، اتصالاتی که در اثر پیونـدهـای بـین رادیکال‌ها تشکیل می‌شود تقویـت خواهنـد شـد. در واقـع مصرف چسب و اسید با هم همپوشـانی دارد. علـت کـاهش مدول‌الاستیسیته در سطح اکسایش ۶٪ (برای چسـب ۳ و ۵ درصدی) را می‌توان به تخریب سطحی ناشی از مصرف بیش از اندازه اسید نیتریک نسبت داد.

مقاومت برشی تخته‌های ساخته شده با ۴٪ اسید نیتریک و ۵٪ چسب فنول و همچنین تخته‌هایی با ۴٪ اکسید کننده و ۷٪ چسب در یک گروه قرار می‌گیرند و تفـاوت معنـی‌داری بین آنها مشاهده نمی‌شود. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت کـه در سطح اکسایش ۴٪، برای دسـتیابی بـه حـداکثر مقاومـت برشی می‌توان مصرف چسب را تـا ۵٪ کـاهش داد. کـاهش مقاومت برشی در سـطح اکسـایش ۶٪ مـی‌توانـد بـه دلیـل صدمات ناشی از مصرف بیش از اندازه اسید نیتریک باشـد. در بررسی‌های Elder و Gardner (۱۹۹۰) که از اثر اکسـید کنندگی اسید نیتریک برای کاهش مقدار چسب مصـرفی در تخته فلیک استفاده کردند، دریافتند که با افزایش مقدار اسید مصرفی، مقاومت برشی نمونه‌ها بـه طـور قابـل ملاحظـه‌ای کاهش یافته است.

همچنـین در تختـه‌هـای تیمـاری بـا انجـام عمـل اکسیداسیون، گروه‌های هیدروکسیل به گروه‌های کربوکسـیل تبدیل شده و به این ترتیب ماهیت آب‌دوسـتی ذرات خـرده چوب کاهش یافته است، اما نمونه‌های شاهد بـا دارا بـودن بیشترین مقدار گروه‌های هیدروکسیل، واکشیدگی‌ضـخامت و جذب آب بالاتری داشته‌اند. به علاوه اینکه در این تخته‌هـا به دلیل شرایط نامناسب پرس، چسـب بـه خـوبی نتوانسـته است پلیمر شود و مولکول‌های آب راحت‌تر توانسته‌اند بـین ذرات خرده چوب نفوذ کنند و واکشیدگی‌ضخامت و جـذب نمونه‌های شاهد افزایش یافتـه اسـت. HILL (۲۰۰۶) بیـان می‌کند که یکـی از بـارزترین ویژگـی‌هـای ذرات سـلولزی اصلاح شده با مواد شیمیایی، بهبود پایـداری ثبـات ابعـادی آن‌ها می‌باشد که این خاصیت به دلیل آب‌گریـزی ناشـی از مـسدود نمودن گروه‌های هیدروکسیل توسط ماده شـیمیایی ایجاد می‌شود.

در نهایت به‌عنوان یک نتیجه کلی می‌توان چنین بیان کرد که با اکسایش ذرات خرده چوب توسط اسید نیتریک امکان تشکیل رادیکال‌های آزاد فنولی، واحدهای گلوکزی و فنیل پروپان اکسید شده در سطح چوب به وجود می‌آید که در شرایط مناسب پرس و استفاده از چسب می‌توانند اتصالات مناسبی با یکدیگر تشکیل دهند. با ساخت تخته‌ها و بررسی ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی آنها در تیمارهای مختلف و تجزیه و تحلیل‌های آماری مشخص شد که استفاده از ۴٪ اکسید کننده بهینه‌ترین شرایط را برای ساخت تخته‌ها به وجود می‌آورد. البته مصرف ۶٪ اکسید کننده تا حدی باعث تخریب سطحی ذرات خرده چوب می‌شود. با در نظر گرفتن شرایط ساخت تخته‌ها تحت دمای ۱۸۰°C و زمان ۵ دقیقه پرس حتی با حضور ۷٪ چسب فنول فرمالدهید تخته‌های مناسبی حاصل نشد، اما با اضافه کردن مقدار اندک ۴٪ اسید نیتریک به‌عنوان عامل اکسید کننده نخست به دلیل افزایش سرعت پلیمر شدن چسب و درثانی به دلیل افزایش اتصالات مقاوم‌تر (استری) در مدت زمان پرس ۵ دقیقه هم تخته‌های خوبی ساخته شد. بنابراین با استفاده از ۴٪ اسید (وزن خشک ذرات خرده چوب) می‌توان علاوه بر کاهش چسب مصرفی تا ۵٪، مدت زمان و حرارت پرس را هم کاهش داد. به بیان بهتر با استفاده از روش اکسیداسیون سطوح ذرات خرده چوب، علاوه بر مقدار چسب مصرفی، مدت زمان و دمای پرس را که از فاکتورهای مهم در ساخت تخته خرده چوب و عامل اثرگذار بر قیمت نهایی تخته‌ها می‌باشند را نیز می‌توان کاهش داد.

سپاسگزاری

از جناب آقای دکتر ابوالفضل کارگرفرد به پاس تمامی محبت‌ها و کمک‌های دلسوزانه‌شان در تمامی مراحل این تحقیق سپاسگزارم. همچنین از همکاران مرکز تحقیقات البرز به دلیل در اختیار گذاشتن تجهیزات آزمایشگاهی تشکر و قدردانی می‌نمایم.

منابع مورد استفاده

-Brink, D.L. Kuo, M.J. Johns, W.E. Birnbach, M.J. Layton, H.D. and Breiner, T. 1983. Exterior particleboard bonded with oxidative pretreatment and crosslinking agent. Holzforschung. 37(3):69_78.
-Doosthoseini. K., Hosseinabadi. H., Moradpour. P. 2010. Journal of the Indian Academy of wood sience. Volume 7, Issue 1_2, pages 36_42.
-Douglas J., Gardner, T. Elder, J. 1988. Surface Activation Treatment of Wood and Its Effect on the Gel Time of Phenol- Formaldehyde Resin. Journal of wood and fiber science.Volume 20,number3, page378_385.
-Erinsh, P. P., Odinsov, P.N., 1967. Changes in submicroscope structure of wood caused by its plasticization with aqueous solution of sodium hydroxid and sulfuric acid. In: Darzinsh, T. A (Ed): Modification of wood , pp.22_32
-Fengel,D.G Wegener, 1989.Wood Chemistry Ultrastrastrcture Reactions,Walter de Gruyter and co.Berlin.
-Gardner, D.J. and T.J. Elder. 1990. Bonding surface activated hardwood flakeboard with phenol formaldehyde resin; I. physical and mechanical properties. Holzforschung. 44(3):201–206. 1990.
-Hill, C.A.S. 2006. Chemical Modification of wood in wood Modification: Chemical, Thermal and other processes.John Wiley & Sons Ltd, 45_99.
-Johns, W.E. Layton, H.D. Nguyen, T. and Woo, IK. 1978.The nonconventional bonding of white fir flake board using nitric acid. Holzforschung. 32(5) : 162_166.
-Petri W., 2002. Oxidative Activation of wood Fibers for the Manufacture of Medium-Density Fiberboard (MDF). Helsinki University of Technology, Laboratory of Paper Technology Reports, Series A15. Department of forest products Technology. Espoo 2002.
-Kelley. S.S., Young. R.A., 1983. Rammon. R.M and Gillespie. R. H. 1983. Bond Formation by Wood Surface Reactions Part III. parameters affecting the band strength of solid wood panels. Forest products research. Volume 33(2), pages 21_28, 1983.
-Latibari A.J., William. E. J., 1983. Wood Bonding by Surface Reaction. The Journal of Adhesion.Volume 15, Issue 2.
-Nazarnezhad. N., Doosthossein, K., Latibari. A., 2003. Application of Wood Particles Surface Activation and Non-conventional Bonding in Particleboard Production. Iranian J. Natural Res., Vol. 56, No. 3,.p293_299
- Standard EN_310 wood based panels_ Determination of modulus of elasticity in bending and of bending strength.
-Standard EN_317 particleboards and fiberboards_ Determination of swelling in thickness and water absorption after immersion in water.
-Standard EN_319 particleboards and fiberboards_ Determination of perpendicular tensile strength
-Subramanian.R.V, Balaba. W.M. and Somasekharan. K.N., 2006. The journal of Adhesion. Volume 14, Issue 3.pp, 295_304.

The effect of oxidation of wood particles on resin consumption and physical and mechanical properties of single layer particleboard

Azari, P.[1]*, Talaeipour, M.[2], Nazarnezhad, N.[3] and Bazyar, B.[2]

1*-Corresponding author, M.Sc., Wood and Paper Science andTtechnology, Science and Research Branch, Islamic Azad University Tehran, Iran, Email: parisa_azari63@yahoo.com
2-Assistant Professor, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
3-Assistant Professor, Collage of Natural Resources, University of Mazandaran, Sari, Iran

Received: Sep., 2013 Accepted: April, 2014

Abstract

In this study, the effect of wood particle surface oxidation on the reduction of the amount of resin consumption for single layer particleboard production was investigated. Oxidation of wood particles forms carboxylic groups and free phenolic radicals that lead to activated surface on wood particles which helps bond development. In this search *Populus nigra* wood particles were oxidized by 0, 2, 4 and 6 percent (based on OD weight of wood) of 40% nitric acid. These wood particles were then blended with one of the three amounts of 3, 5 and 7% (based on OD weight of wood) phenol formaldehyde resin. Then, the wood particle mats were formed and pressed using the pressing conditions of 180 °C, 5 minutes pressing time and 30 kg/cm^2 pressure. The results indicated that maximum MOR, MOE and minimum water absorption and swelling thickness was observed in boards produced using 7% resin and 4% acid. Using 5% resin and 4% acid showed the best performance on shearing strength.

Key words: Wood particles, surface activation, phenol formaldehyde, oxidizer, spectroscopy.