

## تأثیر عوامل تولید بر کیفیت تخته فیبر نیمه سنگین (MDF) ساخته شده از نی تالاب انزلی

مسعود رضا حبیبی<sup>۱</sup>، سعید مهدوی<sup>۱</sup> و حسین حسینخانی<sup>۱</sup>

### چکیده

در این تحقیق جهت ساخت تخته فیبر نیمه سنگین از نی‌های تالاب انزلی (*Phragmites australis*) استفاده شده است. خواص آناتومیکی نی شامل طول الیاف، قطر الیاف، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی به ترتیب ۱/۳۸ میلی‌متر، ۱۷/۰۷، ۶/۱۵ و ۵/۴۶ میکرون اندازه‌گیری گردید.

به منظور بررسی تأثیر عوامل تولید بر کیفیت تخته فیبر نیمه سنگین از دو درجه حرارت بخار زنی ۱۷۰ و ۱۸۰ درجه سانتیگراد و سه زمان بخار زنی ۵، ۱۰ و ۱۵ دقیقه جهت تهیه الیاف استفاده شد و از این الیاف تخته ساخته شد. ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها شامل مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته، مقاومت چسبندگی داخلی و واکنشیدگی ضخامتی پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب اندازه‌گیری و مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج اثر درجه حرارت بخار زنی و زمان بخار زنی بر ویژگیهای خمشی تخته فیبر نشان داد که حداکثر مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته در درجه حرارت بخار زنی ۱۷۰ درجه سانتیگراد و زمان بخار زنی ۵ دقیقه بدست آمد. اثر تخریبی افزایش درجه حرارت بخار زنی و زمان بخار زنی بر مقاومت خمشی نسبت به مدول الاستیسیته مشهود تر بود. نتایج حاصل از تأثیر دو عامل مذکور بر مقاومت چسبندگی داخلی نشان داد که حداکثر این ویژگی در درجه حرارت بخار زنی ۱۷۰ درجه سانتیگراد و زمان بخار زنی ۵ دقیقه بدست آمد. نتایج اثر درجه حرارت بخارزنی و زمان بخار زنی بر واکنشیدگی ضخامتی پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب تخته‌ها نشان داد که حداقل ویژگیهای فوق در درجه حرارت بخارزنی ۱۸۰ درجه سانتیگراد و زمان بخار زنی ۱۵ دقیقه بدست آمد.

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

واکنشیدگی ضخامتی

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

## مقدمه

تولید تخته فیبر نیمه سنگین (MDF) تقریباً با استفاده از تمامی مواد اولیه چوبی و انواع مواد اولیه لیگنوسلولزی و حتی چندین نوع گیاه یک ساله امکان پذیر است. البته می توان با کنترل چند نوع ماده اولیه فیبری و تهیه یک ماده همگن، محصولی با کیفیت و خصوصیات عالی تولید کرد. در این مسیر ماده اولیه با کیفیت و قیمت نازل به محصولی مرغوب و با ارزش تبدیل می شود. به سبب خصوصیات فیزیکی خوب و قابلیت مطلوب در ماشین کاری، MDF کاربردهای بی شماری دارد. MDF با ضخامت های کم، جانیشینی برای محصولات لایه ای و تخته خرده چوب و فیبر سخت در کاربردهای داخل ساختمان است و به واسطه عدم معایب طبیعی که معمولاً در چوب ماسیو وجود دارد و قابلیت تولید در ابعاد بزرگ، در صنایع مبلمان، بیشترین مصرف را داشته و حتی با صرفه تر از چوب می باشد. MDF کاربردهای چوب ماسیو و تخته لایه را همزمان با قیمت پایین و قابل رقابت و خصوصیات فنی قابل توجه داراست. به طوری که تقریباً نیمی از کل تولیدات MDF به عنوان جایگزین چوب و محصولات صفحه ای در صنایع مبلمان مصرف می شود. MDF نوعاً در کابینت، در و پنجره سازی، کشتو، رویه میز و دیگر محصولات چوبی مورد استفاده قرار می گیرد و اخیراً نوع قالب کاری شده آن موفقیت قابل توجهی بدست آورده است. بیشتر MDF های تولید شده در اروپا و امریکا بر اساس استاندارد محصولات صفحه ای مورد استفاده در صنایع مبلمان، قالب کاری و قطعات پیش ساخته با ضخامت بالای ۱۲ میلیمتر مصرف می شوند. در ژاپن و بازار آسیا MDF به عنوان جانشین فیبر سخت و تخته لایه با ضخامت های پایین بین ۳ تا ۶ میلیمتر کاربرد دارد (۲).

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 صفحه ای چوبی تنها ۶ درصد و در حدود ۷/۵ میلیون متر مکعب بوده

است که در سال ۲۰۰۱، میزان تولید به ۱۹ میلیون متر مکعب افزایش یافته است (۲). بررسیها نشان داده است که میزان مصرف MDF در کشور ایران از سال ۱۳۷۵ تا پایان ۱۳۸۰ سیر صعودی داشته است و میزان مصرف بالغ بر ۴۰۰ برابر افزایش یافته است. به طوری که میزان مصرف MDF در کشور در سال ۱۳۸۵ بالغ بر ۲۰۰۰۰۰ متر مکعب پیش بینی شده است (۳). بنابراین به منظور رفع نیاز و اجتناب از واردات، در آینده نزدیک شاهد راه اندازی واحدهای تولیدی خواهیم بود. با توجه به اینکه جنگلهای موجود جوابگوی بخش صنعت نمی باشند. بنابراین در سالهای آتی عمده ترین و اصلی ترین منابع سلولزی کشور، علاوه بر جنگلهای شمال کشور، صنوبرها، اکالیپتوسها، پسماندهای کشاورزی و گیاهان غیر چوبی خواهند بود. با توجه به محدودیتهای مختلف در استفاده کیفی و کمی از چوبهای جنگلهای شمال کشور باید برنامه ریزی را در جهت تولید فرآوردههای ترکیبی با اهمیت تر و ضروری تر سوق داد و تلاش کرد که برای رسیدن به این هدف از منابع غیر جنگلی بیشترین استفاده را بعمل آورد.

در این راستا نی‌ها ماده اولیه مناسبی می باشند، مطالعات اولیه در زمینه بررسی اقتصادی نیزارهای هورالعظیم جهت استفاده در صنایع لیگنو سلولزی امیدوار کننده بوده است (۱). وسعت نی زارهای هورالعظیم در حدود ۶۰ الی ۷۰ هزار هکتار و میزان ماده خشک در هکتار بالغ بر ۵۵ تا ۶۵ تن برآورد گردیده است (۷). همچنین وسعت نی‌زارهای تالاب انزلی در حدود ۱۰۰ کیلومتر مربع است (۶).

با توجه به اینکه کیفیت تولید الیاف بر ویژگیهای تخته فیبر با دانسیته متوسط تأثیر بسزایی دارد. بنابراین این مهم سبب می گردد تا در شرایط مختلف اقدام به تولید الیاف از نی‌ها گردیده و بعد نسبت به ساخت تخته‌ها اقدام گردد. سر انجام ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها مورد بررسی قرار می گیرد.

امیری (۱۳۷۲) به بررسی اقتصادی نیزارهای منطقه هورالعظیم برای استفاده در صنایع لیگنو سلولزی پرداخته است. نامبرده امکان احداث کارخانه‌های تخته خرده چوب و یا تخته فیبر را در منطقه مذکور اقتصادی دانسته است.

پورسعید (۱۳۷۳) نیز در مطالعه‌ای که در مورد نی‌های این منطقه انجام داده است، میانگین طول الیاف، قطر الیاف و قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی الیاف را به ترتیب ۱/۵۵ میلیمتر، ۱۵/۰۲، ۶/۸ و ۴/۱۱ میکرون اندازه‌گیری کرده است.

فامیلیان (۱۳۷۳) طی مطالعه‌ای که در مورد نی *Phragmites australis* در دو منطقه هورالعظیم و تالاب انزلی انجام داد. میانگین طول الیاف، قطر الیاف و قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی الیاف برای منطقه هورالعظیم و تالاب انزلی را به ترتیب ۱/۳۲ میلیمتر، ۱۹/۱۷، ۳/۹۱ و ۷/۶۳ میکرون و ۱/۴۵ و ۱۸/۷۷، ۳/۳۷ و ۷/۷۰ میکرون اندازه‌گیری کرد. وی همچنین میزان ترکیب‌ها شیمیایی نی شامل سلولز، لیگنین، خاکستر و مواد استخراجی را برای هورالعظیم و تالاب انزلی به ترتیب ۵۶/۱۳، ۲۲/۹۷، ۴/۱۹ و ۳/۳۵ درصد و ۵۶/۵۲، ۲۳/۴۱ و ۴/۳۲ و ۳/۲۹ درصد اندازه‌گیری کرد. نامبرده اختلاف معنی‌داری بین ترکیب‌های شیمیایی دو منطقه مشاهده نمود. وی همچنین عنوان کرد که گونه غالب نی در دو منطقه مذکور *Phragmites australis* می‌باشد. Atchison (۱۹۸۷) میانگین طول الیاف چند گونه غیرچوبی شامل شیرین بیان، ذرت خوراکی، ذرت دامی، ساقه آفتابگردان، کاه گندم، کاه جو، ساقه برنج را به ترتیب ۱/۱، ۰/۷۹، ۱/۰۴، ۱/۱۴، ۰/۹۴، ۱/۱ و ۰/۹۵ میلیمتر گزارش کرده است.

ویژگیها، شرایط و کیفیت الیاف تولید شده جهت ساخت تخته فیبر با دانسیته متوسط تأثیر بسزایی بر ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی تخته‌های تولیدی دارد که به اختصار به بعضی از تحقیقات صورت پذیرفته در ذیل اشاره شده است.

Short و همکاران (۱۹۷۸) ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی تخته فیبرهای ساخته شده از الف) خرده چوبهای کاملاً مرطوب - ب) خرده چوبهای با رطوبت تا ۵۰٪

را اندازه گیری کرده است. MDF از مخلوط کاج تدا و پهن برگان ساخته شده بود. در مورد ب تخته‌های پهن برگان 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 خرده چوبهای ب، الیاف بهتری نسبت به الف برای پهن برگان و سوزنی برگان نشان داد و در نتیجه این که خرده چوبهای خشک کاج تدا که الیاف آنها تحت فشار جدا شدند تخته MDF بهبود یافته‌ای رانشان دادند.

Roffael و همکاران ( 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 صنوبرهای ۱۶ ساله مقاومت‌های مکانیکی بالاتر و واکنشیدگی ضخامتی کمتری نسبت به تخته فیبرهای ساخته شده از صنوبرهای ۵ ساله همان کلن را دارا هستند. نتایج نشان می دهد که می توان 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 دو تایی ( ۱۰۰، ۹۰، ۸۰، ۶۰ و ۵۰ ) و درصدهای مختلف رزین اوره فرم الدئید ( ۱۲، ۱۰، ۸ و ۶ ) بر روی مدول گسیختگی، مدول الاستیسیته، 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 الاستیسیته را نتیجه داد. آنها همچنین نتیجه گرفتند که عامل مهم دیگری به غیر رزین بر روی خصوصیات تخته MDF تأثیر می گذارد و آن مقدار رطوبت خرده چوب در طی جداسازی الیاف می باشد.

Okamoto و همکاران (۱۹۹۴) اثر بخار فشار زیاد را بر روی خصوصیات مکانیکی و فیزیکی تخته‌های MDF و همچنین اثرات تیمار بخار زنی بر روی ترکیب‌های شیمیایی تخته‌های MDF را بررسی کردند. آنها به این نتیجه رسیدند که با افزایش زمان بخار زنی و همچنین افزایش فشار بخار زنی ثبات ابعادی تخته MDF بهبود می یابد و خصوصیات مکانیکی تخته MDF کاهش می یابد. همچنین در زمان بخار زنی طولانی تر و فشار بخار بالاتر کاهش در همی سلولزها و آلفا سلولز مشاهده شده است. در صورتی که ترکیب‌ها لیگنین تغییر زیادی نمی یابد. بهترین شرایط تزریق بخار تحت فشار را در دامنه ۹۰ - ۶۰ ثانیه در فشار بخار  $11 \text{ Kgf/cm}^2$  و یا ۱۸۰ - ۹۰ ثانیه در فشار بخار زنی  $6 \text{ Kgf/cm}^2$  تشخیص داده‌اند.

Cao و همکاران (۱۹۹۹) تحقیقی در مورد فرآیند جدا سازی الیاف و تعیین طرح صفحات پالایشگر جهت ساخت تخته فیبر (MDF) انجام دادند. بدین منظور از سه گونه سوزنی برگ 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 معنی داری 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 بخار زنی و درجه حرارت بخار زنی ویژگیهای مقاومتی الیاف کاهش یافته و ویژگیهای آبدوستی آنها بهبود می یابد. نامبردگان علت این امر را تخریب زنجیرهای سلولز و همی سلولز در اثر واکنشهای هیدرولیزی عنوان کردند.

Xiaobo (۲۰۰۴) خواص فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی بامبو گونه *Phyllostachys pubescent* را مورد مطالعه قرار داده و توان بالقوه استفاده از آن را جهت تولید تخته فیبر مورد بررسی قرار داده است. نتایج مطالعات نشان داد که مقدار هولوسلولز و آلفا سلولز از قسمت پایین ساقه به سمت بالا افزایش یافت و اختلاف معنی داری در مقدار لیگنین کلاسون و مقدار خاکستر در قسمتهای پایین ساقه و بالای ساقه وجود نداشت. لایه‌های بیرونی ساقه بالاترین مقدار لیگنین کلاسون، هولوسلولز و آلفا سلولز و همچنین پایین ترین مقدار مواد استخراجی و خاکستر را داشتند. جرم ویژه و خصوصیات خمشی بامبو با سن و ارتفاع رویشگاه تغییر کرد. کلیه خواص مکانیکی بامبو از یک سالگی تا پنج سالگی افزایش یافت. با افزایش مصرف رزین ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها بهبود یافت. همچنین اثر سن بامبو بر روی ویژگیهای تخته‌ها معنی دار بود. تخته‌های ساخته شده از بامبو یکساله در مقدار رزین ۸ درصد نسبت به تخته‌های ساخته شده در نسبت فشردگی بالاتر و الیاف طولی تر، بیشترین مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته را داشتند. تخته‌های ساخته شده از بامبوهای ۵ ساله در مقدار رزین ۸ درصد، بالاترین چسبندگی داخلی را داشتند.

### مواد و روش‌ها

نی‌های مورد نیاز از منطقه تالاب انزلی تهیه و بعد به آزمایشگاه تحقیقات علوم چوب و کاغذ منتقل گردید. با توجه به اینکه گونه غالب منطقه *Phragmites australis* است، بنابراین تحقیقات بر روی این گونه انجام پذیرفت. ابتدا نی‌ها بر طبق

روش فرانکلین آماده سازی شده و بعد میانگین ۳۰۰ عدد طول الیاف، قطر فیبر، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی اندازه گیری شد (۱۱).

**عوامل متغیر:** در این بررسی از دو سطح بخار زنی ۱۷۰ و ۱۸۰ درجه سانتیگراد (مقدار فشار ۷ و ۹ بار) و سه زمان بخار زنی 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 مصرف چسب ۱۰٪ (بر اساس وزن خشک الیاف) به طور ثابت برای کلیه تیمارها استفاده شد.

**مراحل ساخت تخته‌های آزمایشگاهی** به منظور تهیه الیاف، نی‌ها توسط یک خرد کن غلطکی از نوع Pallmann به قطعات مناسب تبدیل و با توجه به متغیرهای درجه حرارت و زمان بخار زنی تحت تیمار قرار گرفتند. بعد 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 اقدام به خشک کردن الیاف اقدام گردید. رطوبت نهایی الیاف قبل از چسب زنی حدود ۱ درصد بود.

عمل چسب زنی 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 چسب زن پاشیده شد. برای شکل دادن کیک الیاف از یک قالب چوبی به ابعاد ۲۵ × ۳۲ × ۳۰ سانتیمتر استفاده گردید. الیاف چسب زنی 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 چسب زنی به منظور کنترل رطوبت الیاف، دو نمونه رطوبتی از الیاف چسب زنی شده تهیه گردید. پس از تشکیل کیک الیاف و قرار دادن



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 بعد بر اساس 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 غوطه وری 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 نی‌های منطقه تالاب انزلی شامل طول الیاف، قطر الیاف، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی در جدول شماره ۱ ارائه شده است. با توجه به ابعاد اندازه گیری شده، ضریب لاغری الیاف نی معادل ۸۰/۸۴ محاسبه گردید.

جدول شماره ۱: ابعاد الیاف نی منطقه تالاب انزلی

طول الیاف (mm)	قطر الیاف (میکرون)	قطر حفره سلولی (میکرون)	ضخامت دیواره سلولی (میکرون)
۱/۳۸	۱۷/۰۷	۶/۱۵	۵/۴۶

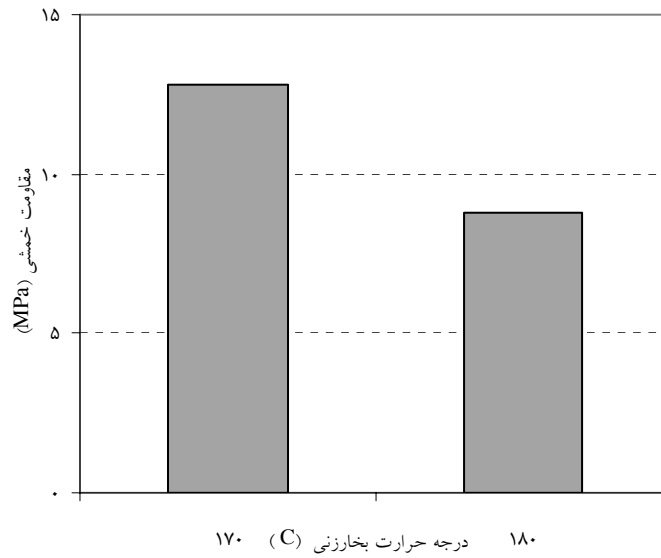
ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی تخته فیبرها: کلیه ویژگیهای مقاومتی و پایداری ابعادی تخته‌ها در تیمارهای مختلف در جدول شماره ۲ خلاصه شده است.

جدول ۲: ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی تخته فیبر (MDF) تحت شرایط مختلف

#### ساخت

درجه حرارت بخار زنی (°C)	زمان بخار زنی (min)	مقاومت خمشی (MPa)	مدول الاستیسیته (MPa)	چسبندگی داخلی (MPa)	واکشیدگی ضخامتی پس از ۲ ساعت(%)	واکشیدگی ضخامتی پس از ۲۴ ساعت(%)
۱۷۰	۵	۱۳/۷۰	۱۵۵۷	۰/۵۵	۲۴/۵۱	۲۷/۶۷
	۱۰	۱۳/۵۶	۱۳۴۵	۰/۴۵۸	۲۲/۴۴	۲۶/۵۲
	۱۵	۱۱/۱۷	۱۰۸۶	۰/۳۹۷	۱۵/۸۷	۱۸/۷۰
۱۸۰	۵	۱۱/۸	۱۳۰۷	۰/۳۸۸	۱۸/۶۱	۲۰/۶۵
	۱۰	۸	۱۱۰۰	۰/۲۵۶	۱۷/۵۹	۱۹/۸۹
	۱۵	۶/۴۷	۱۱۱۰	۰/۲۶۱	۱۱/۰۱	۱۳/۱۱

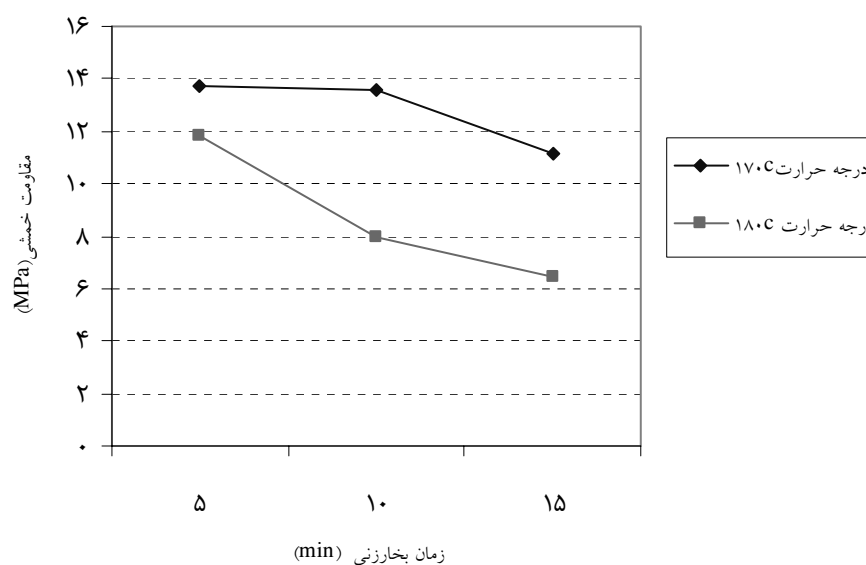
**مقاومت خمشی:** نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر مستقل درجه حرارت و زمان بخار زنی بر مقاومت خمشی در سطح ۱ درصد و اثر متقابل این دو متغیر بر ویژگی مذکور در سطح ۵ درصد به لحاظ آماری معنی دار می باشد. (  $10/43\%$  = CV). شکل شماره ۱ اثر درجه حرارت بخار زنی بر ویژگی مذکور را نشان می دهد. نتایج حاصل از مقایسه میانگینها در زمانهای مختلف بخار زنی بر طبق آزمون دانکن در جدول شماره ۳ ارائه شده است. همچنین شکل شماره ۲ اثر متقابل این دو متغیر بر ویژگی مذکور را نشان می دهد.



شکل شماره ۱- اثر درجه حرارت بخارزنی بر مقاومت خمشی

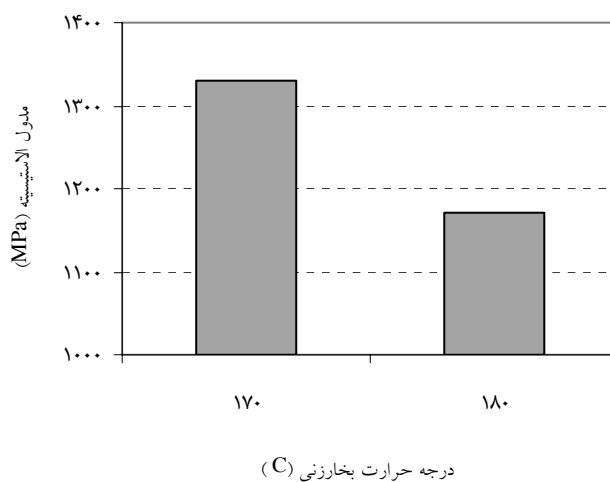
جدول شماره ۳: گروه بندی دانکن در رابطه با اثر زمان بخار زنی بر مقاومت خمشی

گروه بندی بر طبق دانکن	مقاومت خمشی ( MPa )	زمان بخار زنی ( min )
A	۱۲/۷۷	۵
B	۱۰/۷۸	۱۰
C	۸/۸۲	۱۵



شکل شماره ۲- اثر متقابل درجه حرارت بخارزنی و زمان بخارزنی بر مقاومت خمشی

مدول الاستیسیته : اثر مستقل درجه حرارت بخار زنی و زمان بخار زنی 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 (  $CV = ۸/۱۹\%$  ). حداکثر مدول الاستیسیته در زمان بخار زنی ۱۷۰ درجه سانتیگراد مشاهده شد (شکل شماره ۳). نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن در زمانهای مختلف بخار زنی در جدول شماره ۴ ارائه شده است.

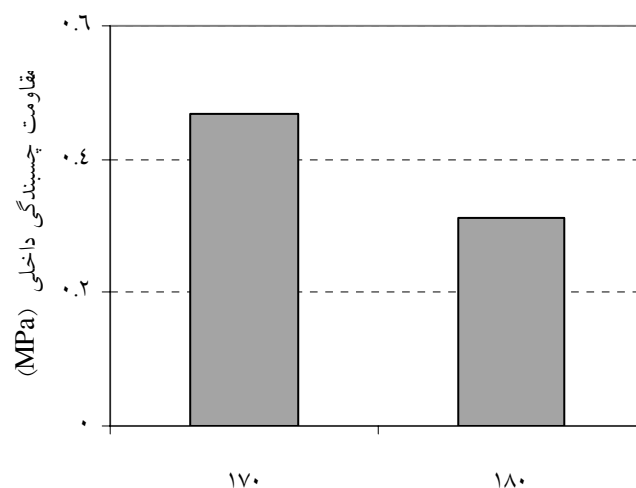


جدول شماره ۴: گروه بندی دانکن در رابطه با اثر زمان بخار زنی بر مدول الاستیسیته

گروه بندی بر طبق دانکن	مدول الاستیسیته (MPa)	زمان بخار زنی (min)
A	۱۴۳۲	۵
B	۱۲۲۲	۱۰
B	۱۰۹۸	۱۵

مقاومت چسبندگی داخلی: نتایج حاصل از تجزیه واریانس اثر درجه حرارت بخار زنی و زمان بخار زنی بر چسبندگی داخلی به ترتیب در سطح ۱ و ۵ درصد معنی دار است. اثر متقابل این دو متغیر بر ویژگی مذکور به لحاظ آماری معنی دار نیست (CV = ۲۰/۱۲٪). شکل شماره ۴ اثر درجه حرارت بخار زنی را بر مقاومت

چسبندگی داخلی نشان می دهد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین ها به روش دانکن در زمانهای مختلف بخار زنی در جدول شماره ۵ ارائه شده است.

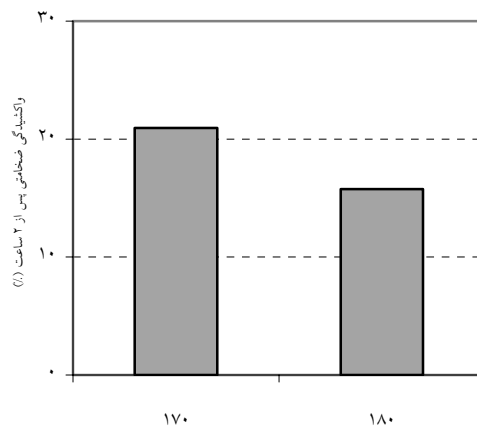


شکل شماره ۴: اثر درجه حرارت بخار زنی بر مقاومت چسبندگی داخلی  
جدول شماره ۵: گروه بندی دانکن در رابطه با اثر زمان بخار زنی بر مقاومت

#### چسبندگی داخلی

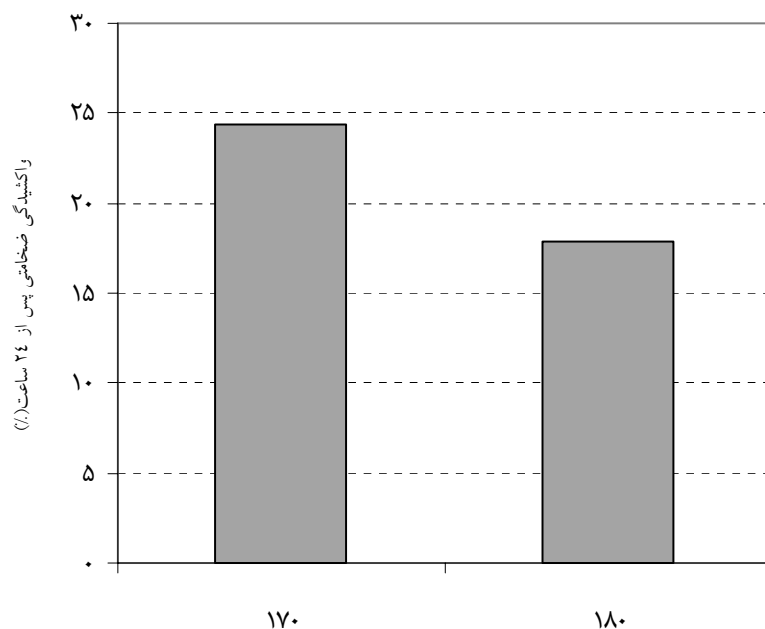
گروه بندی بر طبق دانکن	مقاومت چسبندگی داخلی (MPa)	زمان بخار زنی (min)
A	۰/۴۸۶	۵
AB	۰/۳۵۷	۱۰
B	۰/۳۲۹	۱۵

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 بخار زنی بر ویژگیهای فوق در سطح ۱ درصد و اثر مستقل زمان بخار زنی بر ویژگیهای مذکور در سطح ۵ درصد معنی دار می باشد. ضریب تغییرات به ترتیب برای واکسیدگی ضخامتی پس از ۲ و ۲۴ ساعت عبارت از ۱۸/۷۱٪ و ۱۶/۱۵٪ است. اثر متقابل متغیرهای مذکور بر ویژگیهای فوق معنی دار نمی باشد. شکل‌های شماره ۵ و ۶ به ترتیب اثر درجه حرارت بخار زنی 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.



درجه حرارت بخارزنی (درجه سانتیگراد)

شکل شماره ۵- اثر درجه حرارت بخار زنی بر واکسیدگی ضخامتی پس از ۲ ساعت



شکل شماره ۶- اثر درجه حرارت بخار زنی بر واکنشیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت

جدول شماره ۶ : گروه بندی دانکن در رابطه با اثر زمان بخار زنی بر واکنشیدگی

ضخامت پس از ۲ ساعت

گروه بندی بر طبق دانکن	واکنشیدگی ضخامت پس از ۲ ساعت ( % )	زمان بخار زنی ( min )
A	۲۱/۶۰	۵
A	۲۰/۰۱	۱۰
B	۱۳/۴۴	۱۵



جدول شماره ۷ : گروه بندی دانکن در رابطه با اثر زمان بخار زنی بر واکنشیدگی  
ضخامتی پس از ۲۴ ساعت

گروه بندی بر طبق دانکن	واکنشیدگی ضخامتی پس از ۲۴ ساعت (%)	زمان بخار زنی (min)
A	۲۴/۱۶	۵
A	۲۳/۲۳	۱۰
B	۱۵/۹۵	۱۵

### بحث

میانگین طول و قطر الیاف نی (*Phragmites australis*) در منطقه تالاب انزلی به ترتیب ۱/۳۸ میلیمتر و ۱۷/۰۷ میکرون اندازه گیری گردید که تقریباً مشابه نتایج سایر اندازه گیریها است. محققان دیگر این دو ویژگی را در این منطقه به ترتیب ۱/۴۵ میلیمتر و ۱۸/۷۷ میکرون گزارش کردند ( ۶ ). جدول شماره ۸ برتری طول الیاف نی نسبت به چند گونه غیر چوبی را نشان می دهد (۸). با توجه به اینکه هر چه طول الیاف بیشتر باشد، میزان در هم رفتگی و سطح تماس بین آنها افزایش یافته و بنابراین ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی تخته بهبود خواهد یافت. از جمله عوامل دیگر که در کیفیت تخته فیبر تأثیر بسزایی دارد، نسبت طول به قطر فیبر می باشد که به ضریب لاغری معروف است. ضریب لاغری که به قدرت درهم رفتگی نیز موسوم است بین ۱۵۰-۲۰۰ متغیر می باشد. هرچه مقدار آن بزرگتر باشد مقاومت مکانیکی تخته بدست آمده زیاده تر خواهد بود که ضریب لاغری ۸۰/۸۴ الیاف نی نیز بیانگر توانایی این الیاف در تولید تخته با کیفیت مقاومتی خوب است.

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

ویژگیهای خمشی فرآورده‌های مرکب چوبی وابستگی شدیدی به ویژگیهای اجزاء سازنده آنها و همچنین کیفیت لایه‌های سطحی آنها دارد. نتایج حاصل از بررسی تأثیر درجه حرارت بخارزنی بر ویژگیهای خمشی نشان داد با افزایش درجه حرارت بخارزنی، مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته کاهش یافته است. به طوری که حداکثر این ویژگیها در درجه حرارت بخار زنی ۱۷۰ درجه سانتیگراد مشاهده شد. مقدار کاهش مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته در اثر افزایش درجه حرارت به ترتیب ۳۱/۵۴ و ۱۱/۸۱ درصد بوده است. در این رابطه می توان عنوان کرد که با افزایش درجه حرارت بخار زنی، درجه پلیمریزاسیون (DP) سلولز و همی سلولزها کاسته شده و ویژگیهای مقاومتی الیاف که رابطه‌ای مستقیم با درجه پلیمریزاسیون به خصوص سلولز دارد، کاهش یافته و در نهایت ویژگیهای خمشی تخته‌ها نیز کاهش یافته است (۱۳، ۵). با افزایش زمان بخارزنی نیز مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته تخته‌ها کاهش یافته است. حداکثر این ویژگیها در زمان بخارزنی ۵ دقیقه ملاحظه شد. گروه‌بندی دانکن ویژگیهای مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته تخته‌ها نشان داد که مقاومت خمشی تخته‌ها در زمانهای مختلف بخار زنی، هر کدام در گروهی جداگانه قرار گرفته است. در صورتی که با توجه به گروه بندی دانکن مدول الاستیسیته تخته‌ها تنها بین زمان بخار زنی ۵ و ۱۵ دقیقه اختلاف معنی دار وجود داشته است. مقدار کاهش برای مقاومت خمشی با افزایش زمان بخارزنی ۳۰/۹۳ درصد و مقدار کاهش

برای مدول الاستیسیته با افزایش زمان بخارزنی ۲۳/۳۲ درصد بوده است. با افزایش زمان بخار زنی قطعات نی برای مدت بیشتری تحت تأثیر فشار و درجه حرارت بالا بوده و این امر سبب می گردد تا واکنشهای هیدرولیزی بیشتر صورت گرفته و در نهایت پیوندهای هیدروژنی بیشتر شکسته شده و کیفیت الیاف و در نتیجه ویژگیهای خمشی تخته‌ها کاهش یافته است (۵،۱۳). اثر متقابل درجه حرارت بخارزنی و زمان بخارزنی نیز بر مقاومت خمشی تخته‌ها معنی‌دار بوده است. به طوری که حداقل و حداکثر ویژگی مذکور در درجه حرارت بخار زنی و زمان بخار زنی ۱۷۰ درجه سانتیگراد و ۵ دقیقه و ۱۸۰ درجه سانتیگراد و ۱۵ دقیقه مشاهده شد. نتیجه فوق ناشی از اثر تخریبی درجه حرارت بالا و زمان بخار زنی طولانی بر کیفیت الیاف است.

آزمایش کشش در جهت ضخامت به عنوان شاخصی از اتصال بین الیاف می‌باشد و نشان دهنده مقاومت چسبندگی داخلی است. از مشاهدات این آزمایش علاوه بر تعیین کیفیت اتصال چسب در لایه میانی تخته فیبر، می‌توان تا حدودی به ویژگیهای خمشی الیاف نیز پی برد. زیرا هنگامی که تخته‌ها تحت بار کشش عمود بر سطح قرار می‌گیرند، الیاف نیز تا حدودی تحت بار خمش قرار خواهند گرفت، تا زمانی که تخته‌ها از لایه میانی شکافته شوند. نتایج حاصل از بررسی تأثیر درجه حرارت بخار زنی و زمان بخارزنی بر مقاومت چسبندگی داخلی نشان داد که با افزایش هر دو عامل، مقاومت چسبندگی داخلی به ترتیب به مقدار ۳۳/۴۸ درصد و ۳۲/۳۰ درصد کاهش یافته است. با افزایش درجه حرارت و زمان بخار زنی ویژگیهای مقاومتی الیاف در اثر واکنشهای تخریبی (هیدرولیز) و کاهش درجه پلیمریزاسیون (DP) سلولز و همی سلولزها، کاهش یافته و کاهش مذکور سبب افت مقاومت چسبندگی داخلی تخته‌ها گردیده است (۵، ۱۳). زیرا که ویژگیهای مکانیکی فرآورده‌های مرکب تا حد زیادی متأثر از 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 و اکسیداسیون می‌شوند. نتایج حاصل از بررسی تأثیر درجه حرارت بخار زنی و زمان بخار زنی بر واکنش‌دهی ضخامتی پس از ۲ و ۲۴ ساعت نشان داد که با افزایش هر دو عامل، این دو ویژگی بهبود یافته است. به طوری که حداقل هر یک از ویژگیهای مذکور در درجه حرارت بخار زنی ۱۸۰ درجه سانتیگراد و زمان بخار زنی ۱۵ دقیقه مشاهده شد. به ظاهر افزایش درجه حرارت و زمان بخار زنی باعث افزایش هیدرولیز و تخریب زنجیرهای همی سلولزها گردیده و بدین ترتیب با تخریب مکانهای OH، ویژگیهای آبدوستی الیاف و در نهایت تخته‌ها کاهش یافته است (۱۳).

## منابع مورد استفاده

- ۱- امیری، س. ۱۳۷۲. بررسی اقتصادی نیزارهای هورالعظیم برای استفاده در منابع لیگنو سلولزی، مجله منابع طبیعی، شماره ۴۶، دانشکده منابع طبیعی
- ۲- آراین، ا. ۱۳۸۱. بازار جهانی تخته فیبر نیمه سنگین (MDF). سال اول، شماره چهارم - پائیز - ۶۴ - ۶۰
- ۳- آراین، ا.، شاهباز، ح. ۱۳۸۲. بازار تخته فیبر نیمه سنگین (MDF) در ایران. سال دوم، شماره ششم، بهار - ۵۴ - ۵۰
- ۴- پورسعید، ح. ۱۳۷۳. بررسی امکان بهبود خصوصیات خمیر کاغذ حاصل از باگاس با استفاده از نی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی نور، دانشکده تربیت مدرس.
- ۵- حبیبی، م. ر.، حسین زاده، ع.، حسین خانی، ح.، سپیده دم، س.، 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).
- ۶- فامیلیان، ح. ۱۳۷۳. بررسی مقایسه‌ای خصوصیات بیولوژیکی، آناتومیکی، فیزیکی و شیمیایی نی در نیزارهای هورالعظیم و تالاب انزلی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
- ۷- بی نام، ۱۳۸۰. طرح ساماندهی هورالعظیم مرحله ۱ و ۲. شرکت مهندسی مشاور ساز آب پردازان
- 8- Atchison, J.E. 1987. Data on non – wood plant fibers, pulp and paper manufacture, Vol. 3.
- 9-Cao, Z. Huang, L., Qu, Y. 1999. China wood Industry. 13 : 3/3 – 6
- 10-DIN standard, 1965. NO: 68754
- 11-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))

- 12- 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.
- 13-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.
- 14-Roffael, E., Dix, K. 1992. MDF from young poplar (*Populus trichocarpa*) of different properties. Holz forschung. 46( 2):163–170, 25 ref.
- 15- Short, PH., Woodson. GE., Lyon, DE. 1978. Dry chips versus green chips as furnish for MDF. Forest Prod. J. 28(30): 33 – 37.
- 16- Xiaobo, L. 2004. Physical, chemical and mechanical properties of Bambo and its utilization potential for fiberboard manufacturing. M. S. Thesis, Faculty of the Louisina State University and agriculture and mechanical college.