نشریه علمی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران
جلد ۳۵ شماره ۱، صفحه ۲۱-۱۱، (۱۳۹۹)

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/IJWPR.2020.128739.1587
شناسه دیجیتال (DOR): 98.1000/1735-0913.1399.35.11.70.1.1585.1605

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 پروکسیدهیدروژن و هیپوکلریت سدیم بر رنگ‌بری خمیر کاغذ شیمیایی _ مکانیکی (CMP) بررسی شده است. بدین‌منظور 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 هریک 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. به‌طوری‌که بیشترین روشنی و کمترین زردی در سطح ۴ درصد و ۹۰ دقیقه در رنگ‌بری با پروکسیدهیدروژن 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: پروکسیدهیدروژن، روشنی، ماتی، هیپوکلریت سدیم

مقدمه

جذب نور خمیرکاغذ و رنگ موجود در آن عمدتا 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 (خمیرکاغذ مکانیکی) مورد استفاده قرار می‌گیرد. براقیت در خمیرکاغذ مکانیکی (CMP) عمدتا تابع گونه چوب و شرایط محیطی تبدیل چوب به خمیرکاغذ 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).

معمولی‌ترین مواد شیمیایی مورد استفاده در رنگ‌بری با حفظ لیگنین عبارت است از: دی‌تیونات سدیم و پروکسیدهیدروژن. مهمترین و در واقع تنها ترکیب شیمیایی رنگبر با خواص اکسایشی که برای رنگبری با حفظ لیگنین به‌کار می‌رود، هیدروژن پروکسید یا نمک آن، سدیم‌پروکسید است. پروکسیدهیدروژن عمدتا در رنگ‌بری خمیرهای کاغذ مکانیکی و مکانیکی – شیمیایی استفاده می‌شود (Aliabadi, Gaudreault, 2006; e*t al*., 2010; Hou, e*t al*., 2018 ;Zeinaly, 2009). هیدروژن پروکسید یک اسید ضعیف است و جزء فعال رنگبر 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 دی‌تیونیت، سدیم‌پروکسید رنگبر قوی‌تری است. شرایط رنگبری با پروکسیدهیدروژن 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 عمدتا 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 عومل پایدار کننده مناسب انجام شود (واکنش۱ و ۲).

واکنش تخریب پروکسید:

1) $H_2O_2 \rightarrow H_2O + 1/2\ O_2$

واکنش مطلوب پروکسید :

2) $H_2O_2 \rightarrow HO^{\cdot} + 1/2\ O_2$

Ghasemi و همکاران (۲۰۱۱) خمیرکاغذ CMP مخلوط پهن‌برگان را با استفاده از پروکسیدهیدروژن بدون استفاده از سیلیکات سدیم رنگ‌بری نمودند و دریافتند که بر اثر جایگزین نمودن سیلیکات‌سدیم با سیلیکات‌منیزیم، 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 پروکسیدسدیم با جایگزینی هیدروکسید-منیزیم به جای هیدروکسیدسدیم، 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 به‌کار می‌رود. محلول هیپوکلریت، در کارخانه خمیرکاغذ از طریق مخلوط کردن کلر با محلول NaoH یا دوغاب $Ca(OH)_2$ تهیه می‌شود (Mirshokraei, 1989).

$$2NaOH + Cl_2 \leftrightarrow NaOCl + NaCl + H_2O$$

$$2Ca(OH)_2 + 2Cl_2 \leftrightarrow Ca(OCl)_2 + CaCl_{2+2}\ H_2O$$

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 پروکسیدهیدروژن 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

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 خمیرکاغذ مورد استفاده قرار گیرد، یک ضرورت است، بنابراین در این تحقیق، بررسی مقایسه‌ای رنگ‌بری خمیر کاغذ CMP با استفاده از پروکسیدهیدروژن و 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. خمیرکاغذ مورد استفاده دارای ویژگی‌های ذکر شده در جدول شماره ۱ است.

جدول ۱- ویژگی‌های خمیرکاغذ مورد استفاده در آزمایش

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

رنگ‌بری با پروکسیدهیدروژن و هیپوکلریت سدیم در دو سطح ۳ و ۴ درصد و در دو زمان ۶۰ و ۹۰ دقیقه انجام شد (جدول۲). رنگ‌بری خمیر کاغذ با استفاده از کیسه‌های پلی‌اتیلنی و بن‌ماری در درجه حرارت ۸۰ درجه سانتی‌گراد انجام گردید. به این ترتیب که در هریک از تیمارها ۳۰ گرم خمیر کاغذ همراه با پروکسیدهیدروژن، سیلیکات سدیم، DTPA، هیدروکسید سدیم و هیپوکلریت سدیم برای رنگ-بری آماده‌سازی شد.

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

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

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

دانکن بررسی شد.

نتایج

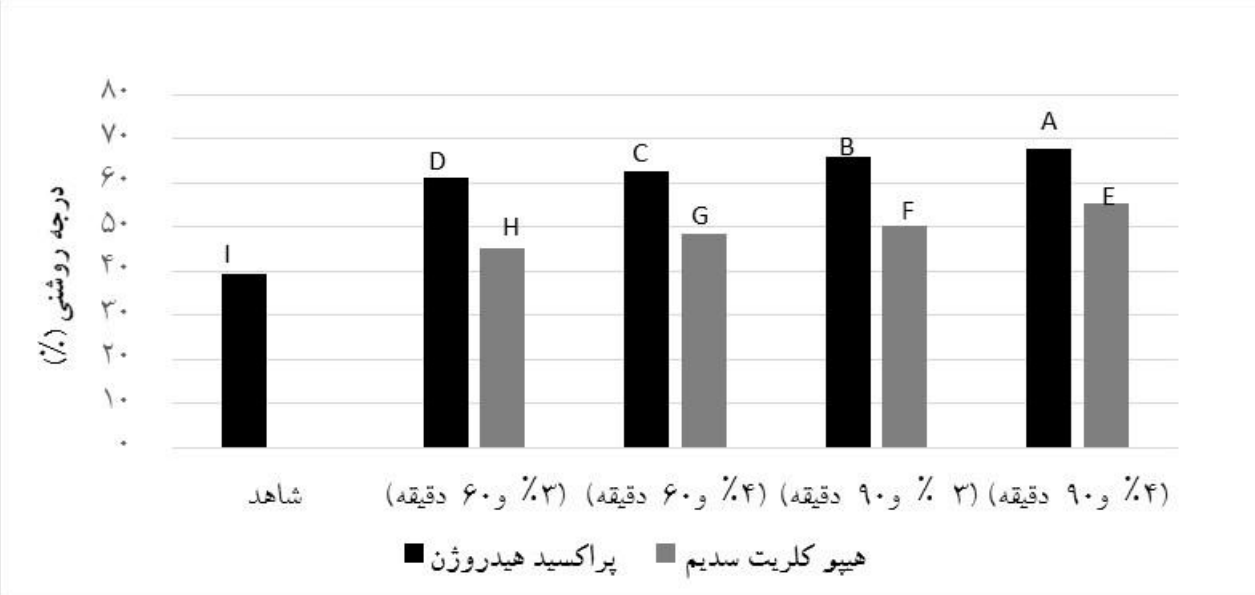
نتایج حاصل از آزمون تجزیه واریانس ویژگی‌های نوری کاغذ دست‌ساز در جدول شماره ۳ به‌طور خلاصه آمده است.

روشنی

نتایج بدست‌آمده از تجزیه واریانس خمیرکاغذهای رنگ‌بری شده با پروکسیدهیدروژن 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 رنگ بری مختلف که در شکل ۱ نشان داده شده است بیان می‌کند که با افزایش درصد مواد شیمیایی و زمان رنگ‌بری به‌ترتیب 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



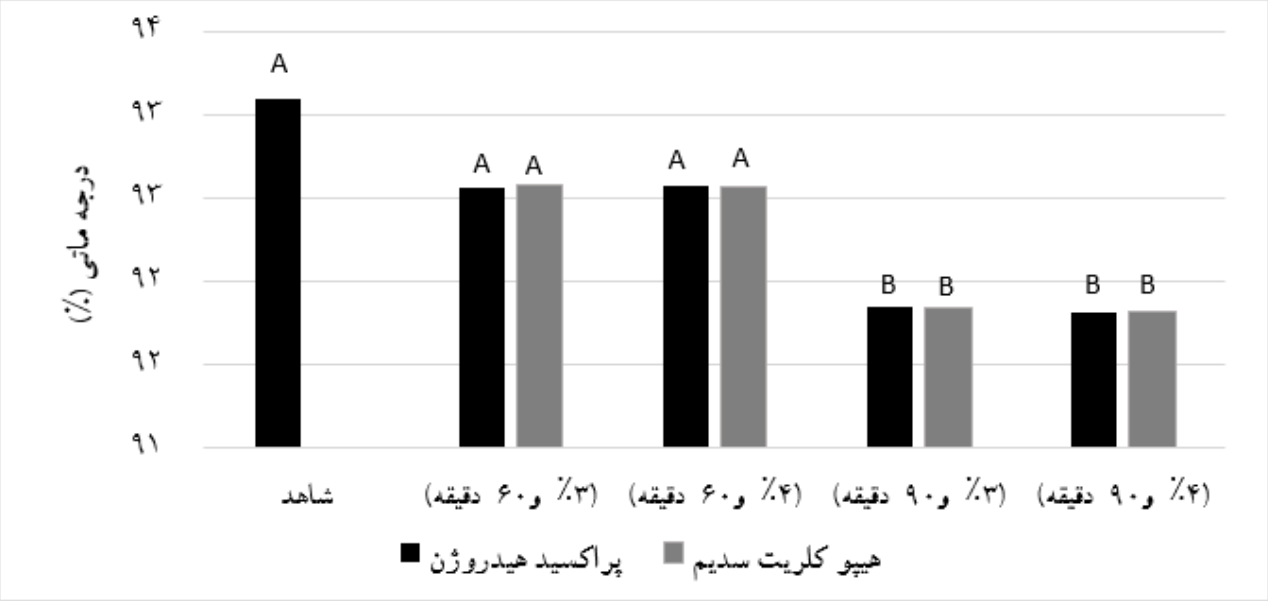
شکل ۱- اثر درصد مواد شیمیایی و زمان رنگ‌بری بر درجه روشنی خمیر کاغذ CMP

ماتی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس خمیرکاغذهای رنگ‌بری شده با پروکسیدهیدروژن 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 وآزمون 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

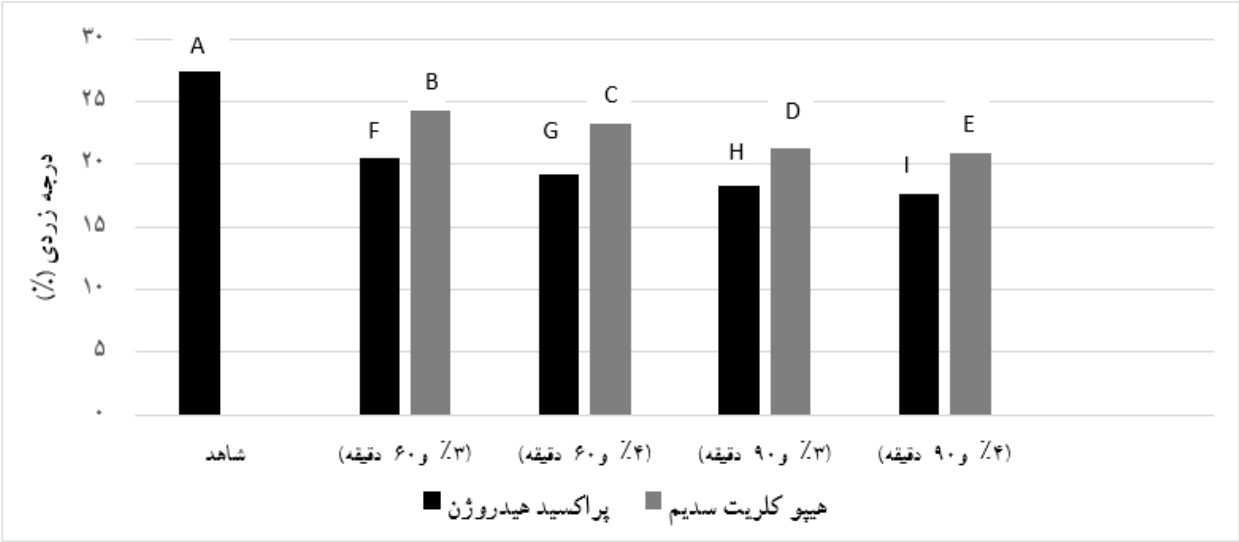
با توجه به نتایج حاصل از تجزیه واریانس خمیرکاغذهای رنگ‌بری شده با پروکسیدهیدروژن و هیپوکلریت سدیم، اثر مستقل درصد مواد شیمیایی و زمان رنگ‌بری در سطح ۹۵٪ بر زردی کاغذ معنی‌دار است. همان‌طورکه در شکل ۳ نشان داده شده است با افزایش مدت زمان و درصد مواد شیمیایی رنگ‌بری زردی کاهش یافته است و آزمون دانکن این 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.

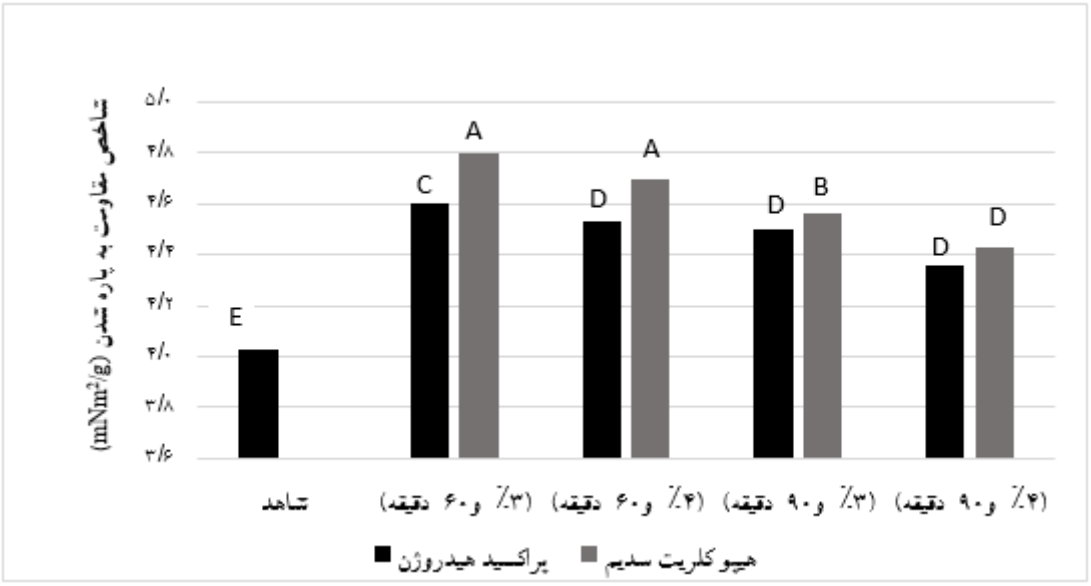


شکل ۳- اثر درصد مواد شیمیایی و زمان رنگ‌بری بر زردی خمیر کاغذ CMP

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

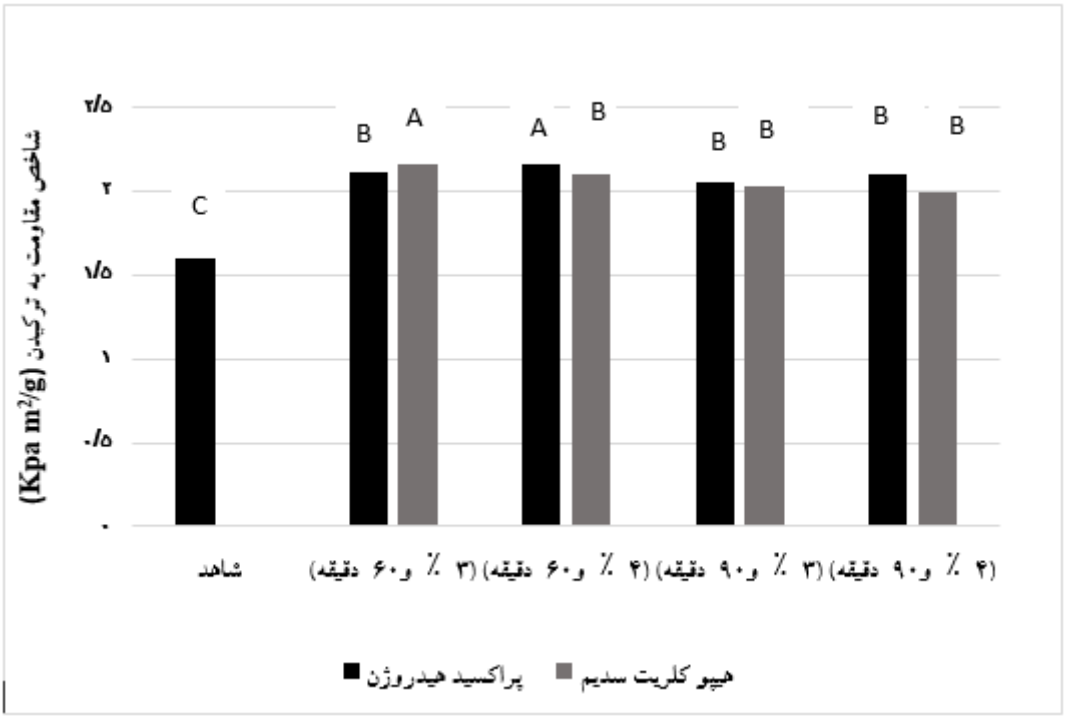
منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره آزمون	سطح معنی‌داری
شاخص مقاومت به پارگی	۸	۱/۱۵۶	۱۶/۹۶۷	۰/۰۰۰
شاخص مقاومت به ترکیدن	۸	۰/۷۳۲	۱۷/۶۴۳	۰/۰۰۰
شاخص مقاومت به کشش	۸	۴۳۲/۰۷۴	۷۲/۹۱۲	۰/۰۰۰



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

شاخص مقاومت به ترکیدن

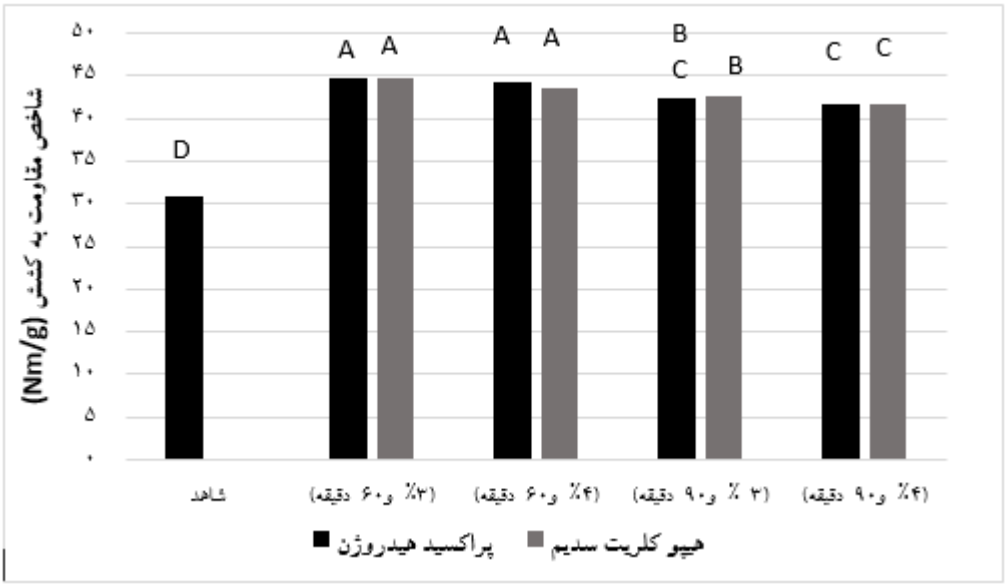
مقاومت به ترکیدن عبارت است از مقاومت یک ورقه در برابر تغییر شکل به وسیله یک پرده لاستیکی منبسط شونده که با اندازه‌گیری فشار هیدرولیکی در نقطه پارگی (ترکیدن) کاغذ تعیین می‌شود. دو فاکتور در مقاومت به ترکیدن مؤثر هستند، طول الیاف و اتصال الیاف. نتایج حاصل از آزمون تجزیه واریانس نشان می‌دهد که بین تیمارهای 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.



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

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 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.



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

بحث

با توجه به اینکه خمیرهای مکانیکی به دلیل حضور لیگنین و اجزای جداشده 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. ازاین‌رو در این تحقیق از دو ماده پروکسیدهیدروژن و هیپوکلریت سدیم استفاده شد و نتایج بدست‌آمده 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 e*t 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 به‌صورت اکسایش سبب تغییر رنگ لیگنین شده است (Asadpour e*t al*., 2018). درجه روشنی به صورت 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 فیبری به فیبر دیگر انتقال یافته و از کاغذ عبور می‌کند(Akbarpour, 2010; Vaysi e*t al*., 2016; Afra, 2016). همان‌طورکه در نمودار ماتی کاغذ

مشاهده می‌شود، ماتی خمیر کاغذهای رنگ‌بری شده کمتر از ماتی خمیر کاغذ رنگ‌بری نشده است که به‌نظر می‌رسد در رنگ‌بری‌های انجام شده با حلال لیگنین و تشکیل گروه‌های آب‌دوست در لیگنین باقی‌مانده در خمیر کاغذ، میزان واکشیدگی، 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 (۲۰۱۲). به‌طورکلی با افزایش درجه روشنی، ماتی کم و با افزایش زردی ماتی زیاد می‌شود (Zeinaly e*t al*., 2013). زردی 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 واکشیدگی، انعطاف‌پذیری بیشتر الیاف و افزایش سطح تماس بین آنها شده است، درنتیجه تقویت پیوند الیاف با الیاف، مقاومت‌های مکانیکی افزایش یافته است. همچنین محیط قلیایی 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 درنتیجه کاهش تأثیر لیگنین در مسدود نمودن گروه‌های هیدروکسیل سلولز و همی‌سلولز، انعطاف‌پذیری الیاف افزایش یافته، درنتیجه مقاومت به پارگی کاغذ حاصل 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 glanapone 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

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 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.

CMP pulp bleaching using hydrogen peroxide and sodium hypochlorite

A. Ghasemian[1] 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/m^2 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.