

مطالعه ساخت تخته خرده چوب بوسیله اتصال های غیر معمول

نورالدین نظر نژاد*

*- مسئول مکاتبات، استادیار، صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

تاریخ پذیرش بهمن ۱۳۸۹

تاریخ دریافت: دی ۱۳۸۸

این تحقیق به منظور بررسی امکان ساخت تخته خرده چوب بوسیله فعال سازی سطوح ذرات چوب و استفاده از اتصال دهنده جهت ایجاد اتصال بین ذرات چوب بر روی گونه صنوبر دلتوئیدس انجام شد. برای این منظور از اکسیدکننده اسیدنیتریک با نسبت های صفر، ۳، ۴/۵ و ۶ درصد در دو مدت تیمار صفر و ۱ ساعت برای فعال سازی ذرات چوب و از لیکور سیاه با نسبت های ۵ و ۷ درصد برای ایجاد اتصال عرضی استفاده شد. نتایج این بررسی نشان داد که شرایط بهینه مصرف اکسیدکننده و اتصال دهنده مربوط به تیمار ۶ درصد اسید نیتریک و ۷ درصد لیکور سیاه می باشد. بعلاوه اینکه زمان ماندگاری یک ساعت بر روی تمام خواص اثر منفی داشت. به طوری که طیف ATR نمونه های تیمار شده نشان می دهد که در عدد موج 1740 cm^{-1} که مربوط به گروه کربوکسیل می باشد، میزان جذب نمونه های تیمار شده نسبت به نمونه های شاهد، افزایش یافته است.

واژه های کلیدی: چسب های مصنوعی، فعال سازی، تخته خرده چوب، محیط زیست، اتصال دهنده عرضی، اکسیداسیون.

همچنین تجزیه ناپذیر بودن چسب های مصنوعی، باعث شده تا پژوهشگران در کشورهای مختلف تحقیقات گسترده ای را برای جایگزینی این نوع چسب ها با چسب های طبیعی و یا اتصال دهنده های معدنی انجام دهند. از جمله این تحقیقات ساخت چسب از مواد آلی طبیعی مانند تانن ها و لیگنین می باشد. پژوهش های انجام شده در زمینه ایجاد خودچسبندگی بین سطوح چوب و مواد لیگنوسلولزی به کمک فعال سازی سطوح و استفاده از پلیمرهایی با زنجیر خطی و کوتاه جهت ایجاد اتصال بین سطوح ذرات چوب نیز در همین راستا می باشد.

در فرایند تولید صفحات فشرده چوبی که معمولاً از پسماندهای چوبی استفاده می گردد، ذرات چوب بوسیله چسب ها (رزین های مصنوعی) در شرایط فشار و دما بهم متصل میشوند. عامل اتصال دهنده در ساخت این محصول ها عمدتاً چسب های مصنوعی گرماگیر با منشأ نفت خام مانند اوره، فنل و ملامین فرمالدئید است که در اثر پلیمر شدن بین ذرات چوب پیوند ایجاد می کنند. محدودیت جهانی نفت خام، متصاعد شدن گاز سمی و خطرناک فرمالدئید در هنگام ساخت صفحات فشرده چوبی و حتی پس از ساخت آنها، در شرایط کاربردی و

۵- ۴ درصد محلول SSL را به همراه ۱٪ اسید سولفوریک به عنوان عامل تیمارکننده استفاده کرد. شن دریافت که با افزایش مقدار اسید سولفوریک، استحکام برشی - پیچشی تر و خشک نیز افزایش می‌یابد و مقدار بهینه آن بین ۰/۸ تا ۱ درصد است. تخته‌های ساخته شده با اسید بیشتر واکنش‌پذیری زیاده‌تری از تخته‌های دارای اسید کمتر بودند. زمان پرس بر استحکام خشک تخته اثر نداشته ولی استحکام تر با افزایش زمان پرس، افزایش قابل توجهی از خود نشان داد. خواص فیزیکی تخته و یفر ساخته شده با SSL بیش از مقدار استاندارد برای تخته‌های با مصارف خارجی بود.

سوزوکی و همکاران (۱۹۹۸) ساخت تخته فیبر از خمیر انفجاری درخت Oil Palm را بدون افزودن عناصر اتصال‌دهنده مورد بررسی قرار دادند. آنها الیاف را تحت سه فشار ۲، ۲/۵ و ۳ مگاپاسکال و دو درجه حرارت ۱۲۵°C و ۱۵۰°C ساخته و به این نتیجه رسیدند که به جز تخته‌ای که خمیر آن تحت فشار ۳ مگاپاسکال تهیه شده بود، بقیه تخته‌ها خواص فیزیکی و مکانیکی و همچنین MOR رضایت‌بخشی را نشان دادند.

شورنینگ و همکاران (۱۹۷۲) تحقیقاتی را جهت ساخت تخته خرده چوب با استفاده از اتیلن‌دی‌آمین و ۱، ۶ هگزان‌دی‌آمین انجام دادند. این آمینها بوسيله تراکم با لیگنین سطح چوب واکنش می‌دهند. تخته خرده چوبهای ساخته شده با استفاده از ۶/۷، ۶، ۱ - هگزان‌دی‌آمین دارای مقاومت به خمش ۲۱۷۶psi و IB برابر ۴۸ psi بودند. ولی مقاومت به جذب آب آنها کم بود.

راول و دیکس (۱۹۹۱) از قول نیمز و همکاران بیان می‌کنند که آنها جهت ساخت چسب از SSL بوسيله واکنش‌های تراکمی اقدام کردند. در این روش از تیمار

بیشتر این روشها بر پایه فعال‌سازی سطوح چوب بوسيله اکسیدکننده‌هایی همچون کلریدروی، اسیدنیتریک، پراکسید هیدروژن، اسیدکلریدریک، اسیدپرکلریک، اسیدسولفوریک و استفاده از اتصال‌دهنده‌های عرضی منومری یا پلیمر زنجیری مثل ۱، ۶- هگزان دی آمین، اتیلن دی آمین، اتیلن گلیکول، انیدریدمالئیک، انیدریدساکسونیک،

اسیدساکارائیک، لیکور سولفیت مصرف‌شده و الکل فورفورال می‌باشد. اینگونه اتصالات را که در فرایند چسبندگی قطعه‌ها چوب به اتصال غیرمعمول معروف هستند، کوششی برای تولید اثر متقابل شیمیایی بین سطوح چوب و مواد چسبنده می‌باشد.

فیلیپو و همکاران (۱۹۸۲) در زمینه ساخت تخته خرده چوب با استفاده از پراکسید هیدروژن و عناصر اتصال‌دهنده عرضی تحقیق نمودند. در این بررسی از عناصر اتصال‌دهنده حدفاصل لیگنوسولفونات‌آمونیم و الکل فورفورال در ۸ سطح اختلاط استفاده کردند، همچنین از کلریدفریک و اسید مالئیک نیز به عنوان کاتالیزور استفاده شده است. آنها دریافتند که خواص اپتیمم به این قرار هستند: IB : ۱۲۵ psi، ۴۰۰۰ psi : MOR، MOE : ۸۱۴۰۰۰ psi و واکنش‌پذیری ضخامت بعد از ۲ ساعت قرارگرفتن در آب‌جوش حدوداً ۲۲ درصد می‌باشد. بعلاوه با افزایش عناصر اتصال‌دهنده عرضی، تمام خواص تخته بهبود یافت. قابل ذکر است که چون مواد شیمیایی بکار رفته از مشتقات نفتی نبودند، بنابراین محصول‌ها بدست آمده احتمالاً هیچ گونه آلودگی زیست‌محیطی نخواهند داشت.

شن (۱۹۷۴) ساخت تخته و یفر با استفاده از لیکور مصرف شده سولفیت (SSL) تحقیق نمود. در این تحقیق

عوامل تیمار استفاده می‌شود با افزایش درجه حرارت پالایش تعداد رادیکالها نیز افزایش می‌یابد. همچنین چسبندگی داخلی تخته‌ها کاملاً وابسته است به افزایش تعداد رادیکالهای ایجاد شده است.

برای انجام این تحقیق گونه *deltoides* کلون ۷۱/۷۵ از جنس *Populus* انتخاب شد، چهار پایه به روش نمونه برداری کاملاً تصادفی انتخاب شده و قطع گردید. جهت تعیین فاکتورهای متغیر و ثابت این تحقیق، آزمایش‌های مقدماتی انجام شد و با توجه به نتایج آنها و نیز سابقه تحقیق عوامل مورد مطالعه انتخاب شدند. اکسید کننده، اتصال‌دهنده عرضی و مدت تیمار از فاکتورهای متغیر و زمان پرس، درجه حرارت پرس، فشار پرس، اندازه ذرات چوب، رطوبت کیک، دانسیته تخته و گونه چوبی فاکتورهای ثابت این تحقیق بودند. اکسید کننده اسید نیتریک با نسبت‌های صفر، ۳، ۴/۵ و ۶ درصد برای فعال‌سازی سطوح ذرات چوب به کار رفت. مدت تیمار ذرات چوب بوسیله اکسید کننده‌ها تا زمان تیمار آنها با لیکور سیاه صفر و ۱ ساعت در نظر گرفته شد. از لیکور سیاه با نسبت‌های ۵ درصد و ۷ درصد به عنوان اتصال‌دهنده عرضی برای ذرات چوب اکسید شده با اسیدنیتریک استفاده شد. برای مقایسه نتایج، نمونه‌های شاهد بوسیله چسب فنل فرمالئید با نسبت‌های ۵ درصد و ۷ درصد ساخته شدند.

آزمون تعیین مقاومت به خمش استاتیک مطابق استاندارد DIN ۵۲۳۶۲ و آزمون تعیین چسبندگی داخلی طبق استاندارد DIN ۵۲۳۶۵ انجام شد. پس از شکست نمونه‌ها، حداکثر بارگسیختگی نمونه‌ها قرائت گردید و

بوسیله اکسید کننده‌هایی شبیه H_2O_2 و کاتالیست‌هایی شبیه SO_2 استفاده شد. واکنش بین SSL و H_2O_2 آگزوترمیک می‌باشد و منجر به تراکم لیگنین می‌گردد. آنها به این نتیجه رسیدند که با افزایش مصرف پراکسید هیدروژن تا ۹٪، مقدار IB افزایش یافته، ولی واکنشیدگی ضخامت کاهش می‌یابد.

زاوارین (۱۹۸۴) با استفاده از مخلوط کربوهیدراتهایی همچون ساکاروز، گلوکز یا نشاسته و یک کاتالیزور (در بیشتر موارد اسید ضعیفی مثل نمک آمونیم یک اسید آلی) ذرات چوب را تیمار کردند. مکانیسم اتصال به این قرار است که در نتیجه تبدیل کربوهیدراتها به ترکیباتی از نوع فوران، پلیمریزاسیون و تراکم با لیگنین چوب انجام می‌گیرد. نتایج شامل $IB = 180/6 \text{ Psi}$ در دانسیته $0/8 \text{ g/cm}^3$ و $PSI = 73/8$ در دانسیته $0/56 \text{ g/cm}^3$ می‌باشد، مقاومت به جذب آب و پایداری ابعاد تخته‌ها نیز خوب بوده است.

ماتوانا (۱۹۹۷) از تکنیک‌های طیف‌سنجی فتوالکترونی اشعه ایکس (XPS) و تبدیل فوریه اشعه زیر قرمز (FTIR) جهت مطالعه ترکیبات شیمیایی سطوح یاف سلولزی قبل و بعد از تیمار استفاده کرد. او برای اصلاح سطوح یاف، به وسیله مواد شیمیایی انیدرید فتالیک و پروپیلن مالیتد سطوح یاف را تیمار کردند. آنالیز هر دو طیف‌سنجی XPS و FTIR نشان داد که اتصال شیمیایی بین گروه‌های هیدروکسیل یاف سلولز و گروه‌های انیدریدی، انیدرید فتالیک و پروپیلن مالیتد به واسطه واکنش استری شدن اتفاق می‌افتند.

وایدستن (۲۰۰۲) بر روی ساخت تخته فیبر نیمه سنگین در اثر پالایش در درجه حرارت بالا و فعال‌سازی سطوح یاف بوسیله آنزیم لاکاز، واکنشگر فتون و اشعه گاما مطالعه نمود و نتیجه گرفت که وقتی که هرکدام از

نمونه شاهد طيف FT-IR به روش انعكاسى با استفاده از دستگاه Bruker FTIR مدل IFS45 استفاده شد. اين عمل جهت تعيين تغييرات گروه‌هاى شيميايى چوب همچون گروه‌هاى هيدروكسيل و يا ايجاد گروه‌هاى كربوكسيل نسبت به نمونه شاهد انجام مى‌گيرد.

ميانگين مقادير مقاومت خمشى تخته‌هاى ساخته شده در جدول ۱ آورده شده است.

بعد محاسبات مربوط انجام شد. آزمون تعيين ميزان واكشيدگى ضخامت و جذب آب نمونه‌ها طبق استاندارد DIN ۶۸۷۶۳ انجام گرديد. پس از اندازه‌گيرى‌هاى مربوطه ميزان جذب آب و واكشيدگى ضخامت نمونه‌ها با استفاده از روابط مربوط محاسبه گرديد. اين تحقيق به صورت آزمائشهاى فاكتريل در قالب طرح كاملاً تصادفى انجام گرديد و با استفاده از تكنيك تجزيه واريانس مورد تجزيه و تحليل آمارى قرار گرفت.

براي مشخص شدن اثر اكسيد كننده‌ها بر روى سطوح ذرات چوب از نمونه‌هاى تيمار شده با اسيدنيتريك و

جدول ۱ - ميانگين مقاومت خمشى تخته‌هاى ساخته شده با تيمار اسيدنيتريك و ليكورسياه

اسيد نيتريك (%)	۰		۳		۴/۵		۶									
مدت تيمار (h)	۰	۱	۰	۱	۰	۱	۰	۱								
ليكورسياه (%)	۵	۷	۵	۷	۵	۷	۵	۷								
مقاومت خمشى (Mpa)	۳۴۱۷	۱۷/۷۰	-	-	۲۱/۱۷	۲۴/۱۲	۲۰/۱۴	۲۳/۰۸	۲۳/۳۵	۲۵/۷۱	۲۲/۲۷	۲۴/۷۷	۲۴	۲۶/۲۲	۲۲/۴۷	۲۵/۷۶

جدول ۱ نشان مى‌دهد كه مقاومت خمشى تخته‌ها با افزايش درصد اسيد و درصد ليكورسياه افزايش مى‌يابد ولى با افزايش مدت تيمار كاهش مى‌يابد. يعنى افزايش درصد اسيد و ليكور سياه اثر مثبتى بر روى اين خصوصيت دارد. جان (۱۹۷۸) نيز در تحقيق خود به اين نتيجه رسيد كه با افزايش درصد اسيدنيتريك از ۰/۵٪ به

۲٪ مقاومت خمشى از ۲۸۳۸ psi به ۴۱۲۱ psi افزايش يافته است. سه فاكتر مورد مطالعه بصورت مستقل بر روى مقاومت خمشى تأثير داشته و اين تأثير از لحاظ آمارى قابل قبول است. ميانگين‌هاى چسبندگى داخلى تخته‌هاى ساخته شده در جدول ۲ آورده شده است.

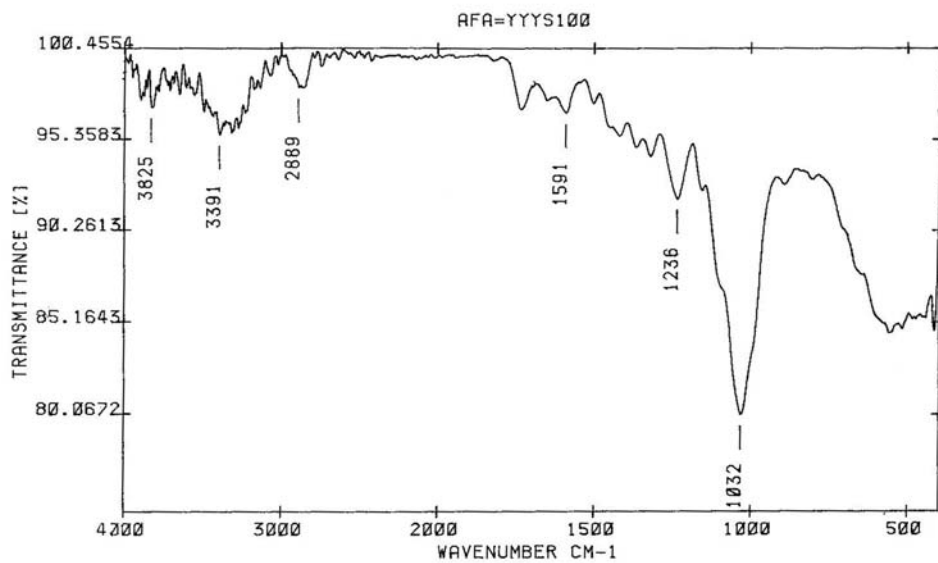
جدول ۲ - ميانگين چسبندگى داخلى تخته‌هاى ساخته شده با تيمار اسيد نيتريك و ليكور سياه

اسيد نيتريك (%)	۰		۳		۴/۵		۶									
مدت تيمار (h)	۰	۱	۰	۱	۰	۱	۰	۱								
ليكورسياه (%)	۵	۷	۵	۷	۵	۷	۵	۷								
چسبندگى داخلى (Mpa)	۱۵۸۰	۰/۲۴۷	-	-	۰/۴۲۰	۰/۵۲۸	۰/۳۶۷	۰/۴۰۴	۰/۵۲۸	۰/۵۸۱	۰/۴۳۲	۰/۵۲۷	۰/۵۸۳	۰/۶۰۸	۰/۴۶۶	۰/۵۷۸

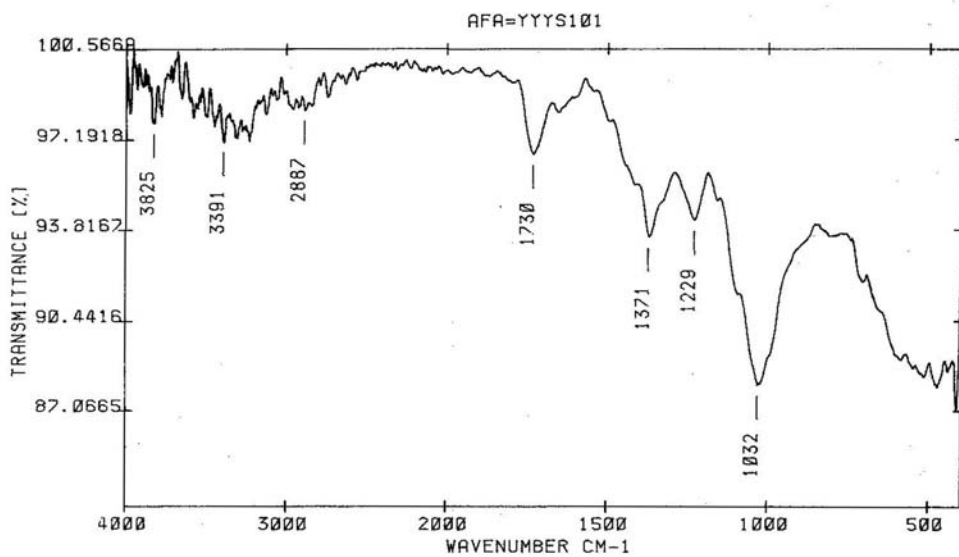
طيف سنجی FTIR

برای تعیین تاثیر اکسیداسیون بر ویژگیهای سطح چوب از نمونه‌های چوب اکسید شده با اسید نیتریک و چوب تیمار نشده، طیف FTIR به روش انعکاسی (ATR)^۱ گرفته شد. شکل ۱ دیاگرام مربوط به نمونه شاهد و شکل ۲ دیاگرام مربوط به نمونه تیمار شده با اسید نیتریک را نشان می‌دهد. بنابراین مقایسه دیاگرام‌ها نشان می‌دهد که در عدد موج 1730 cm^{-1} که مربوط به گروه کربوکسیل می‌باشد، تغییراتی ایجاد شده است. اتصالات گروه کربوکسیل در ناحیه $1720-1740\text{ cm}^{-1}$ ارتعاش کشش قوی ایجاد می‌کند. به طوریکه منظورالاجداد (۲۰۰۰) نیز پیک گروه کربوکسیل الیاف اکسید شده با N_2O_4 را در ناحیه $1738-1734\text{ cm}^{-1}$ گزارش کرده است. در نتیجه تیمار سطح چوب مقدار جذب پیک مربوط به عدد موج 1730 cm^{-1} افزایش یافته است. یعنی نسبت جذب از $0/135993865$ در نمونه شاهد به $0/267149784$ در نمونه تیمار شده با اسید نیتریک رسیده است.

جدول ۴ نشان می‌دهد که درصد واکنشیدگی ضخامت تخته‌ها با افزایش درصد اسید نیتریک کاهش می‌یابد، ولی با افزایش درصد لیکورسیاه و مدت تیمار افزایش می‌یابد. به طوری که بدلیل اکسید شدن بیشتر سطوح ذرات چوب در نتیجه افزایش درصد اسید، اتصالات بیشتری بین سطوح ذرات چوب تشکیل شده و در نتیجه واکنشیدگی ضخامت کاهش یافته است. از طرفی افزایش درصد لیکور باعث افزایش واکنشیدگی ضخامت شده است که احتمالاً ممکن است به دلیل تغییر ساختار لیکور و افزایش رطوبت‌پذیری آن در نتیجه تغییر PH محیط، گرما و یا فشار پرس باشد. بنابراین احتمال دیگر اینکه اتصالات داخلی در لیکور و یا اتصالات ایجاد شده بین لیکور و ذرات چوب از نوع اتصال غیرمقاوم به آب می‌باشد. اثرهای مستقل سه عامل تیمارکننده و همچنین اثرهای ترکیبی اول و سوم از لحاظ آماری در سطح ۱٪ معنی‌دار می‌باشد.



شکل ۱- طیف (ATR) نمونه چوب شاهد



شکل ۲ - طیف (ATR) نمونه چوب تیمار شده با اسیدنیتریک

- cellulosic fiber by XPS and FTIR spectroscopy, Wood science and technology, 191-201.
- Murmanis,L., 1983, Microscopy of asid-activated bonding in wood, Wood and fiber science, 15(3), 203 – 211.
- Mutuana,L.M., J.J.Bulatinecz, R.N.S.Sodhi, C.B.Park, 1997, Surface Characterization of esterified cellulosic fibers by xps and FTIR spectroscopy, Wood science and technology, 191 – 201.
- Philippou,J.L.,1977, The chemical bonding of wood, Ph.D. diss., Univ. of california, Berkeley.
- Philippou,J.L.,E.Zavarin,W.E.Johns,T.Nguyen.1982. Bonding of Particleboard using hydrogen peroxide, lignosulfonates and furfural alcohol: effectes of chemical composition of bonding materials. Forest Prod.J.,32(5),55-61.
- Roffael,E., B.Dix, 1991, Lignin and ligninsulfonate in nonconventional bonding-on overview, Holz als Roh-Und Werkstoff, 49, 199-205.
- Rowell, R., 1984. The chemistry of solid wood, American chemical society, Washington, D.C.
- Shen,K.C.1974.Modified powdered spent sulfite liquor as binder for exterior waferboard Forest Prod.J.,24(2),38-44.
- Stofko,J.,Zavarin,E.,1970, Patent Disclosures: ‘A new bonding system for particleboard’.
- Suzoki,S.,H.Shintani,S.Y.Park,K.Salto,N.laemsak,M.okuma,K.Iiyama.1998,preparation of binderless board from steam exploded pulps oil palm prondes and stractureal charactristics of lignin and polysuccarides in steam exploded, 52(4),417-426.
- Taiwo,E.A., 1997, Bonding characteristics of adhesive/particle joints,Wood science and technology, 31, 303 – 309.
- Widsten, P., 2002. Oxidative activation of wood fibers the manufacture of medium-density fiberboard(MDF). Helsinki university of technology, laboratory of paper technology, reports. Pp. 41.
- Zavarin,E., 1984, Activation of wood surface and nonconventional bonding , Advances in chemistry series No.207, Washington , DC, USA, American chemical society.
- دوست حسینی، ک.، ۱۳۸۰. فناوری تولید و کاربرد صفحات فشرده چوبی، انتشارات دانشگاه تهران .
- میرشکرانی ، س. ا.، ۱۳۷۳، شیمی و تکنولوژی چسب چوب (ترجمه) ، مرکز نشر دانشگاهی .
- میرشکرانی ، س. ا.، یآوری ،ع.، ۱۳۷۱. کاربرد طیف سنجی در شیمی آلی (ترجمه)، مرکز چاپ و انتشارات دانشگاه پیام نور.
- Avella, T. , B.de. lhoneux.1984. self-bonding of wood particles : influence of addition of synthetic resins, Journal of Applied Polimer Science, 40 : 203-207.
- Brendenberg, J. B-son, Christopher, P. Masuku, A. Vuori, 1989, Thermal reaction of the bonds in lignin, Holzforeschung, 43(2): 115 – 120.
- Charles, C.,1986, Wood particleboard and flakboard: types, grades and uses,Madison WI: U.S. Department of Agriculture, Forest service, Forest products laboratory.
- Ellis,S., L.Paszner, 1994 , Activated selfbonding of wood and agricultural residues, Hollzforeschung, 48(suppl): 82 – 90.
- Fengel,D.,G. Wegener,1989,Wood Chemistry Ultrastructure Reactions,Walter de Gruyter and Co.,Berlin.
- Garrote,G.,H.Dominguez,J.C.Parajo, 1999, Hydrothermal processing of lignocellulosic materials, Hols als Roh-Und Werkstoff 57, 191 – 202.
- Gomez – Bueso,J.,M.Westin, R.Torgilsson, 1999, Composites made from acetylated lignocellulosic fibers of different origin, Holz als Roh – Und Werkstoff 57, 178 – 184.
- Kiguchi,M., K. Yamamoto, 1992, Chemical modification of wood surfaces by etherification III. Some properties of self-bonding bended benzylated particleboard, Journal of the japon wood reasearch society, 38(2), 150 – 158.
- Manzour-ol-ajdad, S.M., 2000. Fundamental study of the correlation between N2O4 oxidation of bagasse and aspen fibres and the mechanical strength of sheets, Ph.D. thesis , Univ. of Quebec.
- Matuana L.M., J.J. Balatinecz, R.N.S. Sodahi, C.B. Park, 1999. Surface characterization of esterified

Study of particleboard manufacture by nonconventional bonding

Nazarnezhad, N.*

*-Assistant Professor, College of Resources, University of Mazandaran, Sari

Received: Oct., 2009

Accepted: dec., 2010

Abstract

This research was conducted to investigate the feasibility of producing particleboards using surface activation method of *P. deltoides* particles followed using cross-linking agents to bond wood particles. At first, nitric acid was used as an oxidative agent at different proportions including 0, 3, 4.5 & 6 percent (based on OD weight of wood) and two assembly time of 0 and 1 hour. Black liquor was used as cross-linking agent at two amounts of 5 and 7 percent. The results indicates that using 6% nitric acid and 7% liquor had the best performance and that, the assembly time of 1 hour had negative effect on all properties. The ATR spectrum of treated samples showed the increase in the absorbtion rate at 1740 cm^{-1} related to COOH group as compared with control samples. The spectrum indicated that increasing oxidation, would increase absorbtion rate of COOH group aswell.

Key word: synthetic adhesive, activation, particleboard, environmental, cross linking agent, oxidation.