



دانشگاه گوارز و منابع طبیعی

مجله پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل  
جلد هجدهم، شماره اول، ۱۳۹۰  
[www.gau.ac.ir/journals](http://www.gau.ac.ir/journals)

## بررسی تأثیر استفاده از چوب شاخه ممرز و راش در ترکیب چوب تنه مخلوط پهن‌برگان بر ویژگی‌های خمیر کاغذ CMP

\*فرهاد زینلی<sup>۱</sup>، حسین رسالتی<sup>۲</sup> و محمد تسوجی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup>دانشجوی دکتری گروه صنایع خمیر و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،

<sup>۲</sup>دانشیار گروه چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،

<sup>۳</sup>دانشجوی کارشناسی ارشد گروه چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۸۷/۵/۲۲؛ تاریخ پذیرش: ۸۸/۲/۱۸

### چکیده

در این پژوهش تأثیر استفاده از چوب شاخه ممرز و راش با حفظ نسبت مشابه چوب تنه و به‌میزان ۳ به ۱ به‌جای بخشی از چوب تنه ممرز و راش در تولید و ارزیابی خمیر CMP مخلوط پهن‌برگان مورد بررسی قرار گرفت. درصدهای مصرف چوب شاخه در ترکیب نهایی مخلوط تنه پهن‌برگان با حفظ مقدار ثابت ۲۰ درصد برای چوب تنه توس، ۰، ۱۶، ۴۰، ۵۶ و ۸۰ درصد بود. نتایج نشان داد که تحت شرایط پخت ثابت، زمان پخت برای رسیدن به بازده حدود ۸۵ درصد و نیز میزان پالایش برای دستیابی به درجه روانی ثابت ۳۰۰ میلی‌لیتر استاندارد کانادائی، با افزایش درصد مصرف چوب شاخه کاهش می‌یابد. همچنین، اگرچه با افزایش چوب شاخه در مخلوط تنه پهن‌برگان، خواص نوری و مقاومتی کاغذ به‌دست آمده اندکی کم شد، ولی استفاده از چوب شاخه تا حدود ۴۰ درصد در ترکیب نهائی ماده اولیه مصرفی برای ساخت خمیر کاغذ CMP قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: چوب شاخه، چوب تنه، ممرز، راش، توس

\*مسئول مکاتبه: [farhad.zeinaly@yahoo.com](mailto:farhad.zeinaly@yahoo.com)

مجله پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل جلد (۱۸)، شماره (۱) ۱۳۹۰

## مقدمه

طراحی اولیه خط تولید خمیر کاغذ شیمیایی مکانیکی (CMP)<sup>۱</sup> صنایع چوب و کاغذ مازندران بر مبنای مصرف چوب تنه ممرز (*Carpinus betulus*) و راش (*Fagus orientalis*) با نسبت ۳ به ۱ بوده است، اما با توجه به مشکلات تامین چوب، این کارخانه به واردات چوب تنه توس (*Betula papyrifera*) اقدام نموده و از ترکیب جدید چوب تنه شامل ۶۰ درصد ممرز، ۲۰ درصد راش و ۲۰ درصد توس استفاده نمود. همچنین به دلیل کمبود مقدار چوب تنه ممرز و راش، این کارخانه برای تامین ماده اولیه خود به فکر استفاده از چوب شاخه این دو گونه افتاده است (مدیریت واحد مهندسی فرایند، ۲۰۰۷).

با توجه به این که چوب تنه و شاخه، از لحاظ ساختاری، مورفولوژیکی و شیمیایی با یکدیگر متفاوتند، بنابراین درصد‌های مختلف مصرف آن‌ها می‌تواند خواص متفاوتی را در کاغذ به دست آمده ایجاد کند (میرشکری، ۲۰۰۳). قسمت بالای تنه همه درختان و بیش‌تر شاخه‌ها جوان چوب هستند و در بیش‌تر درختان، جوان چوب در مقایسه با چوب بالغ دارای الیاف کوتاه‌تر، باریک‌تر و با دیواره سلولی نازک‌تر می‌باشد. این اختلافات در پهن‌برگان در مقایسه با سوزنی‌برگان کم‌تر محسوس بوده و تأثیر کم، یا بی‌معنی روی کیفیت خمیر و کاغذ تولیدی دارند (پانشین و زیو، ۱۹۸۰؛ زیمرمن و برون، ۱۹۷۱). در شرایط ثابت خمیرسازی، زمان پخت و مصرف انرژی برای چنین چوب‌هایی کم‌تر است (اینسپاھر، ۱۹۷۶). همچنین، چوب شاخه دارای مقداری چوب واکنشی بوده که این چوب در پهن‌برگان از نوع چوب کششی است. چوب کششی در مقایسه با چوب نرمال دارای نسبت مقدار الیاف به آوند بیشتر، طول الیاف مشابه، و نیز دارای لایه ژلاتینی (G) غنی از سلولز می‌باشد (فوری و همکاران، ۱۹۷۰؛ نوربرگ و میر، ۱۹۶۶). از لحاظ شیمیایی چوب کششی نسبت به چوب نرمال دارای سلولز بیش‌تر و لیگنین کم‌تر است، و مقدار همی‌سلولز آن به مقدار ناچیزی از چوب نرمال کم‌تر می‌باشد (کوت و همکاران، ۱۹۶۹). بررسی‌های انجام شده روی خمیر کاغذ مکانیکی به دست آمده از چوب کششی نشان داد که به دلیل لیگنین کم و دیواره ضخیم الیاف چوب کششی، سرعت دفیبره شدن افزایش و ویژگی‌های کاغذ به دست آمده بهبود یافته است (دادسول و همکاران، ۱۹۵۸؛ اسکاراموزی و وکچی، ۱۹۶۸). استحکام کاغذ ساخته شده از چوب کششی در یک گونه مشخص کم‌تر از چوب نرمال می‌باشد، زیرا وجود لایه G باعث می‌شود که الیاف حتی پس از پالایش نیز به درجه بالایی از

## 1- Chemi-Mechanical Pulp

## فرهاد زینلی و همکاران

نواری<sup>۱</sup> شدن نرسند. همچنین این الیاف در برابر فیبریله شدن خارجی مقاومت می‌کنند. بنابراین، سطح اتصال بین الیاف کم می‌شود (پرهام و همکاران، ۱۹۷۷). چوب شاخه در مقایسه با چوب تنه، درون‌چوب کم‌تری دارد. درون‌چوب برخی از گونه‌ها مثل راش تیره‌تر بوده و باعث تیره شدن خمیر CMP می‌شوند. چوب تنه حاوی چوب درون، معمولاً محتوی رطوبت کم‌تر و مواد استخراجی بیش‌تری نسبت به جوان چوب است و تبدیل آن‌ها به خرده‌چوب مشکل‌تر می‌باشد. همچنین، به دلیل نفوذپذیری کم‌تر درون‌چوب، نمی‌توان آن را به آسانی با مایع پخت اشباع کرد و در نتیجه، میزان دسته‌های جدا نشده الیاف و ذرات بزرگ‌تر از اندازه در خمیر کاغذ به دست آمده افزایش می‌یابد (کوتی، ۱۹۸۱؛ هنت‌شل، ۱۹۷۲). همچنین، چوب‌های با درون‌چوب زیاد، در رنگ‌بری خمیر، به‌ویژه برای خمیرهای مکانیکی و نیمه شیمیایی مشکلاتی ایجاد می‌کنند. حتی اگر مواد استخراجی رنگ تیره‌ای نداشته باشد، حضور آن‌ها در خمیر نهایی ممکن است باعث تیره شدن مجدد کاغذ شود (هیلیس، ۱۹۶۲).

بنابراین، در این پژوهش تأثیر استفاده از چوب شاخه ممرز و راش به نسبت ۳ به ۱ به جای بخشی از چوب تنه ممرز و راش و با حفظ نسبت چوب تنه توس در تولید خمیر CMP مخلوط پهن‌برگان مورد بررسی قرار گرفت و بنابر مطالب ذکر شده، خواص نوری و مقاومتی خمیر تولید شده از درصد‌های متفاوت اختلاط چوب شاخه با تنه مورد مطالعه قرار گرفت. در این پژوهش سعی بر آن است تا حداکثر میزان مصرف چوب شاخه، به‌عنوان منبعی ارزان‌تر و فراوان‌تر از چوب تنه، در ساخت خمیر کاغذ CMP با خصوصیات قابل مقایسه با خمیر ساخته شده از چوب تنه به دست آید.

## مواد و روش‌ها

خرده‌چوب‌های تنه و شاخه هر یک از گونه‌های راش، ممرز و توس به‌صورت جداگانه از خروجی خرده‌چوب‌ساز کارخانه چوب و کاغذ مازندران، بعد از غربال شدن جمع‌آوری شد. خرده‌چوب‌ها به مدت یک هفته در محل آزمایشگاه هوا خشک و سپس در داخل نایلن برای حفظ رطوبت، بسته‌بندی شدند. رطوبت آن‌ها براساس استاندارد T2580m-94 اندازه‌گیری شد. ترکیب مواد اولیه چوبی در جدول ۱ آمده است.

1- Collapse

جدول ۱- درصد چوب تنه و شاخه در ترکیب نهایی خرده‌چوب‌ها.

نمونه	تنه توس	تنه ممرز	تنه راش	شاخه ممرز	شاخه راش	مجموع شاخه
A	۲۰	۶۰	۲۰	۰	۰	۰
B	۲۰	۴۸	۱۶	۱۲	۴	۱۶
C	۲۰	۳۰	۱۰	۳۰	۱۰	۴۰
D	۲۰	۱۸	۶	۴۲	۱۴	۵۶
E	۲۰	۰	۰	۶۰	۲۰	۸۰

مایع پخت CMP از مخزن ذخیره مایع پخت در کارخانه چوب و کاغذ مازندران، با خصوصیات زیر تهیه شد:

دی اکسید گوگرد فعال = ۱۱۵ گرم در لیتر، اکسید سدیم = ۱۰۲ گرم در لیتر،  $\text{pH} = 6/9$ ، دانسیته = ۱/۲۱. (۱۲۸ گرم در لیتر سولفیت سدیم (خالص) برای ساخت چنین مایع پختی لازم است). برای پخت از دایجستر آزمایشگاهی دارای یک محفظه پخت ۱۰ لیتری و دو حرارت‌دهنده الکتریکی استفاده شد. شرایط پخت به صورت زیر بود:

۲۰ درصد سولفیت سدیم بر پایه وزن خشک چوب،  $L:W = 7:1$ ، دمای پخت بیشینه ۱۶۵ درجه سانتی‌گراد و زمان پخت متغیر ۴۵ تا ۹۰ دقیقه برای دستیابی به بازده نهایی حدود ۸۵ درصد. در ضمن قبل از افزایش دمای پخت به درجه حرارت بیشینه ۱۶۵ درجه سانتی‌گراد، به مدت یک ساعت در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد حرارت‌دهی شد.

بعد از پخت، خمیر به دست آمده با استفاده از دفیراتور آزمایشگاهی دفیبره و خمیر عبور یافته از غربال مش ۲۰ و باقی‌مانده روی غربال مش ۲۰۰ به عنوان خمیر CMP قابل قبول جمع‌آوری و هوا خشک گردید.

خمیرها برای رسیدن به درجه روانی ثابت حدود ۳۰۰ میلی‌لیتر براساس استاندارد T248 sp-00 پالایش شدند. همچنین درجه روانی خمیرها بر اساس استاندارد T227 om-99 تعیین گردید. کاغذهای دست‌ساز با وزن پایه ۶۰ گرم بر مترمربع براساس استاندارد T205 sp-95 ساخته شد. درجه روشنی و میزان ماتی و همچنین آزمون‌های مکانیکی شامل مقاومت به کشش، ترکیدن و پاره شدن به ترتیب براساس استانداردهای T452 om-92، T452 om-91، T495 om-96، T403 om-97 و T414 om-98 اندازه‌گیری شدند. مقادیر به دست آمده از آزمون‌ها توسط آزمون دانکن بر پایه طرح آماری کاملاً تصادفی و با درصد اطمینان ۵ درصد مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

### نتایج و بحث

زمان پخت در بازده مشابه: زمان پخت تحت شرایط پخت یکسان و برای دست‌یابی به بازده مشابه حدود ۸۵ درصد با افزایش میزان چوب شاخه، به‌طور معنی‌داری ( $P < 0.01$ ) کاهش می‌یابد (جدول ۲). کاهش زمان پخت با افزایش نسبت چوب شاخه می‌تواند به سبب میزان کم‌تر چوب درون و یا اختلاف در ترکیب شیمیایی چوب شاخه با ساقه باشد (کوتی، ۱۹۸۱). کوکورک و استیونس (۱۹۸۳) دریافتند که زمان پخت برای چوب شاخه کم‌تر از چوب تنه است، همچنین زیمرمن و برون (۱۹۷۱) در بررسی خود به این نتیجه رسیدند که مصرف انرژی مرحله خمیرسازی برای چوب شاخه کم‌تر است که با نتایج به‌دست آمده از این پژوهش تطابق دارد.

پالایش‌پذیری خمیر کاغذ: درجه روانی اولیه با افزایش میزان چوب شاخه کاهش می‌یابد (جدول ۲). این نتیجه با بررسی‌های پانشین و زیو (۱۹۸۰) مطابقت دارد. کاهش در درجه روانی اولیه می‌تواند به‌دلیل لیاف کوتاه‌تر و میزان بیش‌تر سلول‌های پارانشیمی در چوب شاخه باشد.

جدول ۲- تأثیر نوع تیمار بر زمان پخت در بازده مشابه (حدود ۸۵ درصد)، درجه روانی اولیه و پالایش‌پذیری خمیر برای دست‌یابی به درجه روانی حدود ۳۰۰ میلی‌لیتر CSF.

نمونه	زمان پخت (دقیقه)	روانی اولیه (میلی‌لیتر)	تعداد دور پالایش
A	۹۰ <sup>a</sup>	۷۴۵ <sup>a</sup>	۱۴۳۰۰ <sup>a*</sup>
B	۸۰ <sup>b</sup>	۷۳۸ <sup>b</sup>	۱۳۸۰۰ <sup>b</sup>
C	۷۰ <sup>c</sup>	۶۹۵ <sup>c</sup>	۱۱۰۰۰ <sup>c</sup>
D	۶۰ <sup>d</sup>	۶۹۵ <sup>c</sup>	۱۰۵۰۰ <sup>d</sup>
E	۴۵ <sup>e</sup>	۶۶۵ <sup>d</sup>	۸۵۰۰ <sup>e</sup>

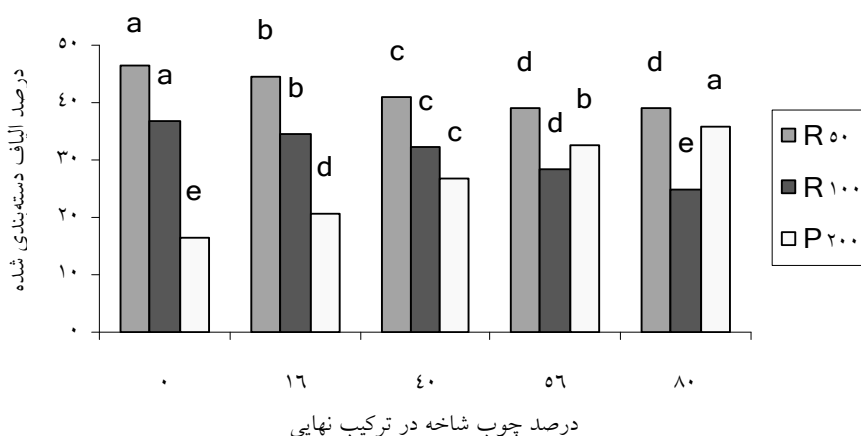
حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار بر مبنای آزمون دانکن در سطح ۵ درصد است.

همچنین، میزان پالایش برای دست‌یابی به درجه روانی ثابت حدود ۳۰۰ میلی‌لیتر CSF<sup>۱</sup>، با افزایش چوب شاخه کاهش معنی‌داری می‌یابد ( $P < 0.01$ ). چوب شاخه به‌دلیل لیگنین کم‌تر پالایش‌پذیری بهتری دارد. بنابراین، لیاف در هنگام پالایش انعطاف‌پذیر بوده و عمل فیبریله شدن سریع‌تر انجام می‌شود (پرهام و همکاران، ۱۹۷۷). در نهایت، سطح ویژه لیاف چوب شاخه، سریع‌تر افزایش می‌یابد و در دوره‌های کم‌تر پالایش به درجه روانی دلخواه می‌رسد (جدول ۲).

1- Canadian Standard Freeness

دسته‌بندی الیاف خمیر کاغذ پالایش شده: نتایج دسته‌بندی الیاف خمیر کاغذ پالایش شده در درجه روانی ثابت حدود ۳۰۰ نشان می‌دهد که با افزایش درصد شاخه در ترکیب چوب تنه مخلوط پهن‌برگان، میزان الیاف بلند (R۵۰)<sup>۱</sup> و الیاف متوسط (P۵۰/R۲۰۰)<sup>۲</sup> کاهش و میزان نرمه‌ها و ریز الیاف (P۲۰۰)<sup>۳</sup> افزایش می‌یابد، که این اختلاف به لحاظ آماری نیز معنی‌دار است ( $P < 0/01$ ) (شکل ۱).

افزایش درصد نرمه‌ها و کاهش درصد الیاف بلند خمیر کاغذ با افزایش چوب شاخه حتی در مقدار دور پالایشگر به مراتب کم‌تر، بیانگر آن است که چوب شاخه در مقایسه با چوب ساقه دارای الیاف کوتاه‌تر و درصد سلول‌های پاراننشیمی و آوندهای بیش‌تری می‌باشد.



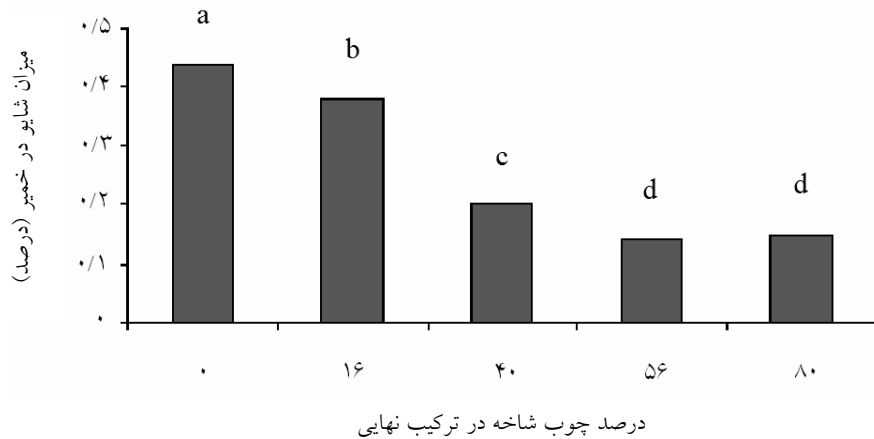
شکل ۱- تأثیر استفاده از چوب شاخه بر کلاسه‌بندی الیاف خمیر کاغذ پالایش شده (R الیاف باقی‌مانده و P الیاف رد شده از غربال را نشان می‌دهد).

درصد شایو<sup>۴</sup> خمیر کاغذ: درصد دسته‌های الیاف جدا نشده از یکدیگر (شایو) موجود در خمیر کاغذ پالایش شده با وجود کاهش زمان پخت و نیز کاهش میزان پالایش مورد نیاز برای دستیابی به درجه روانی مشابه، به‌طور معنی‌داری با افزایش چوب شاخه در مخلوط چوب تنه پهن‌برگان کاهش می‌یابد ( $P < 0/05$ ) (شکل ۲).

۱- الیاف باقی‌مانده روی مش ۵۰

۲- الیاف عبور کرده از مش ۵۰ و باقی‌مانده روی مش ۲۰۰

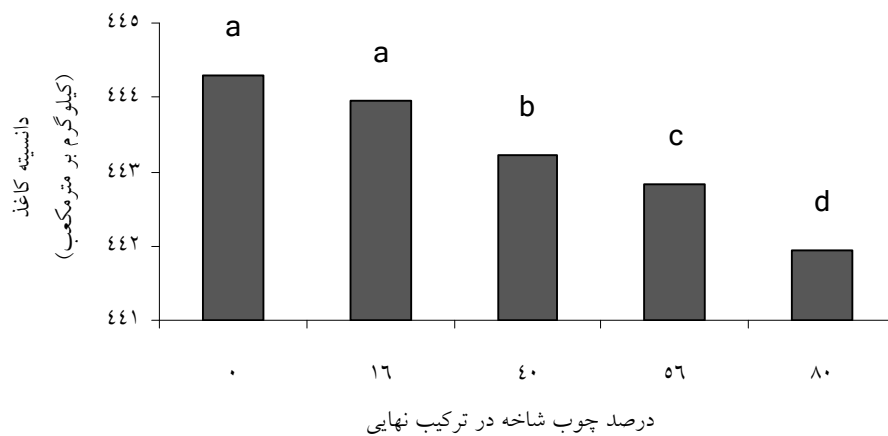
۳- الیاف عبور کرده از مش ۲۰۰



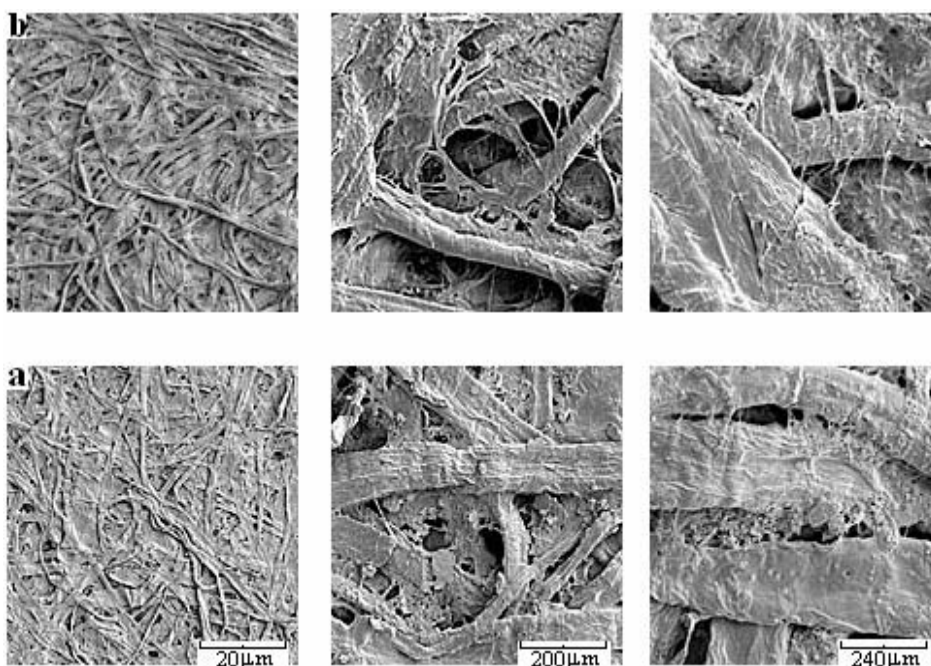
شکل ۲- تأثیر استفاده از چوب شاخه بر میزان شایو خمیر کاغذ پالایش شده.

**دانسیته کاغذ:** با افزایش چوب شاخه در ترکیب چوب تنه مخلوط پهن‌برگان، دانسیته کاغذ کاهش می‌یابد که این اختلاف به لحاظ آماری نیز معنی‌دار است ( $P < 0.01$ ) (شکل ۳). چوب واکنشی موجود در چوب شاخه دارای الیافی است که در هنگام پالایش به سختی لهیده و نواری می‌شوند و این موضوع باعث افزایش حجم و کاهش دانسیته کاغذ می‌شود. همچنین به سبب کاهش زمان پخت و نیز کاهش میزان انرژی پالایش مورد نیاز در حالت افزایش سهم چوب شاخه، ممکن است موجب کاهش انعطاف‌پذیری و قابلیت له شدن الیاف شده، در نتیجه اتصال‌پذیری الیاف و دانسیته کاغذ کاهش می‌یابد. البته کاهش دانسیته که به مفهوم بهبود بالک کاغذ است، در کاغذهای روزنامه و چاپ و تحریر ممکن است موجب بهبود چاپ‌پذیری کاغذ شود.

تصویر SEM کاغذهای به‌دست آمده از دو تیمار ۱۰۰ درصد تنه و ۸۰ درصد شاخه به‌وضوح اختلاف الیاف و شکل‌گیری کاغذ را بین این دو تیمار نشان می‌دهد (شکل ۴). کاغذهای تولید شده از خمیر کاغذ تنه دارای الیاف سالم‌تر و نواری‌تر بوده و شکل‌گیری فشرده‌تری داشتند، در حالی که کاغذ به‌دست آمده از تیمار ۸۰ درصد چوب شاخه، الیاف شکسته و بی‌شکلی داشته و کاغذ بالک‌ری تولید کرده‌اند.



شکل ۳- تأثیر استفاده از چوب شاخه بر دانشیه کاغذ.

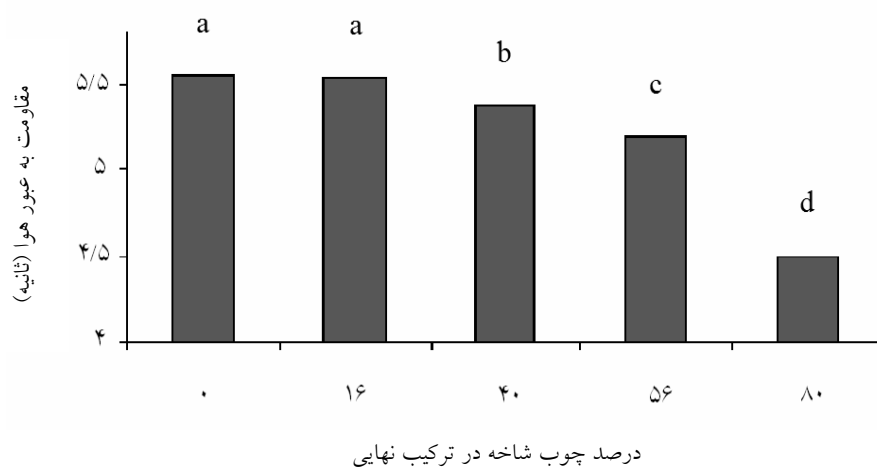


شکل ۴- تصویر SEM از کاغذهای تولیدی از دو تیمار:

a- خمیر ۱۰۰ درصد تنه b- خمیر ۸۰ درصد شاخه.



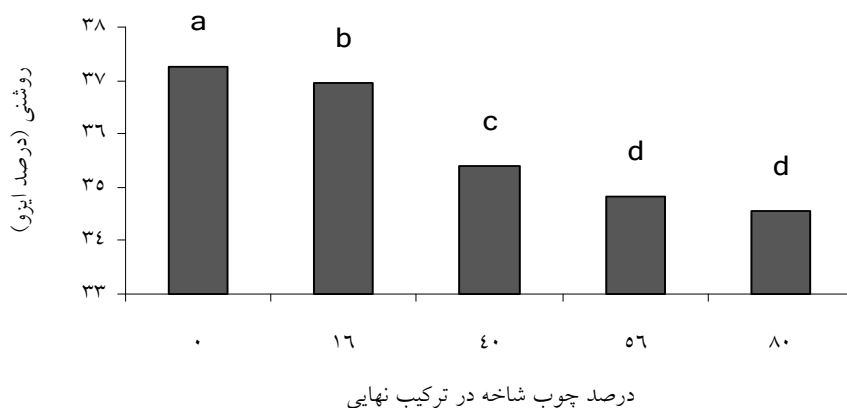
مقاومت به عبور هوا<sup>۱</sup>: با افزایش چوب شاخه در ترکیب چوب تنه مخلوط پهن‌برگان، مقاومت به عبور هوا که شاخصی از تخلخل<sup>۲</sup> کاغذ است، کاهش می‌یابد که از نظر آماری نیز معنی‌دار است ( $P < 0/01$ ) (شکل ۵). کاهش دانسیته و در نتیجه افزایش تخلخل کاغذ با افزایش چوب شاخه، می‌تواند دلیل کاهش مقاومت به عبور هوا باشد. در تصویر SEM نیز کاغذ تولید شده از خمیر دارای الیاف شاخه بیش‌تر نیز تخلخل بالایی را نشان می‌دهد (شکل ۴).



شکل ۵- تأثیر استفاده از چوب شاخه بر مقاومت به عبور هوای کاغذ.

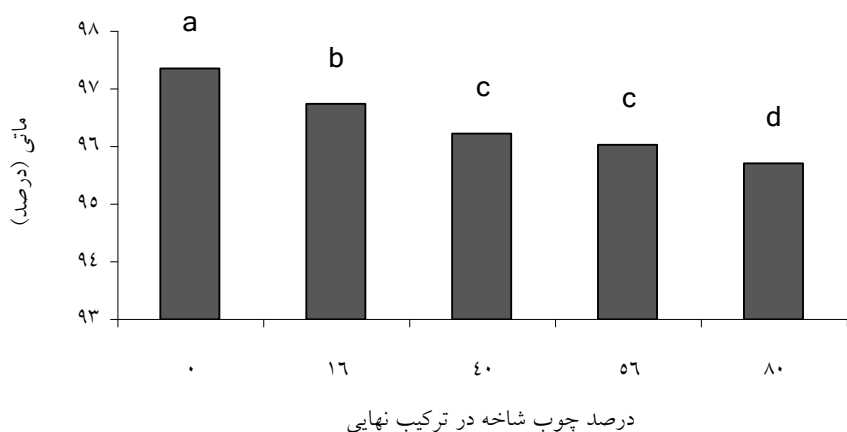
روشنی<sup>۳</sup> کاغذ: با افزایش میزان چوب شاخه در خمیر، میزان روشنایی به‌طور معنی‌داری ( $P < 0/01$ ) کاهش می‌یابد (شکل ۶). این نتیجه بر خلاف انتظار بوده و دلیل آن می‌تواند بیشتر بودن میزان پوست جدا نشده از شاخه‌های بی‌شکل و ناصاف باشد.

- 
- 1- Air Permeability
  - 2- Porosity
  - 3- Brightness



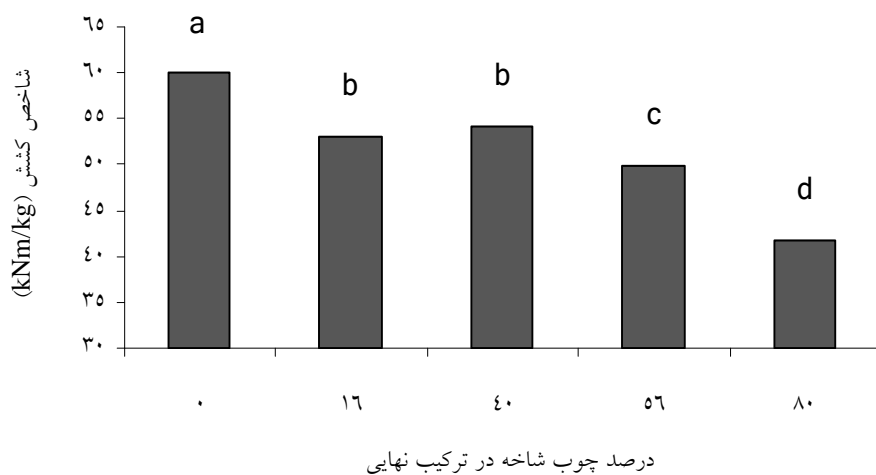
شکل ۶- تأثیر استفاده از چوب شاخه بر روشنی کاغذ.

**ماتی کاغذ:** با وجود کاهش دانسیته و مقاومت به عبور هوا به دلیل افزایش چوب شاخه، انتظار می‌رفت ماتی با افزایش چوب شاخه افزایش یابد، اما این روند، یک روند کاهشی با تغییرات ناچیز در تیمارها بود (شکل ۷). یکی از دلایل کاهش ماتی در کاغذهای حاوی الیاف چوب شاخه بیش‌تر، وجود لایه ژلاتینی در دیواره الیاف چوب کششی می‌باشد، این الیاف به دلیل دارا بودن سلولز با درجه کریستالی بالا و فشردگی بسیار زیاد، سبب کاهش ماتی در کاغذهای تولیدی گردیده‌اند (کانگ، ۲۰۰۷). آنالیز آماری داده‌های مربوط به ماتی نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین تیمارها وجود دارد ( $P < 0/05$ ).



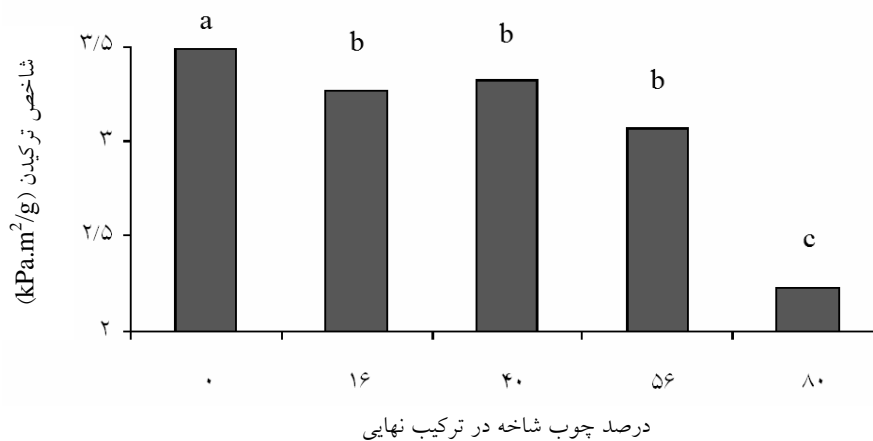
شکل ۷- تأثیر استفاده از چوب شاخه بر ماتی کاغذ.

شاخص کشش: همان‌طور که انتظار می‌رفت با افزایش چوب شاخه در مخلوط چوب تنه پهن‌برگان، شاخص کششی کاغذ کاهش یافت (شکل ۸). این کاهش به دلیل طول کم الیاف و همچنین میزان همی سلولز کم‌تر در چوب شاخه می‌باشد (پانشن و زیو، ۱۹۸۰؛ کوت و همکاران، ۱۹۶۹). کاهش میزان پالایش و عدم نواری شدن الیاف چوب واکنشی و در نتیجه کاهش سطح اتصال بین الیاف خمیر دارای چوب شاخه بیش‌تر نیز بر روی مقاومت کششی کاغذ تأثیر منفی دارد. آنالیز آماری نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین شاخص کشش نمونه‌های ۱۶ درصد و ۴۰ درصد وجود ندارد ( $P > 0.05$ ) اما بین دیگر نمونه‌ها اختلاف معنی‌دار است ( $P < 0.05$ ).



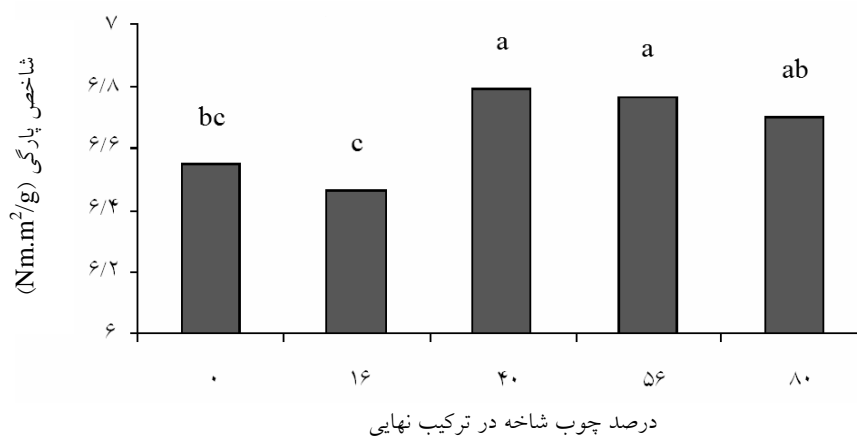
شکل ۸- تأثیر چوب شاخه بر شاخص کششی کاغذ.

شاخص ترکیدن: میزان مقاومت به ترکیدن با افزایش درصد مصرف چوب شاخه کاهش می‌یابد (شکل ۹)، اما این کاهش تا ۴۰ درصد مصرف چوب شاخه چندان زیاد نیست به طوری که آنالیز آماری نشان داد که بین نمونه‌های ۱۶ درصد و ۴۰ درصد تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ( $P > 0.05$ ) اما بین دیگر نمونه‌ها اختلاف معنی‌دار بود ( $P < 0.05$ ).



شکل ۹- تأثیر چوب شاخه بر شاخص ترکیدن کاغذ.

**شاخص پارگی:** مقاومت به پارگی در کاغذ، وابسته به مقاومت ذاتی الیاف و اتصال بین الیاف است (میرشکرایی، ۲۰۰۳)، و الیاف سالم مقاومت ذاتی بیشتری دارند، چوب کششی به دلیل مقدار لیگنین کمتر، ساختار ویژه دیواره و شکل فیبرها، اتصالات بین الیاف ضعیفی دارند در نتیجه چوب شاخه به دلیل داشتن مقدار چوب کششی بیشتر، آسان تر و با مصرف انرژی کم تری دفیبره می شود و میزان صدمه دیدن الیاف کم تر و الیاف به طور سالم از هم جدا می شوند (دادسول و همکاران، ۱۹۵۸) بنابراین با افزایش چوب شاخه شاخص پارگی به طور معنی داری افزایش می یابد ( $P < 0/05$ ) (شکل ۱۰).



شکل ۱۰- تأثیر چوب شاخه بر شاخص پارگی کاغذ.

بنابر نتایج یادشده می‌توان گفت که خمیر دارای ۴۰ درصد چوب شاخه در ترکیب نهایی مخلوط چوب تنه پهن‌برگان می‌تواند خواصی مشابه و در برخی موارد بهتر از خمیر ۱۶ درصد چوب شاخه، داشته باشد. همچنین ویژگی‌های این خمیر با خمیر دارای صفر درصد چوب شاخه، تفاوت ناچیزی دارد. بنابراین با توجه به خواص نوری و مقاوتی کاغذ، میزان مصرف انرژی برای خمیرسازی و همچنین ارزان‌تر بودن چوب شاخه، استفاده از آن تا حدود ۴۰ درصد در ترکیب نهایی ماده اولیه مصرفی برای ساخت خمیرکاغذ CMP توصیه می‌شود.

### منابع

1. Cote, W.A., Day, A.C. and Timell, T.E. 1969. Wood Science Technology, 3: 4. 257-277.
2. Coty, H.M. 1981. Pulp & Paper. 55: 4. 160-169.
3. Dadswell, H.E., Wardrop, A.B. and Watson, A.J. 1958. Fundamentals of Papermaking Fibers, P 187-219. In: F. Bolam (eds.), Tech. Sect. BPBMA, London, England.
4. Einspahr, D.W. 1976. The influence of short-rotation forestry on pulp and paper quality. Tappi. 59: 10. 53-56.
5. Furuya, H., Takahasi, S. and Miyazaki, M. 1970. The chemical composition of gelatinous layer from the tension wood of Populus euro-americana. J. Japan Wood Res. Soc. 16: 1. 26-30.
6. Hentshel, R.A. 1972. Chemische technologie der zellstoff-und papierherstellung. Tappi. 55: 8. 165-174.
7. Hillis, W.E. 1962. Wood Extractives and Their Significance to the Pulp and Paper Industry. Academic Press, New York, NY, Pp: 147-156.
8. Kang, T. 2007. Role of external fibrillation in pulp and paper properties. Doctoral Thesis, Helsinki University of Technology, Laboratory of Paper and Printing Technology Reports, Series A28, 41 p.
9. Kokurek, M.J. and Stevens, C.F.B. 1983. Pulp and Paper Manufacture. Vol 1. Properties of fibrous raw materials and their preparation for pulping. Tappi Press, Atlanta, 311p.
10. Management of Process Engineering Unit. 2007. Wood and Paper Industries Company.
11. Mirshokrayi, A. 2003. Pulp and Paper Technology. Ayije, Tehran, Iran. Second Edition, 499p. (Translated in Persian)
12. Norberg, H. and Meier, H. 1966. Holzforsch, 20: 6. 174-182.
13. Panshin, A.J. and Zeeuw, C. 1980. Textbook of Wood Technology. McGraw-Hill, New York, NY, Pp: 126-132.
14. Parham, R.A., Robinson, K.W. and Isebrands, J.G. 1977. Wood Science Technology, 11: 4. 291.
15. Scaramuzzi, G. and Vecchi, E. 1968. Cellulosa Carta. 19: 2. 241-250.
16. TAPPI. 2000-2001. TAPPI Test Methods, TAPPI.
17. Zimmermann, M.H. and Brown, C.L. 1971. Trees-Structure and Function. Springer-Verlag, New York, NY, Pp: 312-342.



Gorgan University of Agricultural  
Sciences and Natural Resources

*J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 18(1), 2011*  
*www.gau.ac.ir/journals*

## **Investigation Effect of Using Branch Woods of Hornbeam and Beech in compound of hardwoods Stems Wood Mixture on CMP Pulp Properties**

**\*F. Zeinaly<sup>1</sup>, H. Resalati<sup>2</sup> and M. Tasooji<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Ph.D. Student, Dept. of Pulp and Paper Industries, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, <sup>2</sup>Associate Prof., Dept. of Wood and Paper, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, <sup>3</sup>M.Sc. Student, Dept. of Wood and Paper, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Received: 2008/08/12; Accepted: 2009/05/08

### **Abstract**

In this research, effect of Using Hornbeam and Beech Branch Woods in Admixture with Birch Stem Wood on Their CMP Pulp Properties. Using percentage of branch woods, with 20% constant content for Birch stem wood, were 0, 16, 40, 56 and 80 in final mixture of hardwoods. The Results indicated that cooking time, to reach 85% yield and under same cooking condition, and also refining quantity, to reach 300 ml constant CSF freeness, were decreased with increasing portion branch woods ( $P<0.01$ ). Moreover, despite a little decrease ( $P<0.01$ ) in the optical and mechanical properties of the produced hard sheets by addition of branch wood in the hardwood stems wood, using 40% of branch wood in final mixture of the initial materials for making CMP pulp is recommended.

**Keywords:** Branch wood, Stem wood, Hornbeam, Beech, Birch

---

\* Corresponding Author; Email: farhad.zeinaly@yahoo.com