

بررسی امکان تهیه تخته فیبر نیمه سنگین (MDF) از الیاف نی

مسعودرضا حبیبی^۱، سعید مهدوی^۱، حسین حسینی^۱ و سید محمدجواد سپیده دم^۲

چکیده

جهت ساخت تخته فیبر نیمه سنگین از نی‌های منطقه هورالعظیم (*Phragmites australis*) استفاده شد. به منظور تهیه الیاف از دو درجه حرارت بخارزنی ۱۷۰ و ۱۸۰ درجه سانتیگراد (مقدار فشار ۷ و ۹ بار) و سه زمان بخارزنی ۵، ۱۰ و ۱۵ دقیقه استفاده شد. سایر عوامل جهت ساخت تخته فیبر نیمه سنگین ثابت در نظر گرفته شد.

خواص آناتومیکی نی شامل طول الیاف، قطر الیاف، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی و خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها شامل مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته، مقاومت چسبندگی داخلی و واکنشیدگی ضخامتی پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب مورد بررسی قرار گرفت.

ضریب لاغری الیاف نی ۷۳/۶۹ محاسبه گردید. نتایج حاصل از اثر درجه حرارت بخارزنی و زمان بخارزنی بر ویژگیهای مکانیکی تخته فیبر نشان داد که حداکثر مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته و مقاومت چسبندگی داخلی در درجه حرارت بخارزنی ۱۷۰ درجه سانتیگراد و زمان بخارزنی ۵ دقیقه بدست آمد. همچنین با بررسی اثر متغیرهای مذکور بر واکنشیدگی ضخامتی پس از ۲ و ۲۴ ساعت تخته‌ها مشخص شد که با افزایش درجه حرارت و زمان بخارزنی مقدار واکنشیدگی ضخامتی پس از ۲ و ۲۴ ساعت کاهش یافت. کاهش مذکور به دلیل تخریب زنجیرهای همی سلولز در اثر افزایش درجه حرارت و کاهش ویژگیهای آبدوستی الیاف نسبت داده شد.

واژه‌های کلیدی: تخته فیبر نیمه سنگین، الیاف، مقاومت خمشی، چسبندگی داخلی، واکنشیدگی ضخامتی

۱- اعضاء هیأت علمی مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، صندوق پستی ۱۱۶-۱۳۱۸۵ تهران، ایران.

E-mail: habibi@rifr-ac.ir

۲- عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی.

مقدمه

تخته فیبر با دانسیته متوسط جزء خانواده تخته‌های ترکیبی است. تولید MDF تقریباً با استفاده از تمامی مواد چوبی و انواع مواد لیگنو سلولزی امکان‌پذیر است. با مخلوطی از چندین نوع ماده اولیه فیبری با قیمت نازل و تهیه یک ماده همگن، محصولی با کیفیت و خصوصیات عالی تولید می‌شود. به سبب خصوصیات فیزیکی خوب و قابلیت مطلوب در ماشین‌کاری، MDF کاربردهای بی‌شماری دارد.

با توجه به ویژگیهای منحصر به فرد این محصول، تولید آن در جهان طی سالهای گذشته به سرعت افزایش یافته است، به طوری که در سال ۱۹۹۳ سهم MDF از بازار محصولات صفحه‌ای چوبی تنها ۶ درصد و در حدود ۷/۵ میلیون متر مکعب بوده است که در سال ۲۰۰۱، میزان تولید آن به ۱۹ میلیون متر مکعب افزایش یافته است {۲}. همچنین بررسیها نشان داده است که میزان مصرف MDF در کشور از سال ۱۳۷۵ لغایت ۱۳۸۰ سیر صعودی داشته و بالغ بر ۴۰۰ برابر افزایش و سیر صعودی آن ادامه خواهد داشت. به طوری که میزان مصرف MDF در کشور در سال ۱۳۸۵ بالغ بر ۲۰۰۰۰۰ متر مکعب پیش‌بینی شده است {۳}.

لازم به توضیح است، چون ماده چوبی جنگلهای موجود جوابگوی نیازهای بخش صنعت نمی‌باشد، در صورت راه‌اندازی واحدهای جدید این مشکل دوچندان می‌شود. در سالهای آتی عمده‌ترین و اصلی‌ترین منابع لیگنوسلولزی کشور علاوه بر جنگلهای شمال کشور، بهره‌برداری از صنوبرکاری‌ها، اکالیپتوس کاری‌ها و پسماند گیاهان کشاورزی خواهد بود.

از جمله منابع لیگنوسلولزی می‌توان ساقه نی را ذکر کرد، مطالعات اولیه در زمینه بررسی اقتصادی نی‌زارهای هورالعظیم جهت استفاده در صنایع لیگنوسلولزی امیدوارکننده بوده است {۱}. وسعت نی‌زارهای فوق در حدود ۶۰ الی ۷۰ هزار هکتار و میزان ماده خشک در هکتار بالغ بر ۵۵ تا ۶۵ تن برآورد گردیده است {۱۰}. همچنین

مطالعات انجام شده توسط فامیلیان (۱۳۷۳) در رابطه با خواص آناتومیکی نی‌های مناطق هورالعظیم و تالاب انزلی حاکی از مناسب بودن ماده فوق برای استفاده در صنایع تخته فیبر و کاغذ می‌باشد. در این مطالعه میانگین طول الیاف، قطر الیاف و قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی الیاف برای منطقه هورالعظیم و تالاب انزلی به ترتیب $1/32$ میلیمتر، $19/17$ ، $3/91$ ، $7/63$ میکرون، $1/45$ میلیمتر، $18/77$ میکرون، $3/37$ و $7/70$ میکرون تعیین شد. همچنین Atchison (۱۹۸۷) در کتاب خود میانگین طول الیاف چند گونه غیر چوبی شامل شیرین بیان، ذرت خواراکی، ذرت دامی، ساقه آفتابگردان، کاه گندم، کاه جو، ساقه برنج را به ترتیب $1/1$ ، $0/79$ ، $1/04$ ، $1/14$ ، $0/94$ ، $1/1$ ، $0/95$ میلیمتر گزارش کرده است.

با توجه به بررسی‌های اولیه در مورد ساقه نی، ضروری به نظر رسید تا تحقیق در رابطه با استفاده از این ماده برای تولید تخته فیبر نیمه سنگین انجام شود. از سوی دیگر با توجه به اینکه کیفیت تهیه الیاف بر ویژگیهای تخته فیبر نیمه سنگین تأثیر به‌سزایی دارد. بنابراین، این تحقیق با هدف تأثیر شرایط تیمار الیاف بر ویژگیهای محصول انجام گرفته است. در ذیل به اختصار به برخی از تحقیقات انجام شده در این مورد اشاره شده است.

Short و همکاران (۱۹۷۸) ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی تخته فیبرهای ساخته شده از الف) خرده‌چوبهای کاملاً مرطوب و ب) خرده‌چوبهای با رطوبت تا 50% را اندازه‌گیری کرده است. MDF از مخلوط کاج تدا و پهن‌برگان ساخته شده بود. در مورد ب) تخته‌های پهن‌برگان مقاومت چسبندگی داخلی بهتری را نشان دادند و مقادیر مقاومت خمشی و چسبندگی داخلی، جذب آب و واکنشیدگی ضخامتی در مورد تخته‌های ب) نسبت به تخته‌های الف) افزایش نشان دادند، ولی انبساط خطی و مدول الاستیسیته کاهش داشتند. جداسازی الیاف تحت فشار خرده‌چوبهای ب)، الیاف بهتری نسبت به الف) برای پهن‌برگان و سوزنی‌برگان نشان داد و در نتیجه این که

خرده چوبهای خشک کاج تدا که الیاف آنها تحت فشار جدا شدند تخته MDF بهبود یافته‌ای را نشان دادند.

Roffael و Dix (۱۹۹۲) خصوصیات تخته MDF ساخته شده از چوبهای جوان صنوبر را مورد بررسی قرار دادند. این محققان عنوان کردند که تخته فیبرهای ساخته شده از الیاف صنوبرهای ۱۶ ساله مقاومتهای مکانیکی بیشتر و واکنشیدگی ضخامتی کمتری نسبت به تخته فیبرهای ساخته شده از صنوبرهای ۵ ساله همان کلن را دارا هستند. نتایج نشان می‌دهد که می‌توان در شرایط مناسب فرآیند ساخت، از چوب صنوبر جوان تخته فیبر با دانسیته متوسط و با خصوصیات مقاومتی قابل قبول تولید کرد.

Laboskey و همکاران (۱۹۹۳) به مطالعه تأثیر سطوح مختلف فشار بخار داخل محفظه پالایشگر دیسک دوتایی (۵۰، ۶۰، ۷۰، ۸۰، ۹۰، ۱۰۰ psi) و درصدهای مختلف رزین اوره فرم آلدیید (۶، ۸، ۱۰، ۱۲) بر روی مدول گسیختگی، مدول الاستیسیت، چسبندگی داخلی، جذب آب و واکنشیدگی ضخامتی در تخته فیبر با دانسیته متوسط حاصل از (*Acer rubrum*) پرداختند و به این نتیجه رسیدند که افزایش فشار بخار محفظه پالایشگر اثر قابل توجهی بر مقاومت تخته MDF و خصوصیات ثبات ابعادی تخته نداشت، در صورتی که مقدار رزین تخته اثر قابل توجهی بر روی همه خصوصیات تخته نداشت. به طوری که افزایش رزین UF از ۶ به ۱۲ درصد، ۱۷۴ درصد افزایش مقاومت چسبندگی داخلی، ۶۸ درصد افزایش مدول گسیختگی و ۴۰ درصد افزایش مدول الاستیسیت را نتیجه داد. آنها همچنین نتیجه گرفتند که عامل مهم دیگری به غیر رزین بر روی خصوصیات تخته MDF تأثیر می‌گذارد و آن مقدار رطوبت خرده چوب در طی جداسازی الیاف می‌باشد.

Okamoto و همکاران (۱۹۹۴) اثر بخار فشار زیاد را بر روی خصوصیات مکانیکی و فیزیکی تخته‌های MDF و همچنین اثرات تیمار بخارزنی بر روی ترکیبهای شیمیایی

تخته‌های MDF را بررسی کردند. آنها به این نتیجه رسیدند که با افزایش زمان بخارزنی و همچنین افزایش فشار بخارزنی ثبات ابعادی تخته MDF بهبود می‌یابد و خصوصیات مکانیکی تخته MDF کاهش می‌یابد. همچنین در زمان بخارزنی طولانی‌تر و فشار بخار بیشتر کاهش در همی سلولزها و آلفا سلولز مشاهده شده است. در صورتی که ترکیبات لیگنین تغییر زیادی نمی‌یابد. بهترین شرایط تزریق بخار تحت فشار را در دامنه ۹۰-۶۰ ثانیه در فشار بخار 11 Kgf/cm^2 و یا ۱۸۰ - ۹۰ ثانیه در فشار بخارزنی 6 Kgf/cm^2 تشخیص داده‌اند.

Cao و همکاران (۱۹۹۹) تحقیقی در مورد فرآیند جداسازی الیاف و تعیین طرح صفحات پالایشگر جهت ساخت تخته فیبر (MDF) انجام دادند. بدین منظور از سه گونه سوزنی‌برگ دست کاشت، سه طرح صفحات پالایشگر به صورت ریز - متوسط، متوسط، درشت استفاده شد. خرده چوبها تحت فشار ثابت $0/65 - 0/4$ مگاپاسکال در مدت زمانهای ۳، ۶، ۹ و ۱۲ دقیقه بخارزنی شدند. فاصله صفحات پالایشگر در حدود $0/1 \text{ mm}$ تنظیم شد. نتایج آزمایش نشان داد که مقدار الیاف متوسط - بلند (باقیمانده روی الک با مش ۱۱۵ - ۳۲)، ۷۰ - ۵۰ درصد بود. صفحات پالایشگر از نوع متوسط، الیاف بهتری تولید کرد. زمان پخت اثر معنی‌داری بر روی کیفیت الیاف نداشت.

حبیبی و همکاران (۱۳۸۱) در تحقیقی تحت عنوان تأثیر ویژگیهای الیاف باگاس بر کیفیت تخته فیبر با دانسیته متوسط (MDF) عنوان کردند که با افزایش زمان بخارزنی و درجه حرارت بخارزنی ویژگیهای مقاومتی الیاف کاهش یافته و ویژگیهای آبدوستی آنها بهبود می‌یابد. نامبردگان علت این امر را تخریب زنجیرهای سلولز و همی سلولز در اثر واکنشهای هیدرولیزی عنوان کردند.

کارگرفرد و همکاران (۱۳۸۲) با استفاده از صنوبر در سه زمان بخارزنی ۲۵، ۲۰، ۱۵ دقیقه و سه زمان پرس ۶، ۵، ۴ دقیقه و دو مقدار مصرف چسب ۹ و ۱۱ درصد

اقدام به ساخت تخته فیبر (MDF) نیمه سنگین کردند. نتایج نشان داد که حداکثر ویژگیهای خمشی و چسبندگی داخلی در زمان بخارزنی کوتاه (۱۵ دقیقه) بدست آمد. فرجی (۱۳۷۷) با استفاده از باگاس و در شرایط دمای بخارزنی ۱۷۰ و ۱۸۰ درجه سانتیگراد و زمان بخارزنی ۵، ۱۰ و ۱۵ دقیقه اقدام به ساخت تخته فیبر نیمه سنگین کرد. نتایج تحقیق نشان داد که حداکثر ویژگیهای خمشی و چسبندگی داخلی در دمای بخارزنی ۱۷۰ درجه سانتیگراد و زمان بخارزنی ۵ دقیقه بدست آمد. نامبرده عنوان کرد که با افزایش دمای بخارزنی و زمان بخارزنی مقدار واکنشیدگی ضخامتی تخته فیبرها کاهش یافت.

زاهدی (۱۳۷۹) به بررسی خصوصیات تخته فیبر نیمه سنگین ساخته شده از پسماند ریشه شیرین بیان پرداخت. نامبرده در این تحقیق از سه زمان بخارزنی ۱۵، ۲۰ و ۲۵ دقیقه، سه زمان پرس ۵، ۶ و ۷ دقیقه و دو مقدار رزین ۱۰ و ۱۲ درصد برای ساخت تخته فیبر نیمه سنگین استفاده کرد. تخته‌های تهیه شده در شرایط زمان بخارزنی ۲۰ دقیقه، زمان پرس ۷ دقیقه و مقدار مصرف رزین ۱۰ درصد دارای حداکثر ویژگیهای مقاومتی بودند.

رسام (۱۳۸۳) امکان استفاده از الیاف چوب و الیاف بازیافتی از کارتن در ساخت تخته فیبر به روش تر را مورد بررسی قرار داد. در این بررسی اثر چهار عامل فرآیند ساخت شامل ماده اولیه، چسب، دما و زمان پرس گرم برخواص فیزیکی و مکانیکی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. تخته‌های آزمون با مواد اولیه شامل مخلوط الیاف چوب و کارتن کهنه در ۵ سطح و دو نوع چسب فنل فرمالدئید در سطح ۱ و ۲ درصد و لیگنین کرافت در سطح ۵ و ۱۰ درصد، دمای پرس در سطح ۱۹۰ و ۲۰۰ درجه سانتیگراد و زمان پرس ۸ و ۱۰ دقیقه ساخته شدند. براساس نتایج بدست آمده استفاده از الیاف کارتن بر جذب آب و واکنشیدگی ضخامتی پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری اثر نامطلوبی داشت در حالی که مصرف چسب، افزایش دما و زمان پرس بر ویژگی

فوق اثر مطلوب داشت. خواص مقاومتی تخته‌ها هنگامی که صرفاً از الیاف کارتن ساخته شدند بهبود یافت، اما استفاده از این الیاف در حالت اختلاط با الیاف چوب منجر به کاهش ویژگی‌ها شد. افزایش مصرف چسب، دما و زمان پرس سبب بهبود خواص مکانیکی در کلیه تخته‌ها شد.

Xiaobo (۲۰۰۴) خواص فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی بامبو گونه *Phyllostachys pubescent* را مورد مطالعه قرار داده و توان استفاده از آن را جهت تولید تخته فیبر مورد بررسی قرار داده است. با افزایش مصرف رزین ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها بهبود یافت. همچنین اثر سن بامبو بر روی ویژگیهای تخته‌ها معنی‌دار بود. تخته‌های ساخته شده از بامبو یکساله در مقدار رزین ۸ درصد نسبت به تخته‌های ساخته شده در نسبت فشردگی زیادتر و الیاف طول‌تر، بیشترین مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته را داشتند. تخته‌های ساخته شده از بامبوهای ۵ ساله در مقدار رزین ۸ درصد، زیادترین چسبندگی داخلی را داشتند.

مواد و روشها

نی‌های مورد نیاز از منطقه هورالعظیم تهیه و سپس به آزمایشگاه تحقیقات علوم چوب و کاغذ منتقل گردید. با توجه به اینکه گونه غالب منطقه *Phragmites australis* بود، بنابراین تحقیقات در مورد این گونه انجام پذیرفت. اگرچه قبلاً ابعاد الیاف نی توسط سایر محققان اندازه‌گیری شده بود لیکن به منظور اطمینان بیشتر مجدداً این اندازه‌گیری انجام شد. جداسازی الیاف نی‌ها برای اندازه‌گیری آنها برطبق روش Franklin (۱۹۳۸) انجام شد. برای این منظور تعداد ۳۰۰ عدد طول الیاف، قطر فیبر و قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی اندازه‌گیری شد. نمونه‌ها از مناطق مختلف تالاب و ارتفاعات مختلف ساقه نی تهیه گردید.

عوامل متغیر: در این بررسی از دو سطح بخارزنی ۱۷۰ و ۱۸۰ درجه سانتیگراد (مقدار فشار ۷ و ۹ بار) و سه زمان بخارزنی ۰٫۵، ۱۰ و ۱۵ دقیقه استفاده گردید.

عوامل ثابت: در این بررسی از درجه حرارت پرس ۱۶۵ درجه سانتیگراد، جرم مخصوص تخته‌ها در سطح ۰/۷ گرم بر سانتیمتر مکعب و مقدار مصرف چسب ۱۰٪ (براساس وزن خشک الیاف) به‌طور ثابت برای کلیه تیمارها استفاده شد.

مراحل ساخت تخته‌های آزمایشگاهی

به منظور تهیه الیاف، نی‌ها توسط یک خردکن غلطکی از نوع Pallmann به قطعات مناسب تبدیل شد و با توجه به متغیرهای درجه حرارت و زمان بخارزنی تحت تیمار قرار گرفتند. سپس قطعات نی توسط یک پالایشگر آزمایشگاهی پالایش و الیاف آن از هم جدا شدند. آنگاه توسط یک دستگاه خشک کن گردان با سرعت ۳ دور در دقیقه به خشک کردن الیاف اقدام گردید. رطوبت نهایی الیاف قبل از چسب‌زنی حدود ۱ درصد بود.

عمل چسب‌زنی به حالت افقی و با سرعت چرخش ۲۰ دور در دقیقه انجام گردید. محلول چسب همراه کاتالیزور (ماده سخت کننده) به وسیله یک پیستوله با استفاده از هوای فشرده به داخل محفظه چسب‌زن پاشیده شد. برای شکل دادن کیک الیاف از یک قالب چوبی به ابعاد ۲۵ × ۳۲ × ۳۰ سانتیمتر استفاده گردید. الیاف چسب‌زنی شده برای ساخت هر تخته با استفاده از ترازو و با دقت ۱ گرم توزین و در داخل قالب به صورت یکنواخت پاشیده شد. ارتفاع کیک الیاف در تمامی جهات هم سطح و متعادل گردید. بعد از مرحله چسب‌زنی به منظور کنترل رطوبت الیاف، دو نمونه رطوبتی از الیاف چسب‌زنی شده، تهیه گردید. پس از تشکیل کیک الیاف و قراردادن شابلونهای فلزی، از

پرس آزمایشگاهی از نوع Burkle-L100 برای فشردن الیاف و ساخت تخته‌های آزمایشگاهی استفاده شد.

پس از پایان مرحله پرس، برای رسیدن به رطوبت تعادل، تخته‌ها را به مدت ۲ هفته در محیط آزمایشگاه قرار داده و سپس براساس استاندارد DIN-68754 از آنها نمونه‌های آزمونی تهیه شد. بعد ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها شامل مدول الاستیسیته، مقاومت خمشی، مقاومت چسبندگی داخلی و واکنشیدگی ضخامتی پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب تعیین گردید. نتایج این بررسی به وسیله آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن و به کمک تکنیک تجزیه واریانس مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتایج

ویژگیهای آناتومیکی: میانگین ابعاد الیاف نی منطقه هورالعظیم شامل طول الیاف، قطر الیاف، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی در جدول شماره ۱ ارائه شده است. ضریب لاغری الیاف نی ۷۳/۶۹ محاسبه گردید.

جدول شماره ۱- ابعاد الیاف نی منطقه هورالعظیم

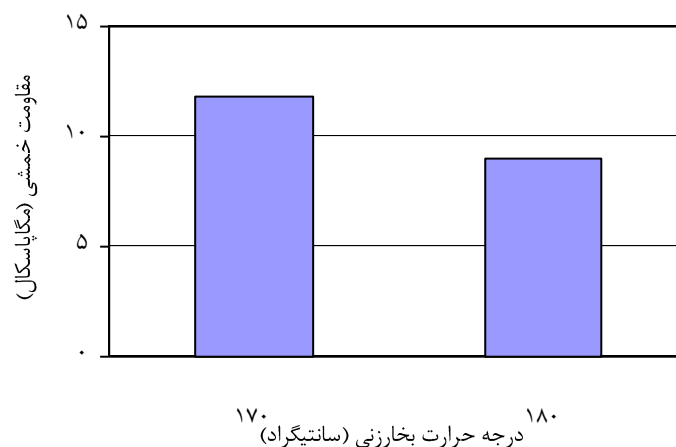
طول الیاف (mm)	قطر الیاف (mm)	قطر حفره سلولی (μ)	ضخامت دیواره سلولی (μ)
۱/۲۸	۱۷/۳۷	۶/۶۱	۵/۳۸

ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی تخته فیبرها: کلیه ویژگیهای مقاومتی و پایداری ابعادی تخته‌ها در تیمارهای مختلف، در جدول شماره ۲ خلاصه شده است.

جدول شماره ۲- ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی تخته فیبر (MDF) تحت شرایط مختلف ساخت

درجه حرارت بخارزنی (°C)	زمان بخارزنی (min)	مقاومت خمشی (MPa)	مدول الاستیسیته (MPa)	چسبندگی داخلی (MPa)	واکسیدگی ضخامتی پس از ۲ ساعت (%)	واکسیدگی ضخامتی پس از ۲۴ ساعت (%)
۱۷۰	۵	۱۳/۴۵	۱۴۸۰	۰/۳۱۳	۲۶/۱۱	۲۸/۵۹
	۱۰	۱۱/۰۱	۱۲۲۰	۰/۳	۲۲/۶۸	۲۵/۳۵
	۱۵	۱۰/۸۹	۱۲۰۰	۰/۲۶۸	۲۰/۷۹	۲۳/۷۵
	۵	۱۰/۹۸	۱۲۰۱	۰/۳۰۱	۱۸/۸۶	۲۱/۷۵
۱۸۰	۱۰	۸/۸۵	۱۰۸۶	۰/۲۲۸	۱۷/۸۵	۲۱/۰۶
	۱۵	۷/۲۲	۹۷۵	۰/۱۸۶	۱۷/۷۲	۲۰/۳۴

مقاومت خمشی: نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر مستقل درجه حرارت بخارزنی و زمان بخارزنی بر مقاومت خمشی در سطح ۱ درصد معنی دار است و اثر متقابل این دو متغیر بر ویژگی مذکور به لحاظ آماری معنی دار نمی باشد ($CV = ۸/۷۸\%$). شکل شماره ۱ اثر درجه حرارت بخارزنی بر ویژگی مذکور را نشان می دهد. نتایج حاصل از مقایسه میانگینها در زمانهای مختلف بخارزنی بر طبق آزمون دانکن در جدول شماره ۳ ارائه شده است.

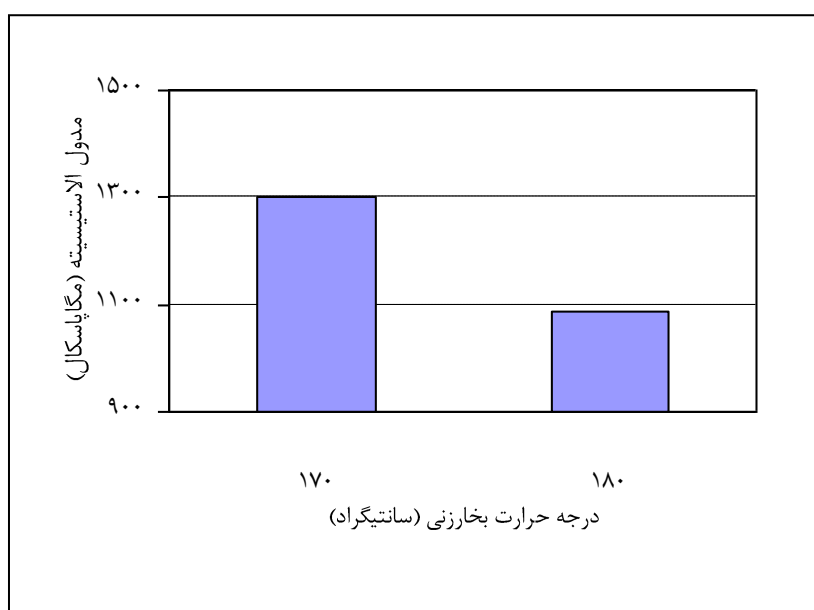


شکل شماره ۱- اثر درجه حرارت بخارزنی بر مقاومت خمشی

جدول شماره ۳- گروه بندی دانکن درباره اثر زمان بخارزنی بر مقاومت خمشی

گروه	مقاومت خمشی (MPa)	زمان بخارزنی (min.)
A	۱۲/۲۱	۵
B	۹/۹۳	۱۰
B	۹/۰۵	۱۵

مدول الاستیسیته خمشی: اثر مستقل درجه حرارت بخارزنی و زمان بخارزنی بر مدول الاستیسیته به لحاظ آماری در سطح ۱ درصد معنی دار می باشد. اثرات متقابل این دو متغیر بر ویژگی مذکور از نظر آماری معنی دار نیست ($CV = 5/13\%$). حداکثر مدول الاستیسیته در زمان بخارزنی ۱۷۰ درجه سانتیگراد مشاهده شد (شکل شماره ۲). نتایج حاصل از مقایسه میانگینها به روش دانکن در زمانهای مختلف بخارزنی در جدول شماره ۴ ارائه شده است.

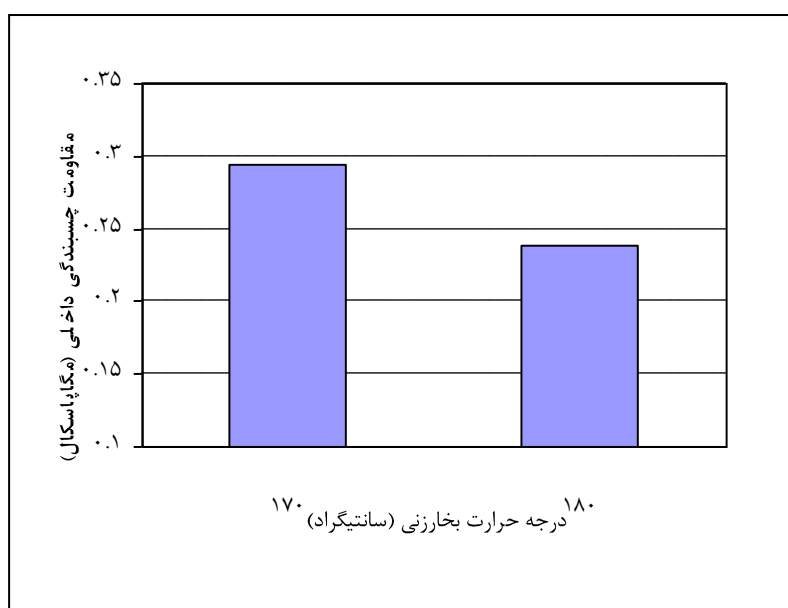


شکل شماره ۲- اثر درجه حرارت بخارزنی بر مدول الاستیسیته

جدول شماره ۴- گروه بندی دانکن درباره اثر زمان بخارزنی بر مدول الاستیسیته

گروه	مدول الاستیسیته (MPa)	زمان بخارزنی (min.)
A	۱۳۴۰	۵
B	۱۱۵۳	۱۰
B	۱۰۸۷	۱۵

مقاومت چسبندگی داخلی: نتایج حاصل از تجزیه واریانس اثر متغیرها بر ویژگی مذکور نشان داد که اثر مستقل درجه حرارت بخارزنی و زمان بخارزنی بر مقاومت چسبندگی داخلی در سطح ۵ درصد معنی دار است. اثر متقابل این دو متغیر بر ویژگی مذکور به لحاظ آماری معنی دار نیست ($CV = 18/49\%$). شکل شماره ۳ اثر درجه حرارت بخارزنی را بر مقاومت چسبندگی داخلی نشان می دهد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین ها به روش دانکن در زمانهای مختلف بخارزنی در جدول شماره ۵ ارائه شده است.

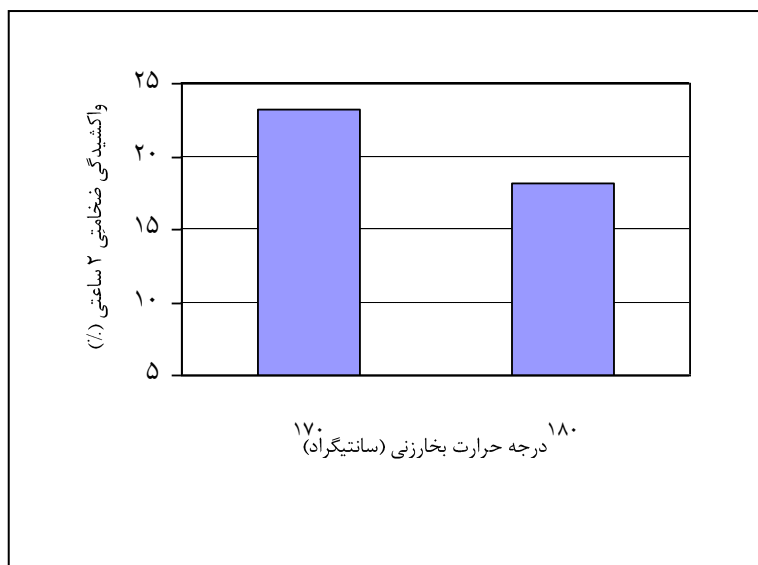


شکل شماره ۳- اثر درجه حرارت بخارزنی بر مقاومت چسبندگی داخلی

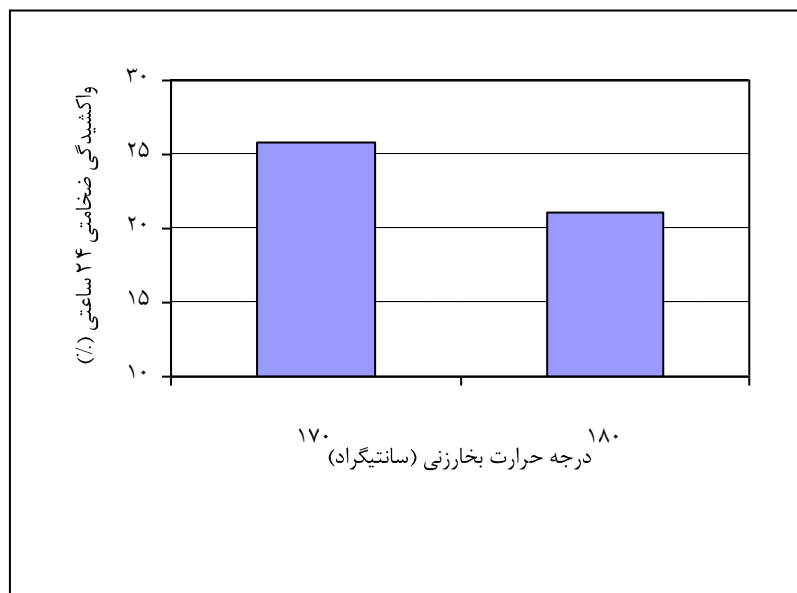
جدول شماره ۵- گروه بندی دانکن درباره اثر زمان بخارزنی بر مقاومت چسبندگی داخلی

گروه	مقاومت چسبندگی داخلی (MPa)	زمان بخارزنی (min.)
A	۰/۳۰۷	۵
AB	۰/۲۶۴	۱۰
B	۰/۲۲۷	۱۵

واکسیدگی ضخامتی پس از ۲ و ۲۴ ساعت: نتایج حاصل از تجزیه واریانس اثر متغیرها بر ویژگیهای مذکور نشان داد که اثر مستقل درجه حرارت بخارزنی و زمان بخارزنی بر ویژگیهای فوق در سطح ۵ درصد معنی دار می باشد. ضریب تغییرات به ترتیب برای واکسیدگی ضخامتی پس از ۲ و ۲۴ ساعت عبارت از ۷/۶۵٪ و ۷/۱۰٪ درصد است. اثر متقابل متغیرهای مذکور بر ویژگیهای فوق معنی دار نمی باشد. شکل‌های شماره ۴ و ۵ به ترتیب اثر درجه حرارت بخارزنی بر واکسیدگی ضخامتی پس از ۲ و ۲۴ ساعت را نشان می دهد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن در زمانهای مختلف بخارزنی بر ویژگیهای مذکور در جدولهای شماره ۶ و ۷ ارائه شده است.



شکل شماره ۴- اثر درجه حرارت بخارزنی بر واکسیدگی ضخامتی پس از ۲ ساعت



شکل شماره ۵- اثر دمای بخارزنی بر واکنش‌پذیری ضخامتی پس از ۲۴ ساعت

جدول شماره ۶- گروه‌بندی دانکن درباره اثر زمان بخارزنی بر واکنش‌پذیری

ضخامتی پس از ۲ ساعت

گروه	واکنش‌پذیری ضخامتی پس از ۲ ساعت (%)	زمان بخارزنی (min.)
A	۲۲/۴۸	۵
B	۲۰/۲۰	۱۰
B	۱۹/۳۲	۱۵

جدول شماره ۷- گروه‌بندی دانکن درباره اثر زمان بخارزنی بر واکنش‌پذیری ضخامتی پس

از ۲۴ ساعت

گروه	واکنش‌پذیری ضخامتی پس از ۲۴ ساعت (%)	زمان بخارزنی (min.)
A	۲۵/۱۵	۵
B	۲۲/۸۳	۱۰
B	۲۲/۳۹	۱۵

بحث

طول و قطر الیاف نی (*Phragmites australis*) منطقه هورالعظیم ۱/۲۸ میلیمتر و ۱۷/۳۷ میکرون اندازه‌گیری گردید که با نتایج حاصل از تحقیقات فامیلیان مشابهت دارد {۷}. جدول شماره ۸ برتری طول الیاف نی نسبت به چند گونه غیر چوبی را نشان می‌دهد. هر چه طول الیاف بیشتر باشد، سطح تماس بین آنها افزایش یافته و ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی تخته بهبود خواهد یافت. از جمله عوامل دیگر که در کیفیت تخته فیبر تأثیر به‌سزایی دارد، نسبت طول به قطر فیبر می‌باشد که به ضریب لاغری معروف است. ضریب لاغری که به قدرت درهم رفتگی نیز موسوم است بین ۱۵۰-۲۰ متغیر می‌باشد. هر چه این میزان بزرگتر باشد مقاومت مکانیکی تخته به دست آمده زیادتیر خواهد بود. ضریب لاغری الیاف نی ۷۳/۶۹ محاسبه گردید.

جدول شماره ۸- میانگین طول الیاف چند گونه غیر چوبی

گونه	شیرین بیان	ذرت خوراکی	ذرت دامی	ساقه آفتابگردان	کاه گندم	کاه جو	ساقه برنج
طول الیاف (mm)	۱/۱	۰/۷۹	۱/۰۴	۱/۱۴	۰/۹۴	۱/۱	۰/۹۵

نتایج حاصل از بررسی تأثیر درجه حرارت بخارزنی بر ویژگیهای خمشی تخته‌ها نشان داد که با افزایش درجه حرارت بخارزنی، مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته کاهش یافته است. به طوری که حداکثر این ویژگیها در دمای ۱۷۰ درجه سانتیگراد مشاهده شد. مقدار کاهش برای مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته در اثر افزایش درجه حرارت به ترتیب ۳۰/۷۴، ۱۹/۵۹ درصد بوده است. در این مورد می‌توان عنوان کرد که با افزایش درجه حرارت بخارزنی، ویژگیهای مقاومتی الیاف کاهش یافته و در نهایت مقاومت خمشی تخته‌ها نیز کاهش یافته است. نتایج فوق با نتایج حاصل از تحقیقات حبیبی، کارگرفرد، فرجی و Okamoto مشابهت دارد {۱۶، ۹، ۸، ۴}. با افزایش زمان بخارزنی نیز مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته تخته‌ها کاهش یافته

است. حداکثر این ویژگیها در زمان بخارزنی ۵ دقیقه ملاحظه شد. به علاوه مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته تخته‌های ناشی از الیاف بدست آمده در زمان بخارزنی ۵ دقیقه نسبت به زمانهای بخارزنی ۱۰ و ۱۵ دقیقه در گروههایی جداگانه قرار گرفته‌اند (جدولهای شماره ۳ و ۴). افزایش زمان بخارزنی از ۵ به ۱۵ دقیقه باعث کاهش مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته به ترتیب به مقدار ۳۴/۹۲، ۲۳/۲۸ درصد شده است. با افزایش زمان بخارزنی قطعات نی برای مدت بیشتری تحت تأثیر فشار و درجه حرارت بوده و این امر سبب گردیده تا ویژگیهای مقاومتی و کیفیت الیاف و در نتیجه ویژگیهای خمشی تخته‌ها کاهش یابد. نتایج مذکور با نتایج حاصل از تحقیقات حبیبی، کارگرفرد، فرجی، Okamoto مشابهت دارد {۴، ۸، ۹، ۱۶}.

مقاومت کشش عمود بر سطح به‌عنوان شاخصی از اتصال بین الیاف می‌باشد و نشان دهنده مقاومت چسبندگی داخلی است. نتایج حاصل از بررسی تأثیر دما و زمان بخارزنی بر مقاومت چسبندگی داخلی نشان داد که با افزایش هر دو عامل، مقاومت چسبندگی داخلی به ترتیب به مقدار ۲۳/۵۳ و ۳۵/۲۴ درصد کاهش یافته است. با افزایش درجه حرارت و زمان بخارزنی ویژگیهای مقاومتی الیاف در اثر واکنشهای تخریبی کاهش یافته و کاهش مذکور سبب افت مقاومت چسبندگی داخلی تخته‌ها گردیده است. حبیبی، کارگرفرد و فرجی به نتایج مشابهی دست یافتند {۴، ۸، ۹}. زیرا ویژگیهای مکانیکی فرآورده‌های مرکب تا حدی تحت تأثیر ویژگیهای مکانیکی اجزاء تشکیل دهنده آنها است.

تغییر ابعاد فرآورده‌های لیگنو سلولزی در اثر جذب و دفع آب توسط جدار سلول، به ویژه در فرآورده‌هایی که دانسیته آنها بالا است از خواص نامطلوب بشمار می‌رود. معمولاً فرآورده‌هایی نظیر تخته فیبر در جهت فشردگی واکشیده می‌شوند. نتایج حاصل از بررسی تأثیر درجه حرارت بخارزنی و زمان بخارزنی بر واکشیدگی ضخامت پس از ۲ و ۲۴ ساعت نشان داد که با افزایش هر دو عامل، این دو ویژگی بهبود یافته است. به

طوری که حداقل مقدار هر یک از ویژگیهای مذکور در درجه حرارت بخارزنی ۱۸۰ درجه سانتیگراد و زمان بخارزنی ۱۵ دقیقه مشاهده شد. افزایش درجه حرارت و زمان بخارزنی به ظاهر باعث تخریب زنجیرهای همی سلولزها گردیده و بدین ترتیب با تخریب عوامل OH، ویژگیهای آبدوستی الیاف و در نهایت تخته‌ها کاهش یافته است. نتایج تحقیقات حبیبی، فرجی و Okamoto نیز مؤید این مطلب می‌باشد {۱۶، ۸، ۴}.

با توجه به اینکه حداکثر ویژگیهای مقاومتی تخته فیبر نیمه سنگین ساخته شده از الیاف نی در درجه حرارت و زمان بخارزنی ۱۷۰ درجه سانتیگراد و ۵ دقیقه بدست آمده است، لذا برای ساخت تخته فیبر نیمه سنگین استفاده از شرایط مذکور توصیه می‌گردد. لازم به ذکر است که برای بهبود واکنشیدگی ضخامتی تخته‌ها استفاده از پارافین توصیه می‌شود.

منابع مورد استفاده

- ۱- امیری، س.، ۱۳۷۲. بررسی اقتصادی نزارهای هورالعظیم برای استفاده در منابع لیگنو سلولزی، مجله منابع طبیعی، شماره ۴۶، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
- ۲- آراین، ا.، ۱۳۸۱. بازار جهانی تخته فیبر نیمه سنگین (MDF). سال اول، شماره چهارم - پاییز - ۶۴، ۶۰.
- ۳- آراین، ا.، شاهباز، ح.، ۱۳۸۲. بازار تخته فیبر نیمه سنگین (MDF) در ایران. سال دوم، شماره ششم، بهار - ۵۴، ۵۰.
- ۴- حبیبی، م. ر.، حسین‌زاده، ع.، حسین‌خانی، ح.، سپیده‌دم، س. و مهدوی، س.، ۱۳۸۱. تأثیر ویژگیهای الیاف باگاس بر کیفیت تخته فیبر با دانسیته متوسط (MDF). نشریه تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران. شماره ۱۶ (۲۹۳).
- ۵- رسام، غ.، ۱۳۸۳. بررسی امکان تولید تخته فیبر از الیاف چوب و کارتن کهنه، رساله دکتری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

۶- زاهدی، ا.، ۱۳۷۹. بررسی خصوصیات تخته فیبر نیمه سنگین (MDF) از پسماند ریشه شیرین بیان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی نور، دانشگاه تربیت مدرس.

۷- فامیلیان، ح.، ۱۳۷۳. بررسی مقایسه‌ای خصوصیات بیولوژیکی، آناتومیکی، فیزیکی و شیمیایی نی در نزارهای هورالعظیم و تالاب انزلی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

۸- فرجی، ح.، ۱۳۷۷. بررسی خصوصیات تخته فیبر نیمه سنگین از باگاس. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی نور، دانشگاه تربیت مدرس.

۹- کارگرفرد، ا.، حسین‌زاده، ع.، ۱۳۸۲. بررسی ویژگیهای تخته فیبر نیمه سنگین ساخته شده از صنوبر. مجموعه مقالات اولین همایش ملی فرآوری و کاربرد مواد سلولزی. پردیس ۳ دانشکده فنی دانشگاه تهران.

۱۰- بی‌نام، ۱۳۸۰. طرح ساماندهی هورالعظیم مرحله ۱ و ۲. شرکت مهندسی مشاور ساز آب پردازان.

- 11- Atchison, J.E. 1987. Data on non - wood plant fibers, pulp and paper manufacture, Vol. 3.
- 12- Cao, Z. Huang, L., Qu, Y. 1999. China wood Industry. 13: 3/3 - 6.
- 13- DIN standard, 1965. NO: 68754.
- 14- Franklin, G. L. 1938. The preparation of woody tissues for microscopic. For. Prod. Res. Lab. {cf. also: The preparation of wood for microscopic examination. For. Prod. Res. Lab. Lft. 40 (1951)}.
- 15- Laboskey, P., Yobp, R. Janowiak, J. Blanken- Horn, P. R. 1993. Effect of steam pressure refining and resin levels on the properties of UF - bonded red maple MDF.
- 16- Okamoto, H. Sano, S., Kawai, S., Okamoto, T., Sasaki, H. 1994. Production of dimensionally stable MDF by use of high - pressure steam pressing. Journal of the Japan Wood Research Society. 40(4)380- 389.
- 17- Roffael, E., Dix, K. 1992. MDF from young poplar (*Populus trichocarpa*) of different properties. Holz forschung. 46(2):163-170, 25 ref.
- 18- Short, PH., Woodson. GE., Lyon, DE. 1978. Dry chips versus green chips as furnish for MDF. Forest Prod. J. 28(30): 33 - 37.
- 19- Xiaobo, L. 2004. Physical, chemical and mechanical properties of Bambo and its utilization potential for fiberboard manufacturing . M. S. Thesis, Faculty of the Louisiana State University and agriculture and mechanical college.