

تأثیر اختلاط چوب گونه غان بر ویژگی‌های نوری و مکانیکی خمیر کاغذ شیمیایی - مکانیکی تهیه‌شده از چوب گونه‌های جنگلی

چکیده

در این تحقیق، تأثیر اختلاط گونه غان با دو گونه جنگلی ممرز و راش بر ویژگی‌های نوری و مکانیکی خمیر کاغذهای شیمیایی مکانیکی تهیه‌شده مورد بررسی قرار گرفت. شرایط ثابت پخت شیمیایی - مکانیکی شامل دمای ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد، نسبت مایع پخت به خرده‌چوب ۷ به ۱ و ماده شیمیایی ۲۰٪ شامل سولفیت و هیدروکسید سدیم بر اساس وزن خشک خرده‌چوب بودند. خمیر کاغذهای شیمیایی مکانیکی بر اساس رسیدن به بازده ثابت ۸۵٪ (بازده خمیر کاغذ کارخانه)، در زمان‌های متفاوت پخت از ۳۰ تا ۱۲۰ دقیقه با ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۱۰۰ درصد غان در ترکیب با دو گونه جنگلی راش و ممرز تهیه شد. پس از جداسازی الیاف و پالایش آن‌ها تا درجه روانی کانادایی ۳۰۰ ml، کاغذهای دست‌ساز ۶۰ گرمی ساخته شد و مقاومت‌ها و ویژگی‌های نوری آن‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. تجزیه و تحلیل آماری نتایج نشان داد که با افزایش میزان اختلاط چوب غان، بین میانگین ویژگی‌های مورد بررسی خمیر کاغذ CMP، اختلاف معنی‌داری وجود دارد و همه این ویژگی‌ها به جز ماتی کاغذ بهبود یافته‌اند. افزایش روشنی خمیر کاغذ با افزودن درصد چوب غان، انتظار مصرف کمتر پروکسید هیدروژن و پساب تولیدشده را نوید می‌دهد. مقایسه مقاومت‌های کاغذهای ساخته‌شده با کاغذهای روزنامه و چاپ و تحریر چوب و کاغذ مازندران نشان می‌دهد که به ترتیب با افزودن ۱۰ و ۲۰ درصد چوب غان به دو گونه جنگلی مورد استفاده می‌توان به مقاومت‌های مورد نیاز دست‌یافت که از نظر اقتصادی برای واردات چوب غان نیز قابل توجه است.

واژگان کلیدی: غان، گونه‌های جنگلی، خمیر کاغذ شیمیایی مکانیکی، مقاومت‌های خمیر کاغذ، ویژگی‌های نوری.

مجتبی گلی^{۱*}
قاسم اسدپور^۲
سعید مهدوی^۳

^۱ کارشناسی ارشد، صنایع خمیر و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، دانشکده منابع طبیعی، ساری، ایران

^۲ استادیار گروه صنایع خمیر و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، دانشکده منابع طبیعی، ساری، ایران

^۳ دانشیار بخش تحقیقات علوم چوب و فرآورده‌های آن، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، کرج، ایران

مسئول مکاتبات:
goli.me2020@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۲/۲۴

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۴/۱۶

در تحقیقی با افزایش بازده خمیر کاغذ CMP حاصل از مخلوط ۷۵ درصد گونه ممرز و ۲۵ درصد صنوبر گونه ارومریکن، حجم ویژه^۲ و ماتی کاغذ بهبود یافت و همه مقاومت‌ها نسبت به خمیر کاغذ تهیه شده از اختلاط ۷۵ درصد گونه ممرز و ۲۵ درصد گونه راش در درجه روانی ۳۰۰ میلی لیتر استاندارد کانادایی افزایش یافت [۳].

Heräjärvi (۲۰۰۵) در مقایسه‌ای که بین ویژگی‌های چوب گان نقره‌ای^۴ و راش اروپا^۵ انجام داد، چوب گان را از نظر ویژگی‌های مورفولوژیکی و شیمیایی برای کاغذسازی نسبت به راش برتر می‌داند. علاوه بر این، چوب گان نقره‌ای در مقایسه با گان سفید از نظر رشد و نیز فرم تنه درخت بهتر است [۴].

در تحقیقی، تأثیر استفاده از چوب شاخه گونه‌های ممرز و راش را با حفظ نسبت اختلاط ۳ به ۱ شرکت چوب و کاغذ مازندران در تولید خمیر کاغذ CMP مخلوط پهن برگان مورد بررسی قرار گرفت. درصدهای مصرف چوب شاخه در ترکیب نهایی مخلوط تنه پهن برگان با حفظ مقدار ثابت ۲۰ درصد برای چوب گونه گان، ۰، ۱۶، ۴۰، ۵۶ و ۸۰ درصد در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که در شرایط پخت ثابت، زمان پخت برای رسیدن به بازده حدود ۸۵ درصد با افزایش درصد مصرف چوب شاخه، کاهش یافت. به علاوه، با افزایش چوب شاخه در مخلوط تنه پهن برگان، ویژگی‌های نوری و مقاومتی کاغذ حاصل اندکی کاهش یافت. آن‌ها استفاده از چوب شاخه تا حدود ۴۰ درصد در ترکیب نهایی ماده اولیه مصرفی برای ساخت خمیر کاغذ CMP را توصیه نمودند [۵].

طراحی اولیه خط تولید خمیر کاغذ شیمیایی - مکانیکی (PM1) شرکت چوب کاغذ مازندران به‌عنوان بزرگ‌ترین تولیدکننده کاغذ از چوب در ایران، بر مبنای استفاده از ۷۵٪ گونه چوبی ممرز و ۲۵٪ گونه راش بوده است. به علت کمبود این دو گونه جنگلی، این شرکت ناگزیر به استفاده از گونه‌های چوبی وارداتی مثل گان از روسیه است.

در این مقاله، اثر میزان اختلاط چوب گان با دو گونه مذکور مورد بررسی قرار گرفته است تا بتوان نتایج

با توجه به محدودیت و کمبود منابع داخلی در زمینه تأمین مواد اولیه چوبی مورد نیاز برای صنعت خمیر و کاغذ در ایران، استفاده از گونه‌های دست کاشت سریع‌الرشد و همچنین استفاده از سایر منابع اولیه مثل پسماندهای کشاورزی، کاغذهای بازیافتی و نیز چوب‌های وارداتی برای تأمین مواد اولیه این صنعت توصیه می‌شود. مصرف سرانه انواع کاغذ و مقوا در ایران، با احتساب جمعیت ۷۴ میلیون نفری کشور (۱۳۹۰) در حدود ۲۲ تا ۲۴ کیلوگرم است. میزان نیاز سالیانه کشور به کاغذ مطبوعات و روزنامه حدود ۱۳۳ هزار تن برآورد می‌گردد. با توجه به میزان تولید داخلی حدود ۲۳ و ۲۸ هزار تن به ترتیب در سال‌های ۸۹ و ۹۰، مابقی نیاز کشور از کشورهای نظیر چین، روسیه، اتریش، امارات متحده عربی، جمهوری کره، سوئد و غیره به میزان ۸۶ هزار تن وارد گردیده است. با توجه به افزایش جمعیت کشور و مصرف فراورده‌های کاغذی، انتظار می‌رود که طی سال‌های آتی نیز تقاضا برای انواع فراورده‌های کاغذی افزایش یابد [۱].

Höglund و Vesterlind (۲۰۰۶) ویژگی‌های مناسب چوب گان سفید^۱ برای ساخت کاغذ نسبت به صنوبر لرزانی^۲ را شامل دانسیته بیشتر (حدود 600 kg/m^3) و افزایش تولید خمیر کاغذ در واحد زمان می‌دانند. علاوه بر این، آن‌ها معتقدند که طول فیبر $1/2$ میلی‌متر، قطر فیبر ۲۰ میکرون و ضخامت دیواره سلولی $3/7$ میکرون، کاغذی با مقاومت‌های خوب تولید می‌کند. آن‌ها معتقدند که زبری ذاتی الیاف خمیر کاغذ CTMP باعث قابلیت فشردگی کمتر الیاف چوب گان نسبت به صنوبر شده و این موجب افزایش قابل توجه حجمی کاغذ خواهد شد که برای کاغذهای چاپ و تحریر مناسب است. مقدار سلولز در چوب گان سفید نسبت به چوب نوئل (از جمله بهترین گونه‌های کاغذسازی) تقریباً مشابه است در حالی که مقدار لیگنین و همی‌سلولزها به ترتیب کمتر و بیشتر است. سولفوناسیون چوب گان به دلیل تراکم لیگنین در دیواره بین سلولی، موجب کاهش مقدار ریزه‌چوب خمیر کاغذ، پیوندهای بین لیفی و روشنی مناسب خمیر کاغذ CTMP تهیه شده از آن خواهد شد. علاوه بر این، انرژی لازم برای جداسازی الیاف و نیز پالایش خمیر کاغذ کمتر است [۲].

¹ White birch (*Betula Verrucosa*)

² Aspen

³ Bulk density

⁴ Silver birch (*Betula pendula*)

⁵ European Beech (*Fagus sylvestris*)

چرخشی^۱ انجام شد. برای پخت خرده‌چوب‌ها، از مایع پخت مورد استفاده در شرکت صنایع چوب و کاغذ مازندران شامل سولفیت و هیدروکسید سدیم استفاده شد که پس از رقیق‌سازی، با غلظت ۲۰٪ (۲۰۰ گرم بر لیتر) نسبت به وزن خشک خرده‌چوب استفاده شد. شرایط پخت شامل نسبت مایع پخت به خرده‌چوب ۷ به ۱، دمای پخت ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد و زمان‌های پخت ۳۰ تا ۱۵۰ دقیقه برای دستیابی به بازده ۸۵ درصد (بازده قابل قبول کارخانه) بود. لازم به ذکر است که برخی از شرایط مذکور مثل نسبت مایع پخت به خرده‌چوب و نیز زمان پخت با توجه به تفاوت تجهیزات مورد استفاده در آزمایشگاه و خط تولید (مثل دیگ پخت و تغذیه‌کننده حلزونی فشاری^۲) لزوماً متفاوت انتخاب شد. با توجه پس از جداسازی الیاف خرده‌چوب‌ها توسط یک جداکننده دیسکی^۴ با قطر ۳۰ سانتی‌متر، خمیر کاغذ با استفاده از دستگاه کوبنده آزمایشگاهی PFI mill تا محدوده درجه روانی ۳۰۰ ml CSF بر اساس استاندارد T 248 om-01 پالایش شد. از خمیر کاغذ تیمارهای مختلف، کاغذ دست‌ساز با جرم پایه ۶۰ g/m² بر اساس آیین‌نامه om-88 T205 استاندارد TAPPI ساخته شد. مقاومت‌های کاغذ شامل مقاومت کششی، مقاومت به پارگی و ترکیدن مطابق استاندارد ایزو دستورالعمل‌های به ترتیب ISO 1974، ISO 2758 و ISO 1924-2 اندازه‌گیری شدند. همچنین ویژگی‌های نوری کاغذ شامل درجه روشنی، ماتی و زردی مطابق استاندارد ایزو شماره ۲۴۷۰ اندازه‌گیری شدند.

به دست آمده را در راستای استفاده کارخانه از این گونه چوبی تعمیم داد. این تحقیق دو هدف اصلی را دنبال می‌کند که شامل بهره‌گیری از گونه‌گان وارداتی برای کاهش استفاده از دو گونه محدود جنگلی راش و ممرز و نیز ارزیابی مقایسه‌ای ویژگی‌های کاغذ حاصل از اختلاط خمیر کاغذ گونه‌گان با دو گونه ممرز و راش و تعیین ترکیب چوبی بهینه است.

مواد و روش‌ها

تهیه نمونه: گونه‌گان مورد استفاده در این تحقیق به صورت وارداتی از کشور روسیه بوده که همراه با گونه‌های جنگلی راش و ممرز از شرکت چوب و کاغذ مازندران تهیه شده است. خرده‌چوب این ۳ گونه به صورت تصادفی از یارد کارخانه تهیه شد. سپس از خرده‌چوب‌های تهیه شده به وسیله غربال آزمایشگاهی^۱ نمونه‌های با اندازه استاندارد تهیه شد.

تهیه خمیر کاغذ: برای پخت شیمیایی - مکانیکی و تهیه خمیر کاغذ، ترکیب خرده‌چوب‌ها در ۵ سطح وزنی گونه‌گان شامل ۰، ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۱۰۰ درصد با اختلاط دو گونه راش و ممرز به ترتیب با نسبت وزنی ثابت ۱ به ۳ مورد استفاده قرار گرفتند. مقایسه نتایج با تیمار شاهد (ترکیب چوبی کارخانه) که به ترتیب از ۷۵٪ و ۲۵٪ خرده‌چوب ممرز و راش تهیه شده بود، انجام گرفت (جدول ۱).

پخت خرده‌چوب‌ها با روش شیمیایی مکانیکی (CMP) در یک دیگ پخت ۱۰ لیتری آزمایشگاهی از نوع

جدول ۱- نسبت اختلاط گونه‌ها، زمان پخت و میانگین بازده خمیر کاغذ

ترکیب چوبی گونه‌ها (درصد وزنی)						
تیمار	غان (%)	راش (%)	ممرز (%)	زمان پیش بخاردهی	زمان پخت (دقیقه)	میانگین بازده (%)
شاهد	-	۲۵	۷۵	۲۵	۲۰	۸۳/۵
۱	۱۰	۲۲/۵	۶۷/۵	۲۵	۲۰	۸۶/۵
۲	۲۰	۲۰	۶۰	۲۵	۲۵	۸۳/۵
۳	۳۰	۱۷/۵	۵۲/۵	۲۵	۲۵	۸۶/۳
۴	۱۰۰	-	-	۲۵	۴۰	۸۴/۵

^۱ Chips classifier

^۲ Rotary digester

^۳ Plug screw feeder

^۴ Disk defibrator

تجزیه و تحلیل آماری

برای ارزیابی اثر اختلاط چوب غان بر ویژگی‌های مکانیکی و نوری خمیر کاغذهای شیمیایی مکانیکی تهیه شده، از آزمون تجزیه واریانس یک طرفه استفاده شد. در صورت معنی دار بودن این تأثیر، از آزمون دانکن نیز برای گروه بندی میانگین‌ها استفاده شد.

نتایج و بحث

در جدول ۲، تجزیه و تحلیل آماری تأثیر افزودن چوب غان بر ویژگی‌های مکانیکی و نوری خمیر کاغذ شیمیایی مکانیکی آورده شده است. تجزیه واریانس این اطلاعات نشان داد که اثر افزایش درصد اختلاط چوب غان بر همه ویژگی‌های خمیر کاغذ معنی دار شده است.

جدول ۲- جدول تجزیه واریانس اثر افزودن چوب توس بر ویژگی‌های خمیر کاغذ CMP

منبع تغییرات	درجه آزادی	جمع مربعات	میانگین مربعات	F محاسبه
مقاومت کششی	۴	۱۰۵/۶۴	۲۶/۴۱	۵/۵۲*
مقاومت ترکیدن	۴	۲/۵۳	۰/۶۳	۷/۹۶**
مقاومت پاره شدن	۴	۳/۹۳	۰/۹۸	۲۷/۵۵**
روشنی	۴	۱۸۳/۷۵	۴۵/۹۴	۸۵/۶۵**
ماتی	۴	۵۹/۴۶	۱۴/۸۶	۷/۳۱**
زردی	۴	۲۴۱/۱۹	۶۰/۳۰	۴۸/۹۵**

** اختلاف در سطح ۹۹٪ معنی دار است * اختلاف در سطح ۹۵٪ معنی دار است

۱. مقاومت‌های کاغذ

۱-۱. شاخص مقاومت کششی کاغذ

با افزایش درصد چوب گونه غان، شاخص مقاومت کششی خمیر کاغذ روند افزایشی دارد (شکل ۱). تجزیه واریانس میانگین مقاومت کششی نشان داد که اثر اختلاط چوب غان با چوب‌های ممرز و راش در سطح اطمینان ۹۵٪ معنی دار است. گروه بندی میانگین‌ها توسط آزمون دانکن، ۵ میانگین مقاومت کششی کاغذهای ساخته شده را در ۲ گروه مستقل (a و b) قرار داده است. استفاده از ۱۰۰ درصد چوب غان، خمیر کاغذی با حداکثر مقاومت کششی ۶۳ Nm/g (گروه a) تولید نموده است. بین میانگین مقاومت کششی خمیر کاغذهای با ۰، ۱۰ و ۲۰ درصد چوب غان، اختلاف معنی داری وجود ندارد و همه این میانگین‌ها در گروه مستقل b قرار گرفته‌اند. گروه بندی دانکن میانگین مقاومت کششی کاغذ تهیه شده از ۳۰ درصد چوب غان را در گروه بینابینی ab قرار داده است.

با افزایش درصد چوب غان برای تهیه خمیر کاغذ، به دلیل درصد سلولز بیشتر چوب غان نسبت به گونه راش، مقاومت کششی کاغذ همواره بهبود می‌یابد [۶]. مقاومت به کشش خاصیتی است که به منظور بهبود آن می‌توان

روش‌های مختلفی را به کار برد، از جمله افزایش پالایش و پرس تر و نیز استفاده از الیاف بلند و مقاوم تر [۷].

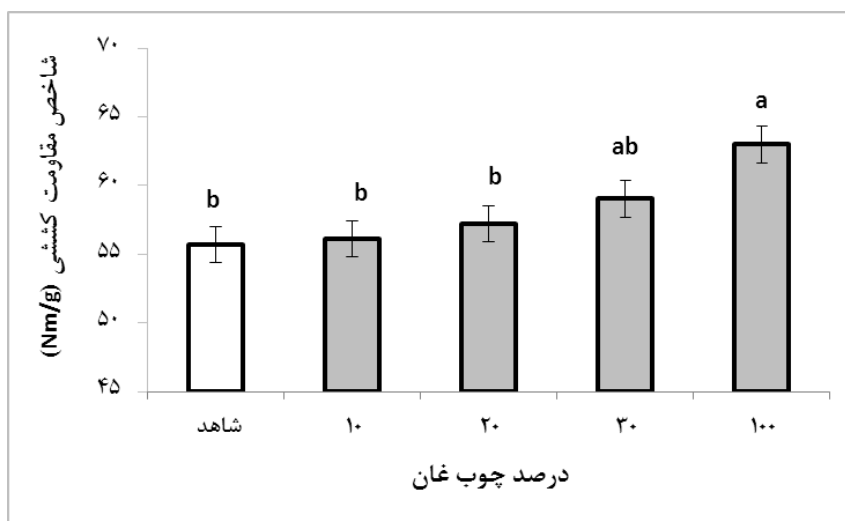
۱-۲. شاخص مقاومت به ترکیدن کاغذ

اختلاف بین میانگین مقاومت به ترکیدن کاغذهای ساخته شده از چوب غان در ترکیب با چوب‌های ممرز و راش در سطح اطمینان ۹۹٪ معنی دار است. آزمون دانکن این میانگین‌ها را در ۳ گروه مستقل قرار داده است (شکل ۲). با افزایش درصد چوب غان، روند تغییرات میانگین مقاومت به ترکیدن کاغذ، افزایشی است. الیاف غان با دیواره نازک تر نسبت به راش و ممرز، قادر به ایجاد پیوندهای قوی تر هستند [۷]. با افزایش ضخامت الیاف و صلبیت، پیوندها ضعیف تر می‌شوند اما متقابلاً الیاف با دیواره نازک پس از کوبیدن به خوبی فشرده شده^۱ و در نهایت پیوندهای بین لیفی افزایش می‌یابد. افزایش پیوندها نیز منجر به افزایش مقاومت به کشش و ترکیدگی کاغذ خواهد شد [۸ و ۹]. لذا بیشترین مقاومت به ترکیدن برای خمیر کاغذ تهیه شده از ۱۰۰ درصد چوب غان به دست آمده است. با استفاده از ۳۰ درصد اختلاط چوب

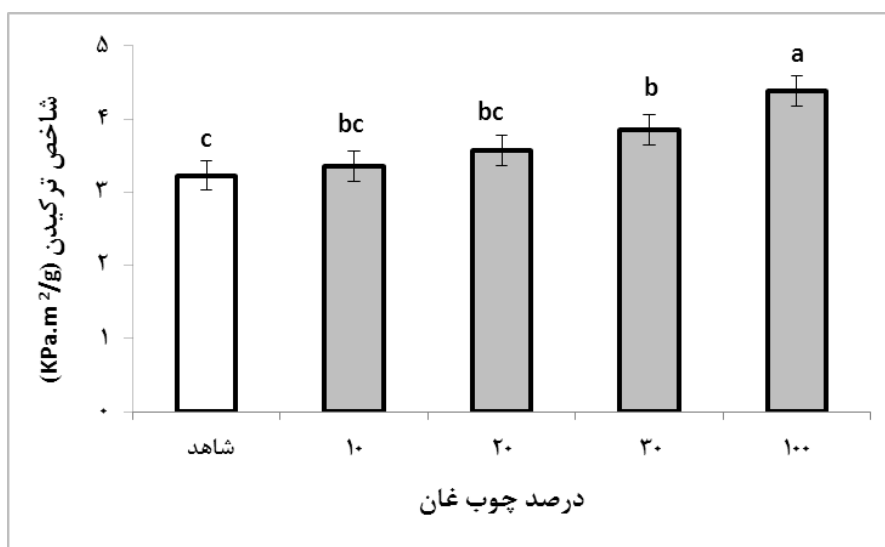
^۱ Collapsation

معنی‌داری دارد. میانگین مقاومت به ترکیدن خمیرکاغذهای تهیه‌شده از اختلاط ۱۰ و ۲۰ درصد چوب غان، مشابه با میانگین مقاومت کششی، در یک گروه آماری (گروه ab) قرار می‌گیرند.

غان، میانگین شاخص ترکیدن خمیرکاغذ اختلاف معنی‌داری با خمیرکاغذ شاهد پیدا کرده و در گروه b قرار می‌گیرد که البته با میانگین این ویژگی وقتی که از ۱۰۰ درصد چوب غان استفاده شده است نیز اختلاف



شکل ۱- تأثیر درصدهای مختلف گونه غان بر شاخص کششی خمیرکاغذ CMP

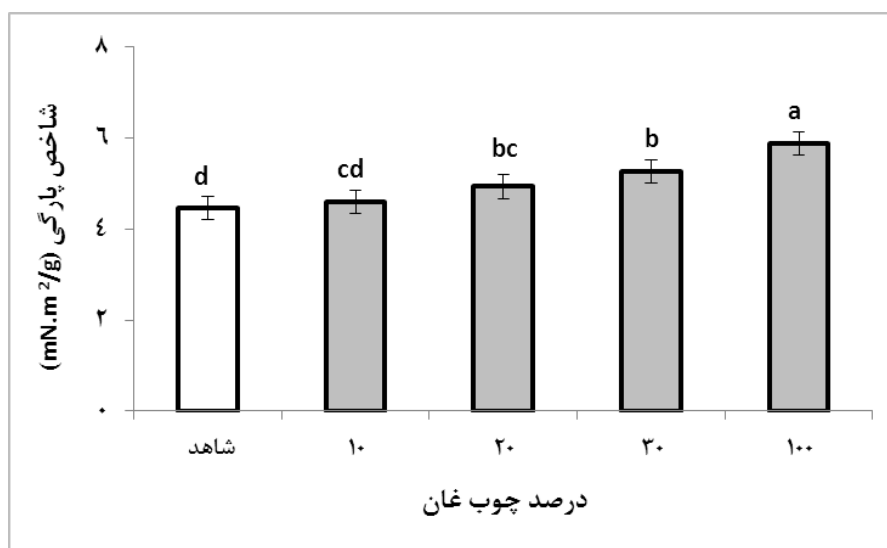


شکل ۲- تأثیر اختلاط چوب غان بر شاخص ترکیدن خمیرکاغذ CMP

ترتیب در خمیرکاغذ تهیه‌شده از ۱۰۰ و ۳۰ درصد چوب غان به دست آمد و آزمون دانکن میانگین آن‌ها را در گروه‌های مستقل a و b قرار داده است.

۳-۱. شاخص مقاومت به پاره شدن کاغذ

تجزیه و تحلیل این ویژگی نیز حکایت از وجود اختلاف آماری بین میانگین‌ها در سطح اطمینان ۹۹٪ دارد. آزمون دانکن میانگین‌های مقاومت به ترکیدن را در ۳ گروه مجزا قرار داده است (شکل ۳). بیشترین مقاومت به پارگی به



شکل ۳- تأثیر اختلاط چوب غان بر شاخص پارگی خمیر کاغذ CMP

نهایی حدود ۵۴٪ در شرکت چوب و کاغذ مازندران منجر شود. از طرف دیگر، می‌توان کاهش بار پساب و در نتیجه کاهش عملیات تصفیه پساب را در این خصوص انتظار داشت. Höglund و Vesterlind (۲۰۰۶) رنگ‌بری خمیر کاغذ CTMP تهیه شده از چوب توس را تا درجه روانی ۸۵ درصد آسان توصیف می‌کند [۲].

۲-۲. ماتی کاغذ

روند ماتی کاغذهای ساخته شده با افزایش درصد چوب غان، نزولی است و کمترین درصد ماتی کاغذ مربوط به استفاده از ۱۰۰ درصد چوب غان است که بر اساس گروه‌بندی دانکن اختلاف معنی‌داری با خمیر کاغذ تهیه شده از ۳۰ درصد چوب غان ندارد (شکل ۵). Wu و همکاران (۲۰۰۴) معتقدند که نرمه‌های خمیر کاغذ CTMP تهیه شده از چوب غان سفید دارای سطح ویژه نسبتاً کمی است [۱۰]. افت ماتی کاغذ تهیه شده از چوب صنوبر اروم‌ریکن نسبت به چوب‌های جنگلی راش و ممرز، به ضرایب درهم‌رفتگی و نرمش بهتر الیاف چوب صنوبر مذکور و در نتیجه شکست نور کمتر نسبت داده شده است [۳]. الیاف با دیواره نازک انعطاف‌پذیری بیشتری دارند و کاغذهای حاصل از آن‌ها دارای ماتی، زبری و حجیمی کمتری بوده و قدرت جذب و دفع آب در آن‌ها کمتر است [۱۰ و ۱۱].

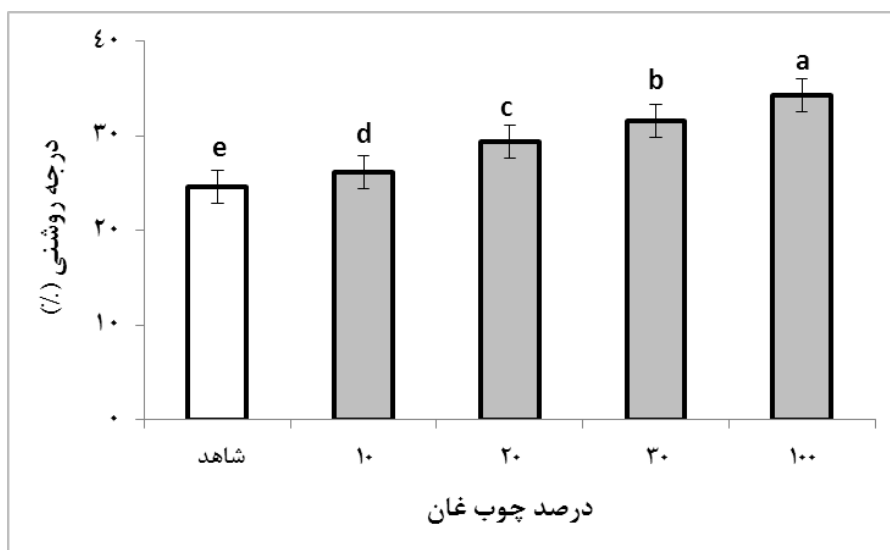
مقاومت به پاره شدن کاغذ بیشتر تحت تأثیر الیاف بلند و جهت‌گیری آن‌ها است و در خلاف جهت غالب الیاف و ماشین^۱ به حداکثر میزان خود می‌رسد [۷]. جهت‌گیری الیاف بر مقاومت به پارگی کاغذ دست‌ساز به دلیل تصادفی بودن الیاف بی‌تأثیر است، پس طول الیاف بیشترین اثر را بر مقاومت به پارگی خواهد داشت. Heräjärvi (۲۰۰۵) برتری چوب غان نسبت به چوب راش برای تولید خمیر کاغذ را الیاف بلندتر، درصد الیاف بیشتر، درصد آوند کمتر و نیز درصد سلولز و همی‌سلولزهای بیشتر می‌داند [۴].

۲. ویژگی‌های نوری کاغذ

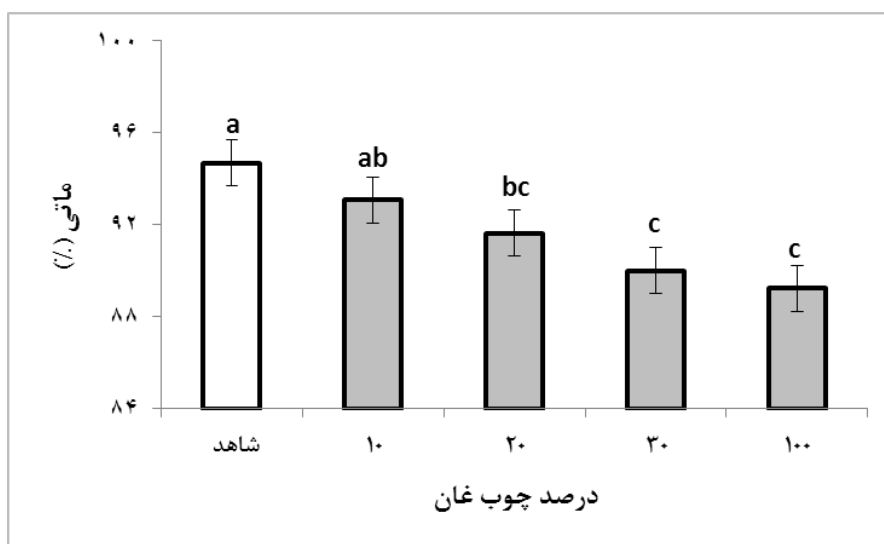
۱-۲. روشنی کاغذ

آزمون دانکن، میانگین درجه روشنی خمیر کاغذهای رنگ‌بری را در ۵ گروه مستقل قرار داده است (شکل ۴). درجه روشنی این خمیر کاغذها نیز با افزایش درصد اختلاط چوب غان از ۶/۵ تا ۳۹ درصد افزایش یافت که بیشترین مقدار مربوط به استفاده از ۱۰۰ درصد چوب غان بود. از جمله دلایل این روند افزایشی را می‌توان سفیدی اولیه بیشتر در گونه غان در مقایسه با دو گونه جنگلی تیره‌تر ممرز و راش نسبت داد. انتظار می‌رود که بیشتر بودن درجه روشنی اولیه خمیر کاغذهای تهیه شده از اختلاط چوب غان، به استفاده از پروکسید هیدروژن کمتری برای رنگ‌بری خمیر کاغذ روزنامه با درجه روشنی

¹ Cross direction (CD)



شکل ۴- تأثیر اختلاط چوب غان بر روشنی خمیر کاغذ CMP



شکل ۵- تأثیر اختلاط چوب غان بر ماتی خمیر کاغذ CMP

کلسیم و رس^۴ استفاده نمود.

۲-۳. زردی کاغذ

تغییرات این ویژگی نیز با افزایش اختلاط چوب غان برخلاف روشنی کاغذ، نزولی است (شکل ۶). تجزیه واریانس مقادیر به دست آمده از زردی نیز نشان داد که

استفاده از چوب غان که الیاف نازکتر، ریزه چوب^۱ و نرمه^۲ کمتر و در نتیجه ضریب پخشیدگی نور^۳ کمتری به دلیل سطح ویژه کمتر نسبت به چوب های ممرز و راش دارد، ماتی خمیر کاغذ CMP را کاهش می دهد. همچنین وجود ترکیب های رنگی کمتر در چوب غان در مقایسه با گونه های چوبی ممرز و راش، می تواند از جمله دلایل کاهش ماتی باشد. برای رفع این مشکل با توجه به افزایش مقاومت های کاغذ می توان از پرکننده هایی مثل کربنات

^۱ Shive

^۲ Fine

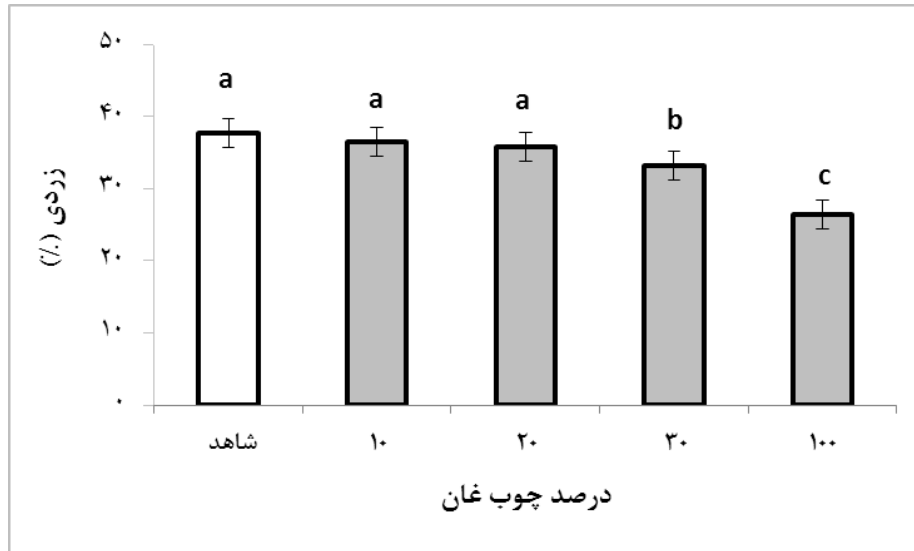
^۳ Fiber scattering coefficient

^۴ Clay

استفاده از چوب غان تأثیر معنی‌داری بر میانگین زردی خمیر کاغذ CMP در سطح اطمینان ۹۹٪ دارد. آزمون دانکن این میانگین‌ها را در ۳ گروه مستقل قرار داده است. کمترین میزان زردی در تیمار ۱۰۰ درصد چوب غان به

دست آمد (گروه c).

زردی خمیر کاغذ در کلیه تیمارها با افزایش درصد غان کاهش یافت که با نتایج سایر محققین برای اختلاط چوب صنوبر با چوب‌های جنگلی راش و ممرز [۳] مطابقت دارد.



شکل ۶- تأثیر درصدهای مختلف گونه غان بر زردی خمیر کاغذ CMP

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج به دست آمده، افزایش مقدار اختلاط چوب گونه غان با چوب دو گونه جنگلی راش و ممرز، باعث بهبود همه مقاومت‌ها و همچنین درصد روشنی و زردی اولیه خمیر کاغذ CMP گردید. مقایسه مقاومت‌های کاغذهای دست‌ساز ساخته شده با مقاومت‌های کاغذهای روزنامه و چاپ و تحریر شرکت چوب و کاغذ مازندران نشان می‌دهد که به ترتیب با استفاده از ۱۰ و ۲۰ درصد اختلاط چوب غان می‌توان به این مقاومت‌ها دست‌یافت. بیشتر بودن روشنی و زردی در خمیر کاغذهای CMP

رنگ‌بری نشده حاصل از اختلاط چوب غان، نوید مصرف کمتر مواد شیمیایی برای رنگ‌بری خمیر کاغذ یعنی پروکسید هیدروژن را می‌دهد که به تبع آن، انتظار حجم کمتر پساب و تصفیه آسان‌تر آن را خواهیم داشت. علاوه بر این، کاهش زردی اولیه کاغذ به ویژه در کاغذ چاپ، کاهش زردی کاغذ مکانیکی با گذشت زمان^۱ را موجب خواهد شد. کاهش ماتی خمیر کاغذ را نیز می‌توان با افزودن مواد معدنی معمول مورد استفاده نظیر خاک چینی تا حدودی رفع نمود.

مراجع

- [1] Azizi, M. and Barimani, A., 2011. A review of the supply and demand a variety of paper and paperboard in the world and investigate the situation of Iran's foreign trade. First National Congress of the roadmap supply of raw materials and the development of wood and paper industry in the horizon in 1404, Gorgan , p112-118. (In Persian).
- [2] Vesterlind, E.L. and Höglund, H., 2006. Chemitermomechanical pulp made from birch at high temperature. Nordic Pulp and Paper Research Journal, 21(2): 216-221.

^۱ Aging

- [3] Garmaroody, E. R., Resalati, H. and Maddavi, S., 2007. CMP Pulping from *Populus euramericana* for Newsprint Production. *Journal of the Iranian Natural Res*, 60 (3):1013-1022. (In Persian).
- [4] Heräjärvi, H., 2005. Birch -properties and utilization. Finnish Forest Research Institute Joensuu Research Centre, COST E42, Thessaloniki, 22 p.
- [5] Zeinaly, F Resalati, H. and Tasooji, M., 2011. Investigation Effect of Using Branch Woods of Hornbeam and Beech in compound of hardwoods Stems Wood Mixture on CMP Pulp Properties. *J. of Wood & Forest Science and Technology*, 18(1): 77-90 (In Persian).
- [6] Ververis, C., Georghiou, K., Christodoulakis, N., Santas, P. and Santas, R., 2004. Fiber dimensions, lignin and cellulose content of various plant materials and their suitability for paper production. *Industrial Crops and Products*, 19: 245–254.
- [7] Nazeri, A, M., Talaepoor, M. and Mirshokraie, S, A., 2008. The Study of Fiber Fines and Its Effects on Mechanical Strength of Newsprint Paper from CMP Pulp. *Iranian Journal of Wood and Paper Science Research*, 22 (2): 29-40.(In Persian).
- [8] Luostarinen, K.. and Mottonen, V., 2010. Radial variation in the anatomy of *Betula pendula* wood from different growing sites. *Baltic forestry*, 16(2): 209-216.
- [9] Safdari, V., 2010. Morphological characteristics and chemical components of *Ulmus glabra*, *Ulmus campestris*, *Zelkova carpinifolia*, *Celtis australis* woods. *Iranian Journal of Wood and Paper Science Research*, 25 (2):248-259 .(In Persian).
- [10] Wu, M.R., Lanouette, R. and Valade, J.L., 2004. Understanding the fiber development during co-refining of white birch and black spruce mixtures, Part 1. *Chemithermomechanical pulping*, *Pulp and Paper Canada*, 105(12): 83-87.
- [11] Kostianen, K ., Jalkanen, H., Kaakinen, S., Saranpaa, P. and Vapaavuori, E., 2006. Wood properties of two silver birch clones exposed to elevated CO₂ and O₃. *Global change Biol*, 12:1230-1240.
- [12] Goli, M., Zabihzadeh. S.M. and Asadpour, G., 2013. Effect of species mixing on chemimechanical pulp properties, M.Sc. thesis, Sari Agricultural Science and Natural Resources University, Faculty of Natural Resources 93 p.(In Persian).

Effect of birch wood mixing on optical and mechanical properties of CMP pulp produced from forest species wood

Abstract

In the present research, the effect of utilizing a mixture of birch with hornbeam and beech species (in the comparison with sample CMP (75% Hornbeam and 25% Beech), on the mechanical and optical properties of papers produced within the domain of freeness degree (CSF) of 300 ml and 85% yield was studied. The CMP pulp was prepared in accordance with 85% yield including different cooking times (30-120 min), temperature of 170 °C and white liquor ratio to chips in 7 to 1 and 20% chemical charge (Na_2SO_3 and NaOH) based on chips dry weight. Birch chips mixed with beech and hornbeam species at 4 levels of 10, 20, 30 and 100% were used. After defiberizing and preparation of 60 g/m² handsheets, the optical and mechanical properties of handsheets were assessed. The results indicated that by increasing the percentage rate of birch, all CMP pulp characteristics except opacity, significantly changed and improved. An increase in brightness of pulp as a result of an increase in birch wood percent would lead to less consumption of hydrogen peroxide and effluent generated. Comparison of handsheet strength with newsprint and printing paper manufactured by MWPI showed that optimum strength could be achieved, respectively, by adding 10 and 20% birch to two forest species mixture. This is considerable according to economic aspects for importing birch wood.

Keywords: birch, forest species, chemi-mechanical pulp, paper strength, optical properties.

M. Goli^{1*}
Gh. Asadpour²
S. Mahdavi³

¹ Corresponding author MSc of pulp and paper, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran.

² Assistant Professor, Department of Wood and Paper, Sari Agriculture and Natural Resources University, Iran.

³ Associate professor, Wood and Forests Products Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Karaj, Iran.

Corresponding author:
goli.me2020@gmail.com

Received: 2015.05.14
Accepted: 2015.07.07