

فصلنامه علمی - پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران
جلد ۳۱، شماره ۴، صفحه ۵۸۰-۵۶۹، (۱۳۹۵)

بررسی و مقایسه ویژگی‌های کاغذ روزنامه حاصل از خمیر کاغذ شیمیایی-مکانیکی (CMP) رنگ‌بری شده چوب نارنج و زبان گنجشک

رامین ویسی^{۱*}، محمد نیک‌کار^۲ و حمیدرضا سالاریان^۲

*۱- نویسنده مسئول، دانشیار، صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس، پست الکترونیک: vaysi_r452@yahoo.com

۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس

تاریخ دریافت: بهمن ۱۳۹۴ تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۹۵

چکیده

در این تحقیق امکان استفاده از خمیر کاغذ CMP رنگ‌بری شده چوب نارنج و زبان گنجشک به‌عنوان جایگزین تمام یا بخشی از خمیر کاغذ CMP کارخانه چوب و کاغذ مازندران برای تولید کاغذ روزنامه بررسی شد. بدین منظور، ابتدا با شرایط پخت کارخانه مذکور، با مایع پخت سولفیت سدیم و Na_2O ۱۰۱ گرم بر لیتر، در دمای 165°C و در زمان پخت ۷۰ دقیقه، از چوب نارنج و زبان گنجشک خمیر کاغذ CMP با بازدهی ۸۵ درصد تولید شد. سپس این خمیر کاغذها با پروکسید هیدروژن رنگ‌بری و با نسبت‌های ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ درصد جداگانه با خمیر کاغذ CMP کارخانه چوب و کاغذ مازندران (نمونه شاهد) مخلوط گردید. از هر نمونه کاغذ دست‌ساز با وزن پایه ۶۰ گرم بر مترمربع تهیه شد و خواص نوری و مقاومتی آن طبق آزمون‌های استاندارد TAPPI اندازه‌گیری و مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. نتایج نشان داد که کاغذ حاصل از خمیر CMP زبان گنجشک در تمامی ویژگی‌های اندازه‌گیری شده (به‌جز روشنی) مناسب‌تر از نمونه شاهد و خمیر CMP نارنج (به‌جز ماتی) بوده است. در اثر رنگ‌بری با پروکسید هیدروژن، روشنی، مقاومت به پارگی، ترکیدن، کششی و طول پارگی افزایش و ماتی کاغذ حاصل کاهش یافته است. نتایج نشان داد که خمیر کاغذ خالص سفید نشده چوب نارنج و زبان گنجشک ویژگی مطلوبی را برای تولید کاغذ روزنامه ندارد و لازم است این خمیر کاغذها با پروکسید هیدروژن رنگ‌بری شوند. به‌طوری کلی، بهترین ویژگی‌های مقاومتی نیز در کاغذ روزنامه حاصل از اختلاط ۴۵-۶۰ درصد خمیر کاغذ CMP نارنج و زبان گنجشک (جداگانه) با ۴۰-۵۵ درصد خمیر کاغذ CMP کارخانه مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: خمیر CMP، نارنج، زبان گنجشک، کاغذ روزنامه، خواص نوری و مقاومتی.

مقدمه

فیبر، تخته خرده چوب و سایر صنایع چوبی کوچک و بزرگ، تأمین و به‌کارگیری از چوب در صنایع خمیر و کاغذ را به سمت استفاده از گونه‌های کم معمول و غیرمعمول سوق داده است. در این ارتباط گونه‌هایی مانند زبان گنجشک، انجیلی، مرکبات، سرشاخه نخل و غیره جایگاه مناسبی را می‌توانند به خود اختصاص دهند. در

در دنیای امروز اهمیت کاغذ و صنایع مربوط بر کسی پوشیده نیست و کاربردهای فراوان آنها در زندگی ما بسیار محسوس می‌باشد. با توجه به محدودیت‌های تولید چوب و همچنین رقابت در تهیه و مصارف آن به‌عنوان ماده اولیه و مهم در دیگر صنایع چوبی همانند تولید تخته

حدود ۵۲۰۰۰ تن کاغذ روزنامه و حدود ۳۸۰۰۰ تن کاغذ چاپ و تحریر سفارشی تولید می‌کند. این کارخانه که چندین سال با محدودیت مواد اولیه چوبی مواجه شده است، از این رو مجبور است بخشی از مواد اولیه مصرفی را از چوب غان و صنوبر وارداتی و از کشور روسیه تأمین کند که مستلزم صرف هزینه‌های زیاد و خروج قابل ملاحظه‌ای ارز از کشور می‌باشد و همچنین در راه واردات گونه‌های فوق با مشکلات قرنطینه نباتی نیز مواجه شده است. از این رو در این تحقیق ضمن تهیه خمیر کاغذ CMP از چوب نارنج و زبان گنجشک (جداگانه)، امکان استفاده از خمیر CMP حاصل به جای بخشی از خمیر تولیدی کارخانه چوب و کاغذ مازندران نیز بررسی خواهد شد، تا علاوه بر تأمین بخشی از مواد اولیه چوبی از داخل (شمال) کشور، از خروج بخش قابل ملاحظه‌ای ارز از کشور نیز جلوگیری گردد. در این ارتباط Rajabi (۲۰۱۵) با بررسی و مقایسه ویژگی‌های کاغذ روزنامه حاصل از خمیر شیمیایی - مکانیکی گونه توس و صنوبر لرزان وارداتی با خمیر شیمیایی - مکانیکی راش و ممرز گزارش کردند که صنوبر لرزان وارداتی دارای طول الیاف کوتاه‌تر، قطر الیاف و حفره سلولی بیشتر و ضخامت دیواره سلولی کمتری نسبت به راش و ممرز می‌باشد. از نظر ترکیبات شیمیایی چوب صنوبر لرزان دارای کمترین لیگنین کلاسون و بیشترین هولوسلولز می‌باشد. همچنین ویژگی‌های کاغذ دست‌ساز حاصل از گونه‌های مورد مطالعه نشان داد که مقاومت به ترکیدن و طول پارگی کاغذ حاصل از چوب توس و صنوبر لرزان وارداتی بیشتر از راش و ممرز است. Gholamnejad (۲۰۰۹) در تحقیقی از گونه بید به صورت خالص و مخلوط با خمیر کاغذ CMP کارخانه چوب و کاغذ مازندران در دو حالت رنگ‌بری شده با پروکسید هیدروژن و رنگ‌بری نشده کاغذ دست‌ساز ساخت. در کاغذهای ساخته شده با درصدهای متفاوت اختلاط خمیر کاغذ بید با خمیر کاغذ کارخانه، خصوصیات مقاومتی کاغذهای دست‌ساز با درصد اختلاط ۶۰ درصد

ایران، در اغلب شهرها، زبان گنجشک یا ون به ویژه در شمال و از آستارا تا گرگان در بالابند و دره‌های البرز و در ابعاد کوچک وجود دارد، همچنین در ارسباران، لرستان، کردستان، آذربایجان، فارس و حتی سایر نقاط در مناطق سبز شهری برای ایجاد و یا حفظ فضای سبز کاشته شده و اهمیت زیادی نیز دارد. زبان گنجشک (ون) در جنگل‌های شمال حدود ۰/۳۶ درصد از حجم سرپای گونه‌های جنگلی را در مقایسه با ممرز (به‌عنوان گونه اول) و با حجم ۳۱ درصدی به خود اختصاص داده است (Kahnoji, ۲۰۰۰). زبان گنجشک در اروپا، آسیای غربی و شمال آفریقا نیز به مقدار و وسعت بیشتری وجود دارد. در گذشته مهم‌ترین مصارف چوب زبان گنجشک در ساخت اتاق کامیون، هواپیما، وسایل ورزشی، تولید روکش و تخته لایه و میل‌سازی بوده و استفاده از چوب این گونه در صنایع خمیر کاغذ دارای کمترین مقدار بوده و حتی امروزه نیز نقش زبان گنجشک در تأمین مواد اولیه چوبی صنایع چوب و کاغذ کشور بسیار کم‌رنگ می‌باشد. مرکبات (نارنج) با نام علمی *Citrus spp.* از درختان همیشه‌سبز بوده و در شمال و برخی مناطق جنوبی کشور و در مناطقی که دارای شرایط آب و هوایی نیمه گرمسیری یا گرمسیری هستند، یعنی نواحی که خطر بروز یخ‌زدگی طولانی‌مدت در آنها کم است تا ۴۰ درجه عرض جغرافیایی شمالی و جنوبی گسترش یافته است. ایران با حدود ۲۹۰.۰۰۰ هکتار، مقام هشتم را در بین کشورهای تولیدکننده مرکبات به خود اختصاص داده است. در این میان سطح زیر کشت باغ‌های مرکبات در استان مازندران حدود ۱۱۲.۰۰۰ هکتار است (Nikkar, ۲۰۱۱). در حال حاضر به دلیل قطع بعضی از درختان مرکبات بخصوص نارنج و توسعه کشت کیوی بجای آن باهدف افزایش صادرات محصول نهایی (میوه کیوی)، سالیانه مقادیر زیادی چوب مرکبات تولید می‌گردد که بیشتر در صنایع تخته خرده چوب، تخته فیبر و یا به‌عنوان هیزم استفاده می‌شود. از سوی دیگر کارخانه چوب و کاغذ مازندران از خمیر کاغذ CMP چوب ممرز، راش و صنوبر سالیانه

مواد و روش‌ها

تهیه نمونه‌های آزمونی

در این تحقیق، تعداد سه اصله درخت نارنج و زبان‌گنجشک به صورت تصادفی از منطقه تنکابن در استان مازندران انتخاب شد. دیسک‌های انتخابی از هر درخت ابتدا پوست‌کنی و بعد نمونه‌ها داخل کیسه‌های نایلونی قرار گرفته و به مرکز تحقیقات کارخانه چوب و کاغذ مازندران انتقال داده شد. همچنین ویژگی‌های بیومتری الیاف چوب زبان‌گنجشک و نارنج با استفاده از روش ranklin (۱۹۵۴) اندازه‌گیری گردید.

پخت CMP چوب نارنج و زبان‌گنجشک

پس از تهیه خرده چوب از چوب زبان‌گنجشک و نارنج، ابتدا خرده چوب‌های استاندارد (با ابعاد $20 \times 25 \times 5$ میلی‌متر) به صورت دستی جداسازی و شسته شدند. سپس درصد خشکی خرده چوب‌ها با استفاده از آزمون $97 - T298$ استاندارد TAPPI اندازه‌گیری شد. پس از انجام چهار پخت آزمایشی، طبق شرایط جدول ۱، از خرده چوب‌های زبان‌گنجشک و نارنج خمیرکاغذ CMP با بازده ۸۵ درصد تهیه شد.

خمیرکاغذ بید بسیار مطلوب بود. در مورد ویژگی‌های نوری به دلیل تیرگی خمیرکاغذ بید، میزان روشنی با افزایش میزان خمیرکاغذ بید در شرایط مختلف اختلاط، کاهش یافته است.

Ravanbakhsh (۲۰۰۸) با بررسی امکان استفاده از خمیرکاغذ CMP باگاس برای تولید کاغذ روزنامه در کارخانه چوب و کاغذ مازندران گزارش کرد که می‌توان خمیر CMP باگاس را جایگزین بخشی از خمیر CMP کارخانه چوب و کاغذ مازندران کرد. Rasoli (۲۰۰۶) به بررسی امکان استفاده از چوب صنوبر به جای چوب راش برای تولید کاغذ شیمیایی مکانیکی و کاغذ روزنامه پرداخت و گزارش کرد که استفاده از چوب صنوبر به صورت خالص و یا به همراه گونه‌های جنگلی برای تولید کاغذ روزنامه از جایگاه خوبی برخوردار است و مناسب‌ترین اختلاط را می‌توان به صورت ۶۵٪ ممرز + ۱۰٪ راش + ۲۵٪ صنوبر معرفی کرد. Veysi (۲۰۱۵) با بررسی و مقایسه ویژگی‌های کاغذ روزنامه حاصل از خمیرکاغذ شیمیایی-مکانیکی (CMP) بامبو و نی گزارش کرد که می‌توان از اختلاط ۲۵ تا ۱۰۰ درصد خمیرکاغذ CMP بامبو و همچنین اختلاط ۲۵ درصدی خمیرکاغذ CMP نی در تولید کاغذ روزنامه استفاده کرد.

جدول ۱- شرایط پخت تولید خمیرکاغذ CMP از چوب نارنج و زبان‌گنجشک

شرایط پخت	خمیر CMP نارنج	مشخصات مایع پخت	خمیر CMP کارخانه
دما (°C)	۱۶۵	PH	۷/۹
زمان (min)	۷۰ (نارنج)	(gr/lit) Na ₂ O	۱۰۱
زمان (min)	۷۰ (زبان‌گنجشک)	(gr/lit) SO ₂	۱۱۳
فشار (Bar)	۶/۵	ماده شیمیایی	Na ₂ SO ₃
نسبت I:w	۷:۱	ماده شیمیایی مصرفی (%)	۲۰

رنگ‌بری خمیر کاغذ CMP

در حمام آب گرم انجام شد. بعد از رنگ‌بری با پروکسید هیدروژن و شستشو، خمیر رنگ‌بری شده با پالایشگر آزمایشگاهی PFI Mill تا رسیدن به درجه روانی ۳۰۰ میلی‌لیتر (CSF) پالایش گردید (جدول ۲).

خمیر کاغذ CMP تهیه شده از چوب زبان گنجشک و نارنج پس از کی‌لیت کردن با DTPA، با پروکسید هیدروژن (H_2O_2) رنگ‌بری شد. مرحله پیش‌تیمار با عامل کی‌لیت کننده (DTPA) و رنگ‌بری در داخل کیسه‌های پلاستیکی و

جدول ۲- شرایط ثابت در پیش‌تیمار و رنگ‌بری خمیر کاغذ CMP نارنج و زبان گنجشک

رنگ‌بری با H_2O_2	پیش‌تیمار با DTPA	مشخصه
۷۵	۲۵	دما ($^{\circ}C$)
۱۲	۴	درصد خشکی
۶۰	۳۰	زمان (دقیقه)
۳	-	H_2O_2 مصرفی (%)
-	۰/۳	DTPA یا EDTA مصرفی (%)
۹/۱	۵/۱	pH
۰/۷	-	نسبت وزنی $NaOH/H_2O_2$
۳	-	سیلیکات سدیم مصرفی (%)

کشی و طول پارگی کاغذهای حاصل به ترتیب با استفاده از آزمون‌های ۹۸-om ۴۱۴ T، ۰۲-om ۴۰۳ T، ۹۶-om ۴۹۴ T و ۸۸-om ۴۹۸ T استاندارد TAPPI اندازه‌گیری و مقایسه شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS انجام شد. برای بررسی اثر متقابل متغیرها، از طرح کاملاً تصادفی و آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه و برای گروه‌بندی میانگین‌ها نیز از روش دانکن استفاده شد.

نتایج

مقایسه میانگین مشخصه‌های کمی در سطح متغیرها میانگین مشخصه‌های بیومتری الیاف و ویژگی‌های نوری و مقاومتی کاغذ حاصل از چوب نارنج و زبان گنجشک بر اساس آزمون دانکن مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان

تهیه کاغذ دست‌ساز و اندازه‌گیری ویژگی‌های مقاومتی آنها

از خمیر کاغذهای CMP چوب نارنج و زبان گنجشک (جداگانه) و با نسبت‌های ۱۵، ۳۰، ۴۵، ۶۰ و ۱۰۰ درصد با خمیر کاغذ CMP رنگ‌بری شده کارخانه چوب و کاغذ مازندران (نمونه شاهد) و با نسبت‌های ۵۵، ۷۰، ۸۵ و ۴۰ درصد و طبق آزمون شماره ۸۸-om ۲۰۵ استاندارد TAPPI، کاغذهای دست‌ساز با وزن پایه 60 gr/m^2 تهیه شد. برای اندازه‌گیری خواص نوری کاغذهای تهیه شده، از دستگاه اسپکتروفتومتری استفاده شد. این دستگاه در سیستم CIELab قادر به تشخیص رنگ فرآورده‌های کاغذی می‌باشد. عملکرد این سیستم بر اساس خاصیت انعکاس نور از سطح مورد مطالعه استوار است. همچنین ویژگی‌های ماتی و روشنی به ترتیب با استفاده از آزمون استاندارد ۹۶-om ۲۴۲۵ T و استاندارد ۹۸-om ۲۴۵۲ T تعیین شد. سپس ویژگی‌های مقاومتی به‌ویژه مقاومت به پارگی، ترکیدن،

داد که بین میانگین کلیه مشخصه‌های بیومتری الیاف (به جز ضریب رانکل) تفاوت معنی‌داری وجود ندارد، اما بین کلیه ویژگی‌های کاغذ حاصل در سطح ۱ اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ۳ و ۴).

جدول ۳- میانگین و انحراف معیار بیومتری الیاف چوب زبان گنجشک و مرکبات (نارنج) (***) و یسی (۲۰۰۷ و ۲۰۰۸)

مشخصه	طول الیاف (میکرون)		قطر کلی الیاف (میکرون)		ضریب درهم‌رفتگی		ضریب انعطاف‌پذیری (*۱۰۰)		ضریب رانکل (*۱۰۰)	
	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
زبان گنجشک	۹۷۸	۴۶/۲	۲۰	۳/۸	۴۸/۹	۵/۳	۵۹/۵	۳/۶	۶۸/۹	۱۴/۳
نارنج	۷۳۴/۸	۷۱/۵	۱۶/۱۴	۴/۴	۴۸/۷۹	۸/۹	۴۶/۹	۲/۷	۱۳۶/۰۲	۴۰/۷
مرز***	۱۷۰۱	۲۴/۱	۲۵/۴۲	۷/۱	۶۶/۸۶	۵/۲	۴۸/۲۲	۲/۴	۱۰۷/۲۹	۷/۹
راش***	۱۲۹۰	۵۶/۷	۲۲/۳	۴/۲	۵۸/۱۴	۷/۹	۴۵/۴۷	۳/۸	۱۲۰/۱۶	۲۸/۹

الف- ویژگی‌های نوری

بخصوص با استفاده از پروکسید هیدروژن به‌عنوان یک رنگ‌بر اکسایشی، این عوامل تیرگی در خمیر کاغذ کاهش یافته و روشنی خمیر و کاغذ حاصل افزایش محسوس را نشان داده است. البته کاغذ روزنامه حاصل از خمیر کاغذ CMP زبان گنجشک روشنی جزئی بیشتری را در مقایسه با خمیر CMP نارنج از خود نشان داده است. در کاغذ روزنامه حاصل برای نارنج و زبان گنجشک و در اختلاط ۱۵ درصد، روشنی مناسب در مقایسه با نمونه شاهد داشته است. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها نیز نشان داد که بین میانگین روشنی کاغذهای روزنامه (به جز در اختلاط ۱۵ درصدی در نارنج و زبان گنجشک) در سطح تیمارها تفاوت معنی‌داری وجود دارد (شکل ۱).

نتایج مربوط به آزمون روشنی نشان داد که کاغذ روزنامه حاصل از خمیر کاغذ CMP نارنج رنگ‌بری نشده دارای کمترین مقدار روشنی (۳۷٪) و خمیر کاغذ CMP کارخانه دارای بیشترین (۶۶/۱۳٪) سطح روشنی است. همچنین نتایج نشان داد که رنگ‌بری با پروکسید هیدروژن باعث افزایش روشنی و اختلاط آن با خمیر کارخانه باعث کاهش جزئی روشنی کاغذ روزنامه حاصل شده است. با توجه به اینکه در خمیرهای رنگ‌بری شده یون‌های فلزی موجود در خمیر، کروموفورهای جدا شده از لیگنین و مواد عصاره‌ای موجود در چوب از مهمترین عوامل تیره‌رنگی و کاهش روشنی خمیرهای رنگ‌بری نشده محسوب می‌شوند. در اثر رنگ‌بری

جدول ۴- مقایسه میانگین ویژگی‌های کاغذ روزنامه حاصل از خمیرهای CMP رنگ‌بری شده زبان گنجشک، نارنج و خمیر کارخانه (نمونه شاهد)

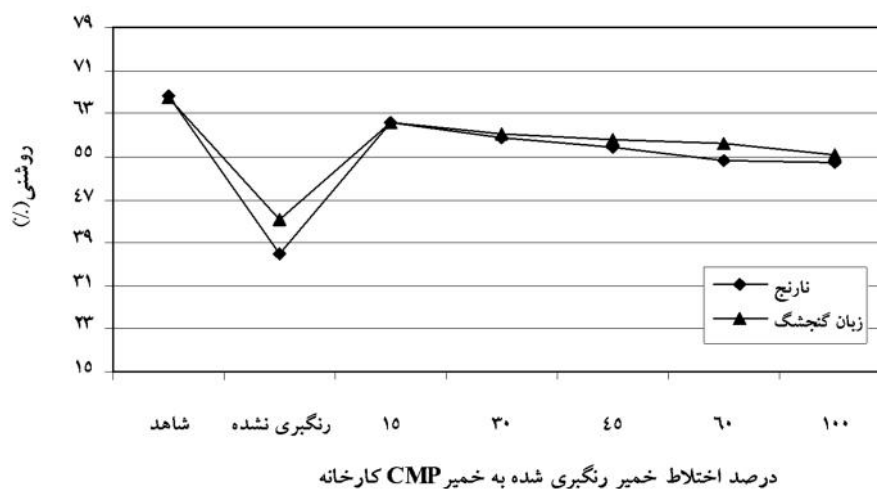
ویژگی گونه	مقاومت به ترکیدن (kpa)	طول پارگی (km)	مقاومت به پارگی (mN)	مقاومت کششی (kN/m)	روشنی (iso) (%)
زبان گنجشک	۱۴۴/۳	۴/۴	۲۸۸/۱	۴۱/۵	۵۵/۱
نارنج	۱۳۳/۶	۳/۶	۲۸۲/۷	۳۵/۴	۵۳/۹
خمیر CMP	۵۲/۸	۲/۳۳	۱۴۷	۲۰/۵۱	۵۳/۴

جدول ۵- تجزیه واریانس یک طرفه ویژگی‌های کاغذ روزنامه حاصل از خمیر کاغذ CMP زبان گنجشک و نارنج

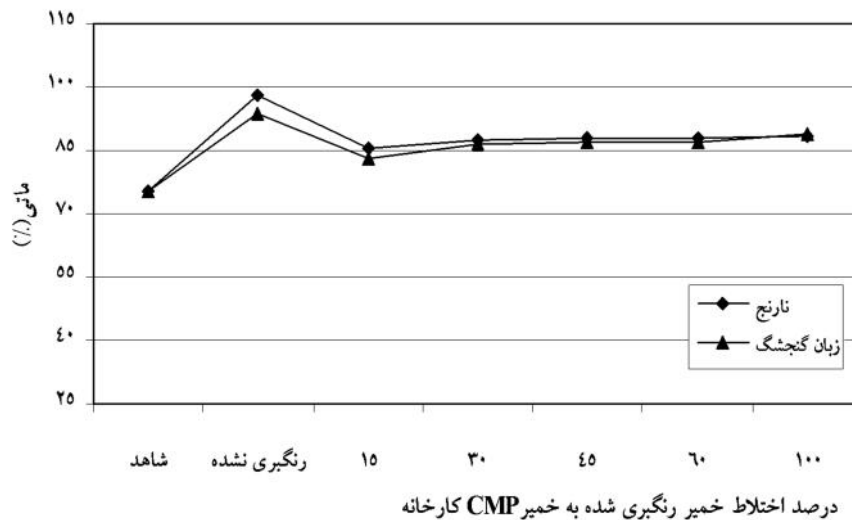
مشخصه متغیر	مقاومت به پارگی		طول پارگی		مقاومت به ترکیدن		روشنی		مقاومت کششی	
	آماره F	معنی‌داری	آماره F	معنی‌داری	آماره F	معنی‌داری	آماره F	معنی‌داری	آماره F	معنی‌داری
تیمارها	۳۵/۹	۰/۰۰۰۱	۸/۱	/۰۰۱	۹۳۲۷/۴	۰/۰۰۰۱	۳۶۸/۴	/۰۰۰۱	۴۰۱/۴	۰/۰۰۰۱

کاغذ حاصل از خمیرهای سفید شده بیشتر و ماتی کاغذ حاصل نیز نسبت به سایر نمونه‌های آزمونی کاهش محسوسی را نشان می‌دهد. همچنین کاغذ روزنامه حاصل از خمیر CMP نارنج ماتی بیشتری را در مقایسه با خمیر CMP زبان گنجشک از خود نشان داده است. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها نیز نشان داد که فقط بین میانگین ماتی کاغذهای روزنامه حاصل از خمیر رنگ‌بری نشده در سطح تیمارها تفاوت معنی‌داری وجود داشت (۲).

نتایج مربوط به آزمون ماتی نشان داد که کاغذ روزنامه حاصل از خمیر کاغذ CMP کارخانه دارای کمترین سطح ماتی (۷۵/۴۶٪) و خمیر کاغذ CMP نارنج رنگ‌بری نشده بیشترین (۹۸/۰۶٪) سطح ماتی را دارد. نتایج نشان داد که با رنگ‌بری و افزودن خمیر کاغذ CMP نارنج و زبان گنجشک به خمیر کاغذ CMP کارخانه میزان ماتی کاهش جزئی (نسبت به خمیر کاغذ رنگ‌بری نشده) می‌یابد. با توجه به اینکه در اثر رنگ‌بری گروه‌های رنگ‌ساز موجود در خمیر کاغذ حذف و یا کاهش می‌یابد، در نتیجه عبور نور از



شکل ۱- مقایسه روشنی کاغذ روزنامه حاصل از تیمارهای مختلف خمیر کاغذ CMP چوب نارنج و زبان گنجشک



شکل ۲- مقایسه مات کاغذ روزنامه حاصل از تیمارهای مختلف خمیر کاغذ CMP چوب نارنج و زبان گنجشک

CMP کارخانه کمترین سطح مقاومت کششی (۲۵/۳۲kNm/kg) را دارد و بیشترین میزان مقاومت کششی (۴۱/۵kNm/kg) مربوط به خمیر کاغذ CMP زبان گنجشک رنگبری شده است. همچنین نتایج نشان داد که با رنگبری و اختلاط خمیر کاغذ CMP کارخانه با خمیر کاغذ CMP نارنج و زبان گنجشک مقاومت کششی افزایش محسوسی را نشان می‌دهد، که برای نارنج در ۱۰۰ درصد و برای زبان گنجشک در اختلاط ۳۰ تا ۱۰۰ درصدی مقاومت کششی مناسب را در مقایسه با نمونه شاهد داشته است. با توجه به اینکه بر اثر رنگبری اکسایشی با پروکسید هیدروژن و کاهش تخریب کربوهیدرات‌ها از یک طرف و همچنین کاهش عوامل تغییر رنگ در خمیر کاغذ بخصوص کینون‌ها و کروموفورهای جدا شده از لیگنین باعث شده تا الیاف موجود در خمیر و طی آن گروه‌های هیدروکسیل موجود در سلولز و علاوه بر آنها گروه‌های کربوکسیل موجود در همی سلولزها به مقدار کمتری توسط لیگنین بلوکه شده و بیشتر در دسترس باشند، در نتیجه سطح و مقاومت اتصال بیشتر شده و مقاومت‌های کششی، ترکیدن و طول پارگی نیز در خمیر کاغذهای رنگبری شده افزایش محسوسی را نشان می‌دهد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها نشان داد که بین میانگین مقاومت کششی کاغذهای روزنامه در سطح ۵ درصد

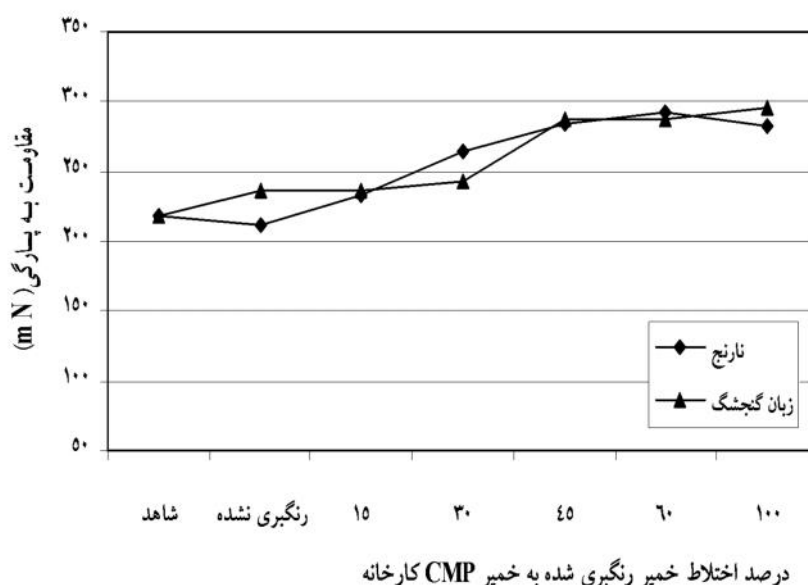
ب- ویژگی‌های مقاومتی

نتایج حاصل از مقاومت به پارگی نشان داد که کاغذ روزنامه حاصل از خمیر کاغذ CMP نارنج رنگبری نشده دارای کمترین سطح مقاومت به پارگی (۲۱۲ mN) است. نتایج نشان داد که با رنگبری و اختلاط خمیر CMP کارخانه با خمیر کاغذ CMP نارنج و زبان گنجشک مقاومت به پارگی افزایش می‌یابد. به طوری که بیشترین مقاومت به پارگی در کاغذ حاصل ۱۰۰ درصدی خمیر کاغذ CMP زبان گنجشک (۲۹۶/۱ mN) و همچنین در اختلاط ۶۰٪ خمیر کاغذ CMP نارنج و ۴۰٪ خمیر کاغذ CMP کارخانه (۲۹۱/۶۶ mN) مشاهده شد. نتایج نشان داد که کاغذ روزنامه حاصل از خمیر کاغذ CMP نارنج و زبان گنجشک در بیشتر تیمارها مقاومت به پارگی مطلوب را در مقایسه با نمونه شاهد داشته است، که می‌تواند به دلیل ضریب رانکل مناسب در الیاف این دو گونه باشد که خود باعث بهبود مقاومت به پارگی کاغذهای روزنامه حاصل در مقایسه با نمونه شاهد شده است. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها نشان داد که بین میانگین مقاومت به پارگی کاغذهای روزنامه در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری وجود دارد (شکل ۳).

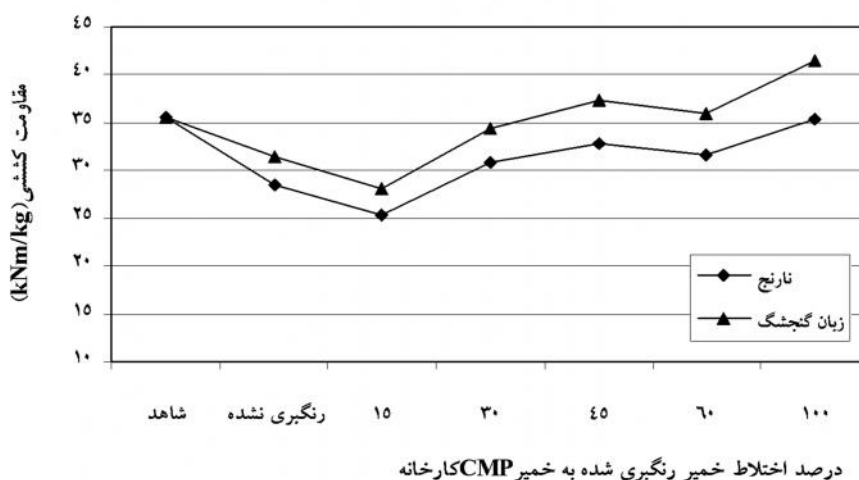
نتایج مربوط به آزمون مقاومت کششی نشان داد که کاغذ روزنامه حاصل از ۱۵٪ خمیر کاغذ CMP نارنج و ۸۵٪ خمیر

با خمیر کاغذ CMP نارنج و زبان گنجشک مقاومت به ترکیدن افزایش محسوسی نشان می‌دهد، که برای نارنج و زبان گنجشک در اختلاط ۱۵ تا ۱۰۰ درصدی مقاومت به ترکیدن مناسب‌تری در مقایسه با نمونه شاهد داشته است. تجزیه و تحلیل آماری داده نشان داد که بین میانگین مقاومت به ترکیدن کاغذهای روزنامه در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری وجود دارد (شکل ۵).

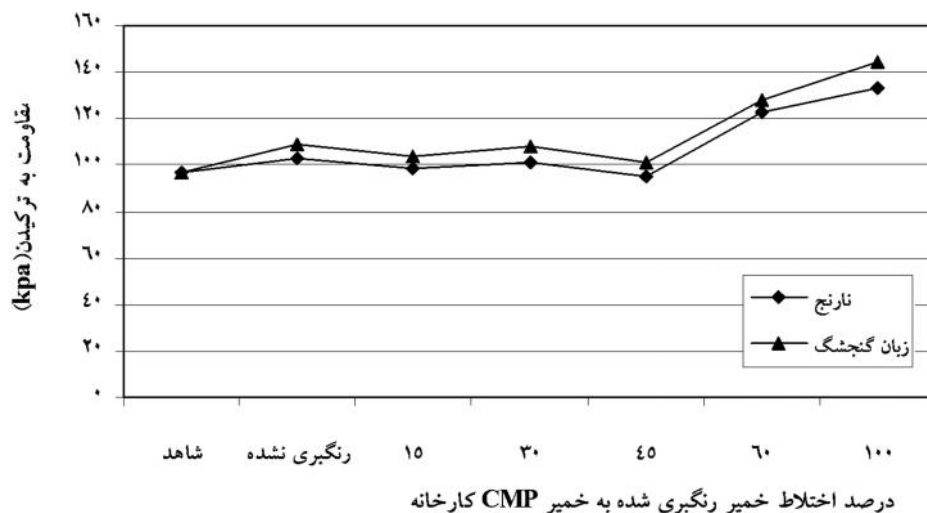
تفاوت معنی‌داری وجود دارد (شکل ۴). نتایج مربوط به آزمون مقاومت به ترکیدن نشان داد که کاغذ روزنامه حاصل از خمیر کاغذ CMP کارخانه دارای کمترین مقاومت به ترکیدن (۹۶/۳۲kpa) و خمیر کاغذ CMP زبان گنجشک رنگ‌بری شده دارای بیشترین مقدار مقاومت به ترکیدن می‌باشد. همچنین نتایج نشان داد که با رنگ‌بری و اختلاط خمیر کاغذ CMP کارخانه



شکل ۳- مقایسه مقاومت به پارگی کاغذ روزنامه حاصل از خمیر کاغذ CMP چوب نارنج و زبان گنجشک



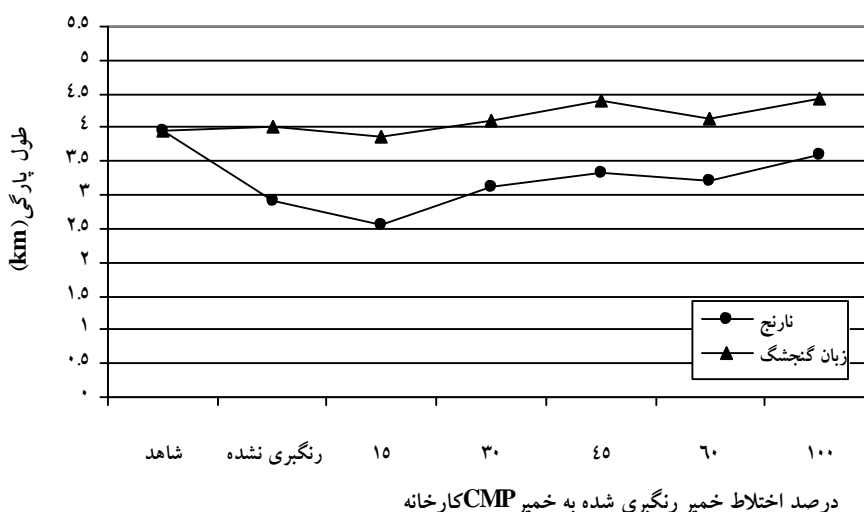
شکل ۴- مقایسه مقاومت کششی کاغذ روزنامه حاصل از خمیر کاغذ CMP چوب نارنج و زبان گنجشک



شکل ۵- مقایسه مقاومت به ترکیدن کاغذ روزنامه حاصل از خمیر کاغذ CMP چوب نارنج و زبان گنجشک

کاغذ تولیدی افزایش می‌یابد. همچنین کاغذ روزنامه حاصل از خمیر کاغذ CMP زبان گنجشک در اختلاط ۱۵ تا ۱۰۰ درصدی و خمیر کاغذ رنگبری نشده برای نارنج در اختلاط ۱۰۰ درصدی طول پارگی مناسب را در مقایسه با نمونه شاهد داشته است. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها نیز نشان داد که بین میانگین طول پارگی برخی از کاغذهای روزنامه در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری وجود دارد (شکل ۶).

نتایج مربوط به آزمون طول پارگی نشان داد که کاغذ روزنامه حاصل از ۱۵٪ خمیر کاغذ CMP نارنج و ۸۵٪ خمیر کاغذ CMP کارخانه دارای کمترین میزان طول پارگی (۲/۵۷km) و خمیر کاغذ CMP زبان گنجشک رنگبری شده دارای بیشترین مقدار طول پارگی است. همچنین نتایج نشان داد که با رنگبری و اختلاط خمیر کاغذ CMP نارنج و زبان گنجشک با خمیر کاغذ CMP کارخانه طول پارگی در



شکل ۶- مقایسه طول پارگی کاغذ روزنامه حاصل از خمیر کاغذ CMP چوب نارنج و زبان گنجشک

بحث

باعث جذب بیشتر نور در کاغذ حاصل از این توالی شده است (Buchert *et al.*, 1994). نتایج نشان داد که می‌توان خمیر کاغذ CMP رنگ‌بری شده زبان گنجشک را به صورت خالص و همچنین به صورت مخلوط (۶۰-۴۵ درصد) با خمیر CMP کارخانه برای تولید کاغذ روزنامه را مورد استفاده قرار داد. اما خمیر خالص سفید نشده چوب نارنج و زبان گنجشک ویژگی مطلوبی را برای تولید کاغذ روزنامه از خود نشان نداده است و لازم است خمیر خالص نارنج با پروکسید هیدروژن رنگ‌بری شود. در مجموع بهترین ویژگی‌های مقاومتی نیز در شرایط اختلاط ۶۰-۴۵ درصد خمیر کاغذ CMP نارنج با ۴۰-۵۵ درصد خمیر کاغذ CMP کارخانه مشاهده شده است. در این ارتباط Rasoli (۲۰۰۶) گزارش کرد که استفاده از چوب صنوبر به صورت خالص و یا به همراه گونه‌های جنگلی برای تولید کاغذ روزنامه از جایگاه خوبی برخوردار است و مناسب‌ترین اختلاط را می‌توان به صورت ۶۵٪ ممرز + ۱۰٪ راش + ۲۵٪ صنوبر معرفی کرد. Vaysi (۲۰۱۵) گزارش کرد که می‌توان از اختلاط ۲۵ تا ۱۰۰ درصد خمیر کاغذ CMP بامبو و همچنین اختلاط ۲۵ درصدی خمیر کاغذ CMP نی در تولید کاغذ روزنامه استفاده کرد.

منابع مورد استفاده

- Buchert, J., Tenkanen, M., Kantelinen, A., and Viikari, L., 1994. Application of xylanases in the pulp and paper industry, *Bioresource Technology*, 50(1): 65-72.
- Jeffries, T.W. and Viikari, L., 1996. Enzymes for pulping and paper processing, American chemical society, Washington, DC, 326p.
- Kahnoji A, Moshtagh, R., 2000. Quality and quantity situation of the northern Iranian forests, technical office of woody, assistant of northern Iranian forests, vo.1, 23-35, (in Persian).
- Nikkar, M., 2011. Review the possibility of using CMP pulp to newsprint production from Citrus species in Mazandaran Wood and Paper Industries (MWPI), graduated of master science, Islamic Azad University of Chalous Branch, (in Persian).
- Rasouli G., Resalati H. and Mahdavi S., 2006. Effect of wood raw materials combination on the properties of chemi-mechanical pulp for making newsprint,

در این تحقیق سعی شده تا از چوب نارنج و زبان گنجشک ابتدا خمیر کاغذ CMP و بعد کاغذ روزنامه تهیه شود. نتایج این تحقیق نشان داد که با شرایط پخت کارخانه چوب و کاغذ مازندران و با مایع پخت سولفیت سدیم و Na_2O ۱۰۱ گرم بر لیتر، در دمای 165°C و در زمان پخت ۷۰ دقیقه (نارنج و زبان گنجشک) می‌توان خمیر کاغذ CMP با بازدهی ۸۵ درصد تولید کرد. همچنین خمیر کاغذ تهیه شده را می‌توان با پالاینده آزمایشگاهی و با ۳۲۰۰۰ (نارنج) دور و ۲۶۰۰۰ (زبان گنجشک) دور پالایش کرد و به درجه روانی ۳۰۰ میلی‌لیتر (CSF) رساند، که این درجه روانی برای تولید کاغذ روزنامه در کارخانه مذکور بسیار مناسب است. نتایج نشان داد که بیشترین مقاومت‌های به پارگی، کششی، ترکیدن و طول پارگی در کاغذ حاصل از خمیر کاغذ CMP زبان گنجشک مشاهده شد. در بین ویژگی‌های اندازه‌گیری شده خمیر کاغذ CMP نارنج در مقایسه با نمونه شاهد روشنی و طول پارگی کمتر و ماتی، مقاومت به پارگی، کششی و ترکیدن بیشتر از نمونه شاهد را داشته است. همچنین نتایج نشان داد که کاغذ حاصل از خمیر کاغذ CMP زبان گنجشک در تمامی ویژگی‌های اندازه‌گیری شده (به جز روشنی) مناسب‌تر از نمونه شاهد و خمیر کاغذ CMP نارنج (به جز ماتی) بوده است. بررسی جدولها و نمودارها نیز نشان داد که در اثر رنگ‌بری با پروکسید هیدروژن روشنی، مقاومت به پارگی، ترکیدن، مقاومت کششی و طول پارگی افزایش و ماتی کاغذ حاصل کاهش را نشان داده است. نتایج سایر پژوهش‌ها نیز نشان داد که حذف ترکیبات آروماتیکی، گروه‌های رنگ‌ساز و جاذب نور در این توالی در طی رنگ‌بری است که باعث بالا رفتن برخی از مقاومت‌ها شده است (Jeffries *et al.*, 1996). در این میان استفاده از پروکسید هیدروژن به عنوان یک رنگ‌بر اکسایشی نیز بسیار مؤثر بنظر می‌رسد. به طوری که نتایج سایر تحقیقات نشان داد که به دلیل تیره‌تر بودن رنگ کاغذ بخصوص به علت وجود اجزاء و گروه‌های جدا شده لیگنین (کینون‌ها) می‌توان اشاره کرد که می‌تواند

- graduated of master science, Islamic Azad University of Chalous Branch, (in Persian).
- Technical Association of Pulp and Paper Industry, 2009. Standard Test Methods. TAPPI Press ,Atlanta, GA.USA, 29(1), 17-20.
- Vaysi R., 2015. An Investigation and comparison of newsprint properties from Bamboo and Reed CMP pulps, Iranian J. of Wood and Paper Sci. and Technology 30(2), 256-265.
- journal of Pajouhesh & Sazandegi, N0:76, 69-75, (in Persian).
- Gholamnejad, M., 2011. Effect of Willow wood on some optical and mechanical properties of newsprint from a chemi-mechanical pulp, Journal of science and techniques in natural resources, Islamic Azad University of Chalous Branch,6(2),89-103, (in Persian).
- Ravanbakhsh, M., 2008. Studying the possibility of using Bagasse CMP pulp for newsprint production,

Investigation and comparison of newsprint properties from bleached CMP pulp produced using ash and sour orange tree woods

R. Vaysi^{1*}, M. Nikkar² and H.R. Salarian²

1*-Corresponding author, Associate Prof., Islamic Azad University of Chalous, Iran, Email:vaysi_r452@yahoo.com.

2-Graduated in Wood and Paper Technology, Islamic Azad University of Chalous, Iran

Received: Feb., 2015

Accepted: Sep., 2016

Abstract

In this study, the possibility of using ash and sour orange tree bleached CMP pulp as replacement to CMP pulp produced in Mazandaran Wood and Paper Industries (MWPI) in the production of newsprint was investigated. For this purpose, first, ash and orange tree wood CMP pulps were prepared using cooking conditions of MWPI, (sodium sulfite white liquor at 101 gr/lit Na₂O, yield 85%, 160 C cooking temperature and 75 minutes cooking time). Then the CMP pulps were bleached with hydrogen peroxide, and mixed with 15, 30, 45 and 60 percent of MWPI bleached CMP pulp and compared with MWPI bleached CMP (control sample). 60 gr/m² handsheets were prepared and the optical and mechanical properties of the handsheets were measured and the data were analyzed and compared. The results showed that newsprint from ash CMP pulp was more suitable than CMP pulp mill in all measured properties (except brightness) and sour orange tree CMP pulp (except opacity). Following bleaching with hydrogen peroxide, the brightness, tear, burst, tensile strengths and breaking length were increased and opacity decreased. The results showed that ash and sour orange tree pure unbleached CMP pulps do not exhibit suitable properties for newsprint production and these pulps need to be bleached with hydrogen peroxide. The optimum mixture of the pulps are 45-60 percent from either ash wood pulp or sour orange tree bleached CMP pulps with 40-55 percent MWPI CMP pulp for newsprint production.

Key words: CMP pulp, sour orange, ash, newsprint, optical and mechanical properties.