

رنگ‌بری خمیر کاغذ CMP با استفاده از پروکسید هیدروژن و هیپوکلریت سدیم

علی قاسمیان^۱ و خدیجه آرمند^{۲*}

۱- دانشیار، گروه صنایع خمیر و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران

۲- نویسنده مسئول، دانشجوی دکتری، صنایع خمیر و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران، پست الکترونیک: kh-armand@yahoo.com

دریافت: آذر ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش: بهمن ۱۳۹۸

چکیده

در این تحقیق اثر استفاده از پروکسید هیدروژن و هیپوکلریت سدیم بر رنگ‌بری خمیر کاغذ شیمیایی _ مکانیکی (CMP) بررسی شده است. بدین منظور خمیر کاغذ CMP رنگ‌بری نشده مخلوط پهن‌برگان از کارخانه چوب و کاغذ مازندران تهیه شد و با پروکسید-هیدروژن و هیپوکلریت سدیم در دو سطح ۳ و ۴ درصد، در طی دو زمان ۶۰ و ۹۰ دقیقه، دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد و درصد خشکی ۸٪ رنگ‌بری گردید. به این ترتیب که در هر یک از تیمارها ۳۰ گرم خمیر کاغذ همراه با پروکسید هیدروژن، سیلیکات سدیم، DTPA، هیدروکسید سدیم و هیپوکلریت سدیم برای رنگ‌بری آماده سازی شد. در ادامه کاغذ دست‌ساز آزمایشگاهی با وزن پایه ۶۰ گرم بر مترمربع تهیه و خواص نوری و مکانیکی آنها طبق آزمون TAPPI اندازه‌گیری و مقایسه شد. نتایج بدست‌آمده از بررسی ویژگی‌های نوری کاغذ دست‌ساز نشان می‌دهد که با افزایش زمان رنگ‌بری و سطح مواد شیمیایی ویژگی‌های نوری بهبود می‌یابد. به طوری که بیشترین روشنی و کمترین زردی در سطح ۴ درصد و ۹۰ دقیقه در رنگ‌بری با پروکسید هیدروژن و بیشترین ماتی در نمونه شاهد مشاهده شد. همچنین ویژگی‌های مقاومتی مانند مقاومت به کشش، ترکیدن و پارگی کاغذهای رنگ‌بری شده افزایش یافت.

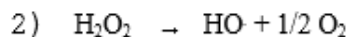
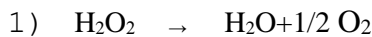
واژه‌های کلیدی: پروکسید هیدروژن، روشنی، ماتی، هیپوکلریت سدیم

مقدمه

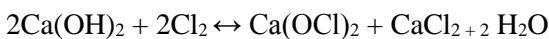
مکانیکی (مورد استفاده قرار می‌گیرد. براقیت در خمیر کاغذ مکانیکی (CMP) عمدتاً تابع گونه چوب و شرایط محیطی تبدیل چوب به خمیر کاغذ است. متأسفانه، با این روش حداکثر براقیت حدود ۷۰ تا (در بهترین شرایط) ۸۰ است. گروه‌های رنگ‌ساز و گروه‌های تبدیل‌شونده به رنگ‌ساز (لوکوکروموفورها)، از انواع ساختارها از قبیل فنولها، کاتکولها و کینون‌ها در ترکیب با سیستم‌های اشباع نشده استیرنی، دی فنیل متانی و بو تا دی انی به وجود می‌آیند. اساساً این گونه ساختارهای سیر نشده را می‌توان از طریق کاهش (رنگ‌بری کاهشی) یا اکسایش (رنگ‌بری اکسایشی) حذف کرد (Mirshokraei, 2010).

جذب نور خمیر کاغذ و رنگ موجود در آن عمدتاً ناشی از لیگنین است، بنابراین برای رسیدن به روشنی قابل قبول باید لیگنین باقیمانده را از خمیر کاغذ خارج کرد و یا اینکه گروه‌های رنگ‌ساز آن را تا آنجا که ممکن است از بین برد. برای رنگ‌بری خمیر کاغذ دو راه وجود دارد: ۱- خارج کردن لیگنین (حذف لیگنین)، ۲- تغییر دادن گروه‌های رنگ‌ساز در لیگنین (حفظ لیگنین) (Aliabadi et al., 2010). در روش دوم از مواد شیمیایی گزیننده استفاده می‌شود که اصطلاحاً آن را براق کردن خمیر می‌نامند. این روش برای خمیرهای با بازده زیاد و محتوای مقدار بیشتر لیگنین (خمیر کاغذ

دی‌تیونیت، سدیم پروکسید رنگ‌بری قوی‌تری است. شرایط رنگ‌بری با پروکسید هیدروژن شبیه شرایط رنگ‌بری با اکسیژن است و اجزا واکنش‌پذیر مشابه البته با نسبت‌های متفاوت تولید می‌شوند. یون هسته دوست هیدروژن پروکسید یک اکسیدکننده ملایم است که عمدتاً با گروه‌های کربونیل ترکیب می‌شود. اما این نوع حمله برای کمک به لیگنین‌زدایی کافی نیست. رادیکال‌های هیدروکسیل حاصل از تجزیه پروکسید، اکسیدکننده‌های قوی لیگنین هستند اما متأسفانه به سلولز و کربوهیدرات هم حمله می‌کنند. برای اجتناب از تجزیه پروکسید یا کاستن از این تجزیه که با یون فلزات واسطه کاتالیز می‌شود، رنگ‌بری باید تحت کنترل شدید و با استفاده از عوامل پایدارکننده مناسب انجام شود (واکنش ۱ و ۲).



محلول هیپوکلریت، در کارخانه خمیر کاغذ از طریق مخلوط کردن کلر با محلول NaOH یا دوغاب $\text{Ca}(\text{OH})_2$ تهیه می‌شود (Mirshokraei, 1989).



Asadpour و همکاران (۲۰۱۸) در رنگ‌بری خمیر کاغذ CMP با استفاده از توالی یک و دو مرحله‌ای پروکسید-هیدروژن و هیپوکلریت سدیم به این نتیجه رسیدند که با استفاده از پروکسید هیدروژن در مرحله آخر رنگ‌بری، ویژگی‌هایی از قبیل مقاومت به پارگی، مقاومت به کشش و درجه روشنی کاغذ افزایش و زردی کاغذ کاهش می‌یابد. همچنین دریافتند که توالی رنگ‌بری (P) و (HP) نسبت به توالی (H) سبب بهبود درجه روشنی و مقاومت کاغذ حاصل

معمولی‌ترین مواد شیمیایی مورد استفاده در رنگ‌بری با حفظ لیگنین عبارت است از: دی‌تیونات سدیم و پروکسید هیدروژن. مهمترین و در واقع تنها ترکیب شیمیایی رنگ‌بری با خواص اکسایشی که برای رنگ‌بری با حفظ لیگنین به کار می‌رود، هیدروژن پروکسید یا نمک آن، سدیم پروکسید است. پروکسید هیدروژن عمدتاً در رنگ‌بری خمیرهای کاغذ مکانیکی و مکانیکی - شیمیایی استفاده می‌شود (Aliabadi, Gaudreault, 2006; et al., 2010; Hou, et al., 2018; Zeinaly, 2009). هیدروژن پروکسید یک اسید ضعیف است و جزء فعال رنگ‌بری نیز آنیون هسته دوست پروکسید (HO_2^-) است که به ساختار کربونیلی حمله می‌کند و بدون تخریب و حل قابل ملاحظه لیگنین، آن را به سیستمی با خصلت رنگ‌سازی ضعیف‌تر تبدیل می‌کند. در مقایسه با سدیم

واکنش تخریب پروکسید:

واکنش مطلوب پروکسید:

Ghasemi و همکاران (۲۰۱۱) خمیر کاغذ CMP مخلوط پهن‌برگان را با استفاده از پروکسید هیدروژن بدون استفاده از سیلیکات سدیم رنگ‌بری نمودند و دریافتند که بر اثر جایگزین نمودن سیلیکات سدیم با سیلیکات منیزیم، روشنی، مقاومت به کشش، مقاومت به پارگی و بار اکسیژن خواهی شیمیایی کاهش و ماتی و حجم مخصوص افزایش می‌یابد. Zeinaly و همکاران (۲۰۰۹) در بررسی رنگ‌بری خمیر کاغذ CMP با استفاده از پروکسید سدیم با جایگزینی هیدروکسید-منیزیم به جای هیدروکسید سدیم، دریافتند که بازده و ویژگی‌های نوری افزایش و خصوصیات مکانیکی برابر خواهد بود، همچنین بار اکسیژن خواهی شیمیایی بسیار کمتر می‌شود.

هیپوکلریت یک رنگ‌بر واقعی است. این ترکیب ترجیحاً بعضی از گروه‌های رنگ‌ساز لیگنین را از بین می‌برد و در موارد معدودی، برای رنگ‌بری خمیر پربازده به کار می‌رود.

هیپوکلریت سدیم انجام شده است.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق از خمیر کاغذ شیمیایی - مکانیکی (CMP) که از کارخانه چوب و کاغذ مازندران تهیه شد استفاده گردید. خمیر کاغذ مورد استفاده دارای ویژگی‌های ذکر شده در جدول شماره ۱ است.

می‌شود. با توجه به استفاده گسترده خمیر کاغذ مکانیکی شیمیایی، در تولید انواع مختلف محصولات کاغذی (به دلیل داشتن بازده بیشتر، مصرف مواد شیمیایی کمتر و در نتیجه کاهش آلودگی زیست محیطی) که مهمترین آن کاغذ روزنامه است، تحقیق و بررسی در مورد مواد شیمیایی رنگ‌بر که بتواند در رنگ‌بری این نوع خمیر کاغذ مورد استفاده قرار گیرد، یک ضرورت است، بنابراین در این تحقیق، بررسی مقایسه‌ای رنگ‌بری خمیر کاغذ CMP با استفاده از پروکسید هیدروژن و

جدول ۱- ویژگی‌های خمیر کاغذ مورد استفاده در آزمایش

درجه روانی (ml)	روشنی (ISO%)	زردی	ماتی (%)
۳۷۵	۳۹/۴۶	۲۷/۸	۹۳/۱

انجام گردید. به این ترتیب که در هر یک از تیمارها ۳۰ گرم خمیر کاغذ همراه با پروکسید هیدروژن، سیلیکات سدیم، DTPA، هیدروکسید سدیم و هیپوکلریت سدیم برای رنگ‌بری آماده‌سازی شد.

رنگ‌بری با پروکسید هیدروژن و هیپوکلریت سدیم در دو سطح ۳ و ۴ درصد و در دو زمان ۶۰ و ۹۰ دقیقه انجام شد (جدول ۲). رنگ‌بری خمیر کاغذ با استفاده از کیسه‌های پلی اتیلنی و بن‌ماری در درجه حرارت ۸۰ درجه سانتی‌گراد

جدول ۲- میزان مواد شیمیایی و متغیرهای فرایند رنگ‌بری با پروکسید هیدروژن و هیپوکلریت سدیم

متغیرها	پروکسید هیدروژن (%)	هیپوکلریت سدیم (%)
سیلیکات سدیم	۳	
هیدروکسید سدیم	۱/۵	۰/۶
هیپوکلریت سدیم		۳ و ۴
پروکسید هیدروژن	۳ و ۴	
DTPA	۰/۳	
درصد خشکی	۸	"
زمان	۶۰ و ۹۰ دقیقه	"

ماتی و زردی طبق استاندارد TAPPI و بر اساس دستورالعمل‌های T425 om-88، T425 om-88 و 452 om-88 و T425 om-96 اندازه‌گیری گردید. نتایج این بررسی به وسیله برنامه SPSS و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون

در نهایت بعد از انجام مراحل رنگ‌بری کاغذهای دست‌ساز با گراماژ ۶۰ گرم بر مترمربع و با استفاده از دستورالعمل T205 om88 استاندارد TAPPI تهیه شد. در ادامه ویژگی‌های نوری کاغذ دست‌ساز شامل روشنی،

دانکن بررسی شد.

نتایج

نتایج حاصل از آزمون تجزیه واریانس ویژگی‌های نوری کاغذ دست‌ساز در جدول شماره ۳ به‌طور خلاصه آمده است.

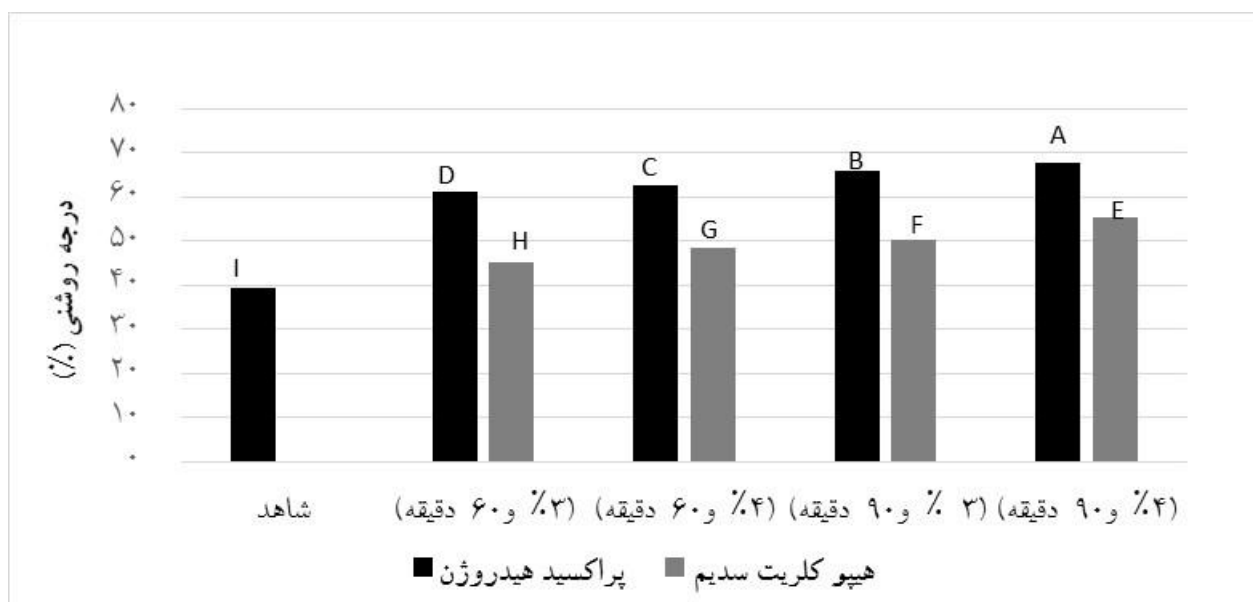
روشنی

نتایج بدست‌آمده از تجزیه واریانس خمیرکاغذهای رنگ‌بری شده با پروکسید هیدروژن و هیپوکلریت سدیم

نشان می‌دهد که اثر مستقل درصد مواد شیمیایی و زمان رنگ‌بری در سطح ۹۵٪ بر روشنی کاغذ معنی‌دار است. همچنین نتایج حاصل از گروه‌بندی و مقایسه میانگین روشنی با استفاده از درصد مواد شیمیایی و زمان رنگ‌بری مختلف که در شکل ۱ نشان داده شده است بیان می‌کند که با افزایش درصد مواد شیمیایی و زمان رنگ‌بری به ترتیب از ۳ درصد به ۴ درصد و از ۶۰ به ۹۰ دقیقه روشنی کاغذ افزایش می‌یابد و آزمون دانکن این اثر را در ۹ گروه طبقه‌بندی می‌کند. بیشترین سطح روشنی در زمان ۹۰ دقیقه و مقدار مواد شیمیایی ۴ درصد مشاهده شد.

جدول ۳- نتایج آزمون تجزیه واریانس ویژگی‌های نوری خمیر کاغذ CMP

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره آزمون	سطح معنی‌داری
درجه روشنی	۸	۲۹۵/۹۱۵	۲/۹۸۱	۰/۰۰۰
زردی	۸	۳۱/۰۸۸	۷۷۲/۳۹۹	۰/۰۰۰
ماتی	۸	۰/۶۷۹	۵/۵۱۳	۰/۰۰۱



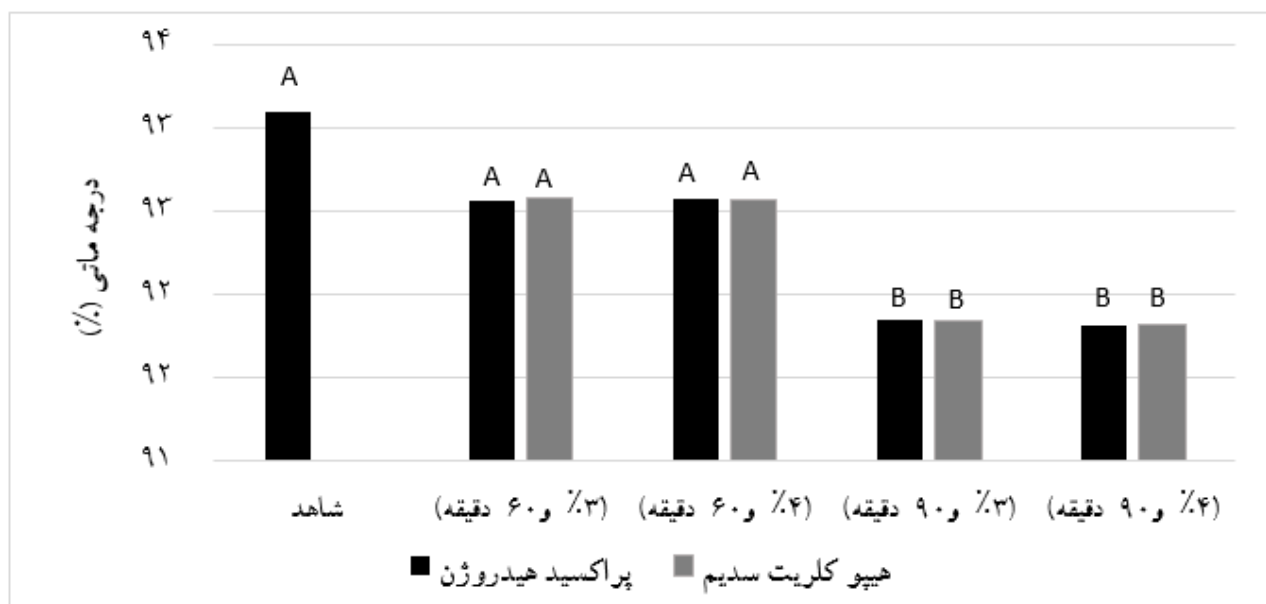
شکل ۱- اثر درصد مواد شیمیایی و زمان رنگ‌بری بر درجه روشنی خمیر کاغذ CMP

ماتی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس خمیرکاغذهای رنگ‌بری شده با پروکسید هیدروژن و هیپوکلریت سدیم نشان می‌دهد که اثر مستقل درصد مواد شیمیایی و زمان رنگ‌بری در سطح ۹۵٪ بر روشنی کاغذ معنی‌دار است. همچنین نتایج حاصل از گروه‌بندی و مقایسه میانگین روشنی با استفاده از زمان‌های ۶۰ و ۹۰ دقیقه که در شکل ۲ نشان داده شده است بیان می‌کند که با افزایش زمان رنگ‌بری از ۶۰ به ۹۰ دقیقه ماتی کاغذ کاهش می‌یابد و آزمون دانکن این اثر را در ۲ گروه طبقه‌بندی می‌کند. بیشترین ماتی در نمونه شاهد و کمترین ماتی در زمان ۹۰ دقیقه و مقدار مواد شیمیایی ۴ درصد دیده شد.

زردی

با توجه به نتایج حاصل از تجزیه واریانس خمیرکاغذهای رنگ‌بری شده با پروکسید هیدروژن و هیپوکلریت سدیم، اثر مستقل درصد مواد شیمیایی و زمان رنگ‌بری در سطح ۹۵٪ بر زردی کاغذ معنی‌دار است. همان‌طور که در شکل ۳ نشان داده شده است با افزایش مدت زمان و درصد مواد شیمیایی رنگ‌بری زردی کاهش یافته است و آزمون دانکن این اثر را در ۹ گروه طبقه‌بندی می‌کند. کمترین سطح زردی در زمان ۹۰ دقیقه و مقدار مواد شیمیایی ۴ درصد مشاهده شد.

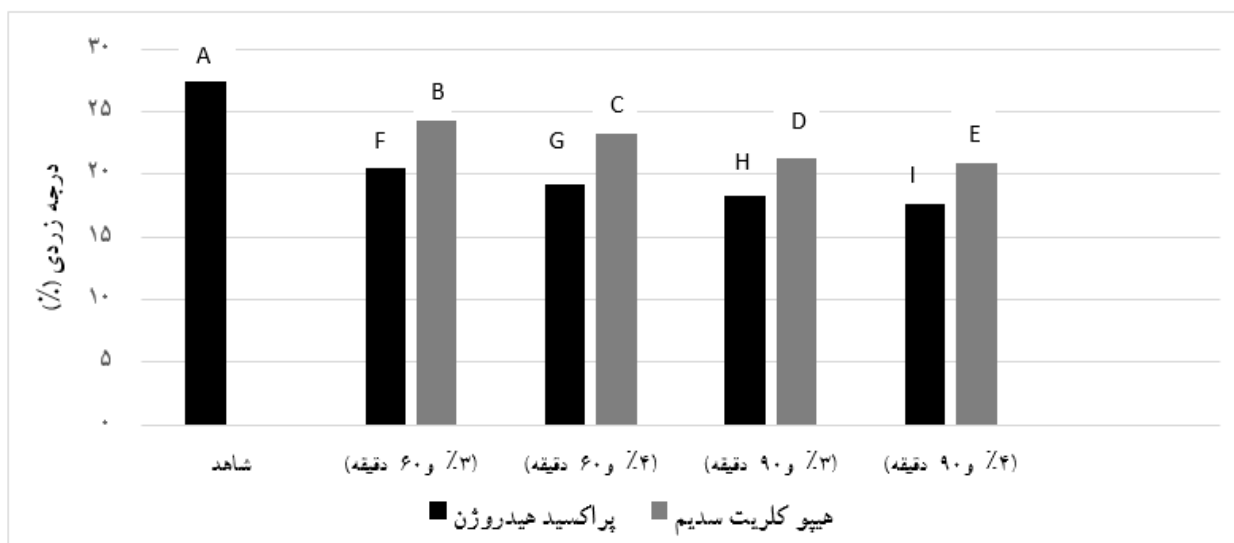


شکل ۲- اثر درصد مواد شیمیایی و زمان رنگ‌بری بر ماتی خمیر کاغذ CMP

شاخص مقاومت به پاره شدن

شاخص مقاومت به پاره شدن به عواملی مانند طول الیاف، تعداد الیافی که در معرض پاره شدن کاغذ قرار دارند، تعداد اتصالات بین الیاف و مقاومت اتصالات دارد. طول الیاف فاکتور بسیار مهمی در مقاومت به پاره شدن است و با افزایش آن مقاومت افزایش می‌یابد، زیرا افزایش طول الیاف به مفهوم صرف نیروی بیشتر برای جدا

کردن الیاف است. مقاومت تک تک الیاف و زبری نیز از پارامترهای مؤثر بر پارگی است. آزمون تجزیه واریانس نشان می‌دهد که بین تیمارها در سطح ۹۵ درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد، همچنین تیمارها در بررسی آزمون دانکن در ۵ گروه قرار می‌گیرند، نتایج این بررسی در شکل ۴ آمده است. کمترین مقاومت به پارگی در نمونه شاهد مشاهده شد.

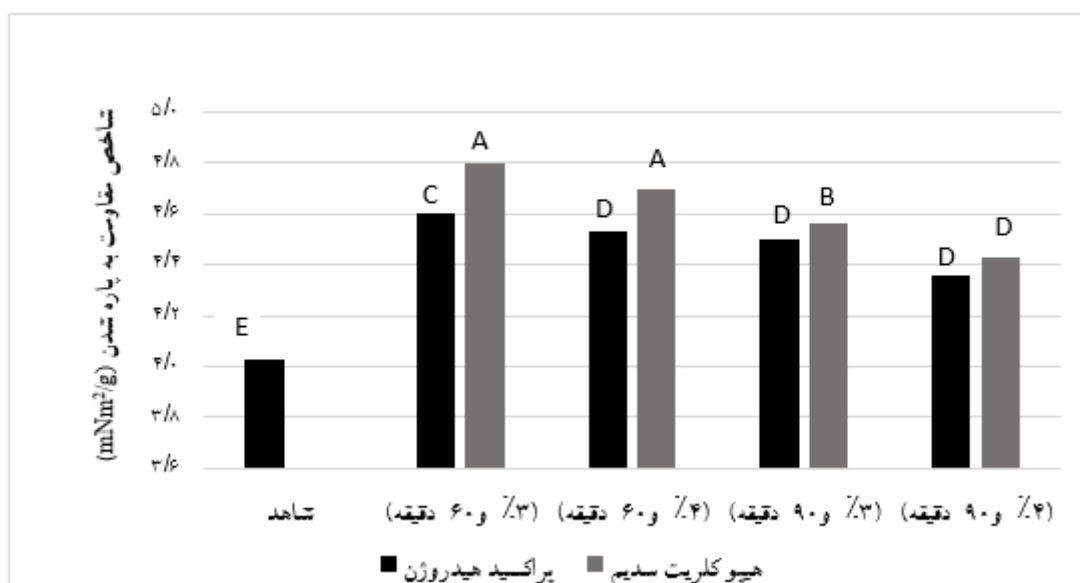


شکل ۳- اثر درصد مواد شیمیایی و زمان رنگ‌بری بر زردی خمیر کاغذ CMP

نتایج حاصل از آزمون تجزیه واریانس ویژگی‌های مقاومتی کاغذ دست‌ساز در جدول شماره ۴ به‌طور خلاصه آمده است.

جدول ۴- نتایج آزمون تجزیه واریانس ویژگی‌های مقاومتی خمیر کاغذ CMP

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره آزمون	سطح معنی‌داری
شاخص مقاومت به پارگی	۸	۱/۱۵۶	۱۶/۹۶۷	۰/۰۰۰
شاخص مقاومت به ترکیدن	۸	۰/۷۳۲	۱۷/۶۴۳	۰/۰۰۰
شاخص مقاومت به کشش	۸	۴۳۲/۰۷۴	۷۲/۹۱۲	۰/۰۰۰

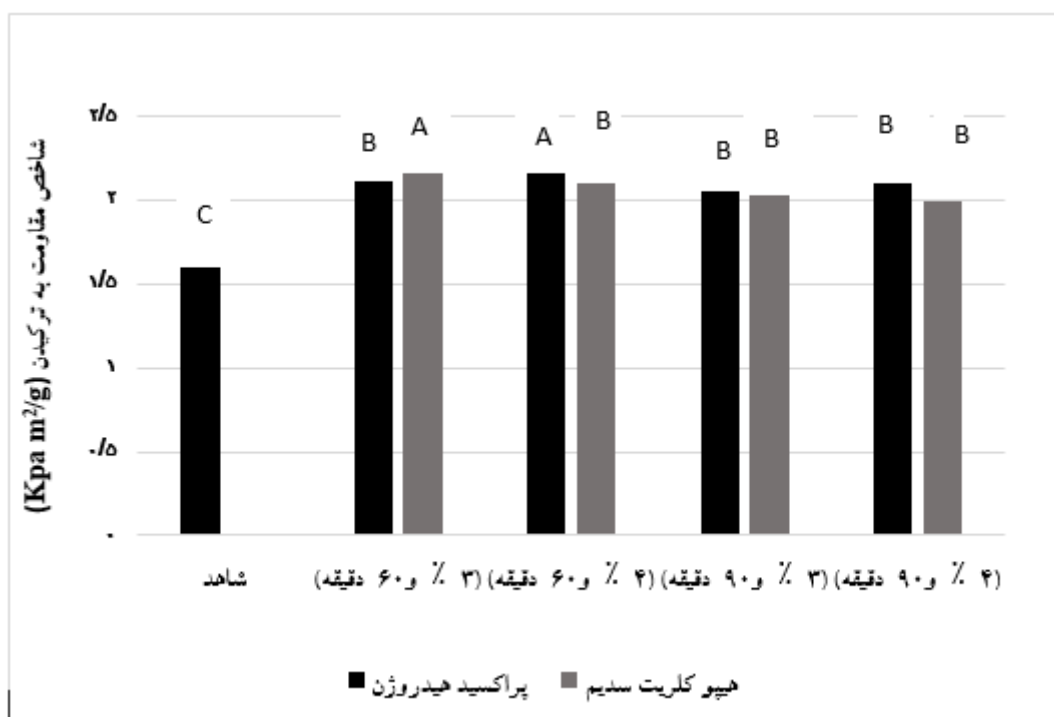


شکل ۴- شاخص مقاومت به پاره شدن خمیر کاغذ CMP رنگ‌بری شده

هستند، طول الیاف و اتصال الیاف. نتایج حاصل از آزمون تجزیه واریانس نشان می‌دهد که بین تیمارهای مختلف در سطح ۹۵ درصد معنی‌داری وجود دارد. آزمون دانکن این اثر را به ۳ گروه تقسیم کرد و کمترین مقاومت به ترکیدن در نمونه شاهد مشاهده شد.

شاخص مقاومت به ترکیدن

مقاومت به ترکیدن عبارت است از مقاومت یک ورقه در برابر تغییر شکل به وسیله یک پرده لاستیکی منبسط شونده که با اندازه‌گیری فشار هیدرولیکی در نقطه پارگی (ترکیدن) کاغذ تعیین می‌شود. دو فاکتور در مقاومت به ترکیدن مؤثر

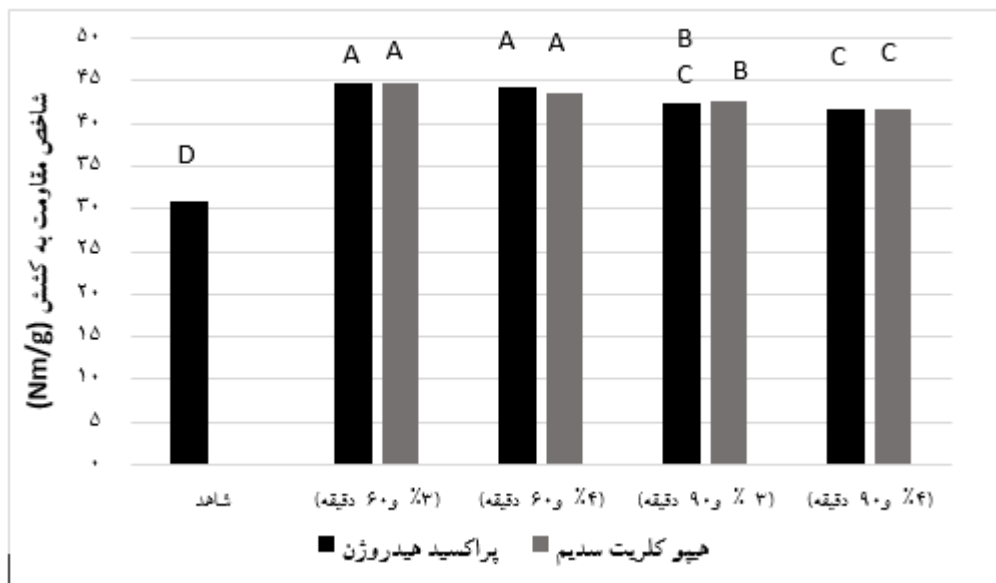


شکل ۵- شاخص مقاومت به ترکیدن خمیر کاغذ CMP رنگبری شده

داشتن مقاومت کششی و وزن پایه محاسبه می‌شود. عوامل مؤثر بر شاخص مقاومت به کشش کاغذ عبارتند از: گراماژ کاغذ، زبری الیاف (وزن واحد طول) و پهنای الیاف. همچنین با افزایش طول الیاف، افزایش شدت پالایش، افزایش فشار پرس و انجام آهار سطحی مقاوم کششی افزایش می‌یابد. کمترین مقاومت به کشش در نمونه شاهد مشاهده شد.

شاخص مقاومت به کشش

مقاومت کششی یکی از مهمترین مقاومت‌های کاغذ است که آن را در برابر تنشهای کششی که به آن وارد می‌شود، حفظ می‌کند. مقاومت کششی در واقع نیروی لازم برای شکست یک نوار باریک کاغذ است، هنگامی که طول نوار و سرعت بارگذاری کششی، هردو به دقت مشخص شده‌اند. مقدار شاخص مقاومت به کشش با در اختیار



شکل ۶ - شاخص مقاومت به کشش خمیر کاغذ CMP رنگ‌بری شده

انعکاس نور با طول موج ۴۵۷ نانومتر از سطح کاغذ نسبت به سطح استاندارد تعریف می‌شود. این طول موج در محدوده طیف نوری آبی - بنفش قرار گرفته است. مکمل رنگ آبی، رنگ زرد بوده و با کاهش میزان زردی خمیر کاغذ میزان انعکاس در محدوده طول موج آبی افزایش یافته، در نتیجه درجه روشنی افزایش می‌یابد. گروه‌های رنگ‌ساز موجود در خمیر کاغذ سبب ایجاد رنگ زرد و کاهش درجه روشنی خمیر کاغذ می‌شوند. افزایش درجه روشنی خمیر کاغذ رنگ‌بری شده به دلیل تخریب و تغییر گروه‌های رنگ‌ساز موجود در ساختار لیگنین و در نتیجه کاهش زردی خمیر کاغذ می‌باشد (Mehri Iraei, 2012). ماتی معیاری از میزان نور عبوری از خمیر کاغذ بوده و تحت تأثیر عوامل مختلفی مانند حجیمی و میزان پرس بستگی دارد (Afra, 2016; Mirshokraei, 2010). با افزایش سطح اتصال بین الیاف میزان ماتی کاهش می‌یابد، زیرا با افزایش سطح اتصال بین الیاف فضای خالی بین الیاف کاهش یافته و نور بدون عبور از هوا و شکسته شدن از فیری به فیبر دیگر انتقال یافته و از کاغذ عبور می‌کند (Akbarpour, 2010; Vaysi et al., 2016; Afra, 2016).

بحث

با توجه به اینکه خمیرهای مکانیکی به دلیل حضور لیگنین و اجزای جدا شده از آن، در برابر نور و عوامل محیطی ناپایدار بوده و مقاومت مکانیکی این خمیرها نیز نسبت به خمیرهای شیمیایی نسبتاً کمتر است؛ بنابراین انتخاب مواد رنگ‌بر مؤثر و مناسب بسیار حائز اهمیت است. از این رو در این تحقیق از دو ماده پروکسید هیدروژن و هیپوکلریت سدیم استفاده شد و نتایج بدست آمده از بررسی ویژگی‌های نوری کاغذ دست‌ساز نشان می‌دهد که با افزایش زمان در مقدار ثابت مواد شیمیایی و افزایش سطح مواد شیمیایی در زمان ثابت درجه روشنی افزایش می‌یابد که ناشی از افزایش غلظت مواد شیمیایی و میزان یون فعال موجود در محیط واکنش و همچنین داشتن زمان بیشتر برای رنگ‌بری است (Mirshokraei, 2010; Ghasemi et al., 2011; Mehri Iraei, 2012). همچنین بر اساس پژوهش‌های پیشین احتمالاً حضور ماده رنگ‌بر قوی سبب حذف یا کاهش مقدار لیگنین باقیمانده در خمیر کاغذ و یا به صورت اکسایش سبب تغییر رنگ لیگنین شده است (Asadpour et al., 2018). درجه روشنی به صورت

از رنگ‌بری افزایش یافته است. همچنین مقاومت به ترکیدن خمیر کاغذ که تحت تأثیر سطح اتصال و پیوند بین الیاف است با افزایش مقدار پیوند بین الیاف افزایش می‌یابد (Afra, 2016). در نمونه‌های رنگ‌بری شده به دلیل آبدوستی، انعطاف‌پذیری و سطح اتصال بیشتر افزایش یافت. مقاومت به پاره شدن کاغذ تحت تأثیر طول الیاف، تعداد الیافی که در پاره شدن دخالت دارند، تعداد اتصالات بین الیاف و مقاومت اتصالات بستگی دارد (Mehri Iraei, 2012). شاخص مقاومت به پاره شدن خمیر کاغذهای رنگ‌بری شده به دلیل افزایش سطح اتصال و پیوند بین الیاف بیشتر افزایش یافته است. به‌طورکلی با توجه به تأثیر بیشتر و مطلوب‌تر پروکسید هیدروژن به‌عنوان یک ماده رنگ‌بر مؤثر و دوست‌دار محیط‌زیست می‌تواند گزینه مناسب برای رنگ‌بری خمیر کاغذ CMP باشد.

منابع مورد استفاده

- Afra, E., 2016. Properties of Paper an Introduction. Aeeizh, Tehran, 360p.
- Aliabadi, M., Akbarpour, I. and Saraeian, A.R., 2010. Application of organic complex "Sulvy-x" in peroxide bleaching of hornbeam CMP pulp. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research, 26 (1): 117-127
- Akbarpour, I., Resalati, H., 2010. Utilization of organic complex of glapanone stab rather than sodium silicate in peroxide bleaching of mixed hardwood CMP pulp. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research, 26 (1):193-217.
- Asadpour, GH., Rajabi, F and Zabizadeh, S. M., 2018. Evaluating the properties of bleached chemi-mechanical pulp (CMP) with one and two-stage sodium hypochlorite and hydrogen peroxide. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research, 33 (2):205-217.
- Fillion, M., Ager, P. and Gaudreault, R., 2006. Comparison of bleaching sequences (PF, PH and PY) for deinked mixed office waste (MOW) containing various percentages of mechanical pulp. PAPTAC 92nd Annual Meeting, Montreal, Canada, 7-9, B179-186.
- Ghasemi, S., Behrooz, R., 2011. The effect of consistency on the optical properties of hydrogen peroxide bleached CMP pulp. Iranian Journal of

مشاهده می‌شود، ماتی خمیر کاغذهای رنگ‌بری شده کمتر از ماتی خمیر کاغذ رنگ‌بری نشده است که به نظر می‌رسد در رنگ‌بری‌های انجام شده با حلال لیگنین و تشکیل گروه‌های آب‌دوست در لیگنین باقی‌مانده در خمیر کاغذ، میزان واکنشیدگی، انعطاف‌پذیری و سطح اتصال و پیوند بین الیاف افزایش یافته، در نتیجه میزان فضای خالی بین الیاف کاهش یافته و ماتی خمیر کاغذ رنگ‌بری شده در نتیجه کاهش تفرق و شکست نور کاهش پیدا کرده است (Mehri Iraei (2012)). به‌طورکلی با افزایش درجه روشنی، ماتی کم و با افزایش زردی ماتی زیاد می‌شود (Zeinaly et al., 2013). خمیر یک شاخص وجود ساختارهای کروموفوری باقیمانده در خمیر است. ساختارهای کروموفوری می‌توانند لیگنین یا دیگر مواد لیگنوسلولزی باشند که نور را جذب می‌کنند. کاهش در شاخص زردی متناسب با افزایش روشنی در خمیر است و نشان‌دهنده این است که مقدار کمتری از ساختارهای کروموفوری در خمیر بعد از رنگ‌بری باقی مانده است (Asadpour et al., 2018). نمونه‌های رنگ‌بری شده دارای مقاومت مکانیکی مطلوب‌تری نسبت به نمونه‌های رنگ‌بری نشده بوده‌اند. حل شدن اجزاء چوب سبب تشکیل گروه‌های آبدوست در لیگنین باقی مانده در خمیر کاغذ، میزان واکنشیدگی، انعطاف‌پذیری بیشتر الیاف و افزایش سطح تماس بین آنها شده است، در نتیجه تقویت پیوند الیاف با الیاف، مقاومت‌های مکانیکی افزایش یافته است. همچنین محیط‌قلیایی فرایند رنگ‌بری نیز سبب شده که یون‌های هیدروکسید بهتر به داخل دیواره الیاف نفوذ کرده و باعث تورم و انعطاف‌پذیری بهتری در الیاف شوند که خود افزایش سطح تماس الیاف و شکل‌پذیری بهتر آن را سبب شده است (Asadpour et al., 2018). نمونه‌های رنگ‌بری شده دارای مقاومت به پارگی بیشتری نسبت به نمونه رنگ‌بری نشده بودند. بنابر پژوهش‌های انجام شده، در اثر رنگ‌بری و در نتیجه کاهش تأثیر لیگنین در مسدود نمودن گروه‌های هیدروکسیل سلولز و همی‌سلولز، انعطاف‌پذیری الیاف افزایش یافته، در نتیجه مقاومت به پارگی کاغذ حاصل

- Fundamentals & Applications. Aeeizh, Tehran, 198p.
- Vaysi1, R., Behrooze, R. and Khaj-e-Ali, E., 2016. The effect of ECF bleaching on optical and mechanical properties of bagasse soda pulp. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research, 31 (2):349-361.
- Zeinaly, F., karimi, M., shakhes, J. and mohammadi, H., 2013. Improving the bleaching process of hardwood chemi-mechanical pulp. Cellulose Chemistry and Technology, 50 (2), 285-292.
- Zeinaly, F., Shakeri, A.R. and Shakhes, J., 2009. Hydrogen Peroxide Bleaching of CMP Pulp Using Magnesium Hydroxide. BioResources, 4(4), 1409-1416.
- Wood and Paper Science Research, 26 (2): 398-409.
- Hou, Q., Sun,X., 2018. Iso-concentration hydrogen peroxide bleaching of poplar chemi-thermomechanical pulp. Journal of Bioresources and Bioproducts, 3(1): 35-39.
- Mehri Iraei., H, 2012. Comparative study on hydrogen peroxide and sodium dithionite use in bleaching of deinked pulp. master of science in pulp and paper technology. Faculty of pulp and paper. Gorgan univer sity of agricultural sciences and natural resources. Gorgan.61.
- Mirshokraei, S.A., 1989. Hand Book for Pulp & Paper Technologists. Aeeizh, Tehran, 501p.
- Mirshokraei, S.A., 2010. Wood Chemistry

CMP pulp bleaching using hydrogen peroxide and sodium hypochlorite

A. Ghasemian¹ and Kh. Armand^{2*}

1-Associate Prof of Pulp and Paper Technology, Gorgan University of Agricultural and Natural Resources Sciences, Department of Wood and Paper Technology. Gorgan, Iran

2*-Corresponding Author, Ph.D Student of Pulp and Paper Industries, Gorgan University of Agricultural and Natural Resources Sciences. Gorgan, Iran, Email: kh-armand@yahoo.com

Received: Dec., 2019

Accepted: Jan., 2020

Abstract:

In this research, the effect of sodium peroxide and sodium hypochlorite on the chemical-mechanical pulp (CMP) bleaching has been investigated. For this purpose, unbleached CMP pulp was obtained from Mazandaran wood and paper mill, and bleaching with hydrogen peroxide and sodium hypochlorite was carried out in two levels of 3 and 4%, for two times of 60 and 90 minutes at 70°C and 8% consistency. In each treatment, 30 grams of pulp was mixed with hydrogen peroxide, sodium silicate, DTPA, sodium hydroxide and sodium hypochlorite and bleaching was performed. Then, 60 gr/m² hand sheets were prepared and the optical properties of hand sheets were measured and analyzed based on TAPPI test methods. The results of optical properties of handsheets showed that by increasing the bleaching time and the level of chemicals, the optical properties were improved. The highest brightness and minimum yellowness were observed applying 4% hydrogen peroxide and 90 minutes in bleaching. The lowest opacity was observed in the control sample. Strength properties such as tensile, burst and tear strength of bleached paper were also increased.

Keywords: brightness, Hydrogen peroxide, opacity, Sodium hypochlorite.