فصلنامه علمی – پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران
جلد ۳۳ شماره ۴، صفحه ۴۷۷-۴۶۷، (۱۳۹۷)

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/IJWPR.2018.121555.1471
شناسه دیجیتال (DOR): 98.1000/1735-0913.1397.33.467.65.4.1578.32

تأثیر کهنه‌سازی حرارتی روی تغییر رنگ و خواص نوری خمیرکاغذ CMP رنگبری شده با توالی یک و دو مرحله‌ای هیپوکلریت سدیم و پراکسید هیدروژن

قاسم اسدپور[1*]، فاطمه رجبی[2] و سید مجید ذبیح‌زاده[3]

۱*- نویسنده مسئول، دانشیار، گروه مهندسی چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران،
پست الکترونیک: asadpur2002@yahoo.com

۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

۳- دانشیار، گروه مهندسی چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: مرداد ۱۳۹۷

چکیده

خمیرهای مکانیکی بازده بالا و شیمیایی-مکانیکی مستعد واکنش‌های اکسیداسیون-نوری و حرارتی هستند که سبب تغییر رنگ و برگشت روشنی این خمیرها می‌شود. در این تحقیق، از خمیرکاغذ شیمیایی-مکانیکی (CMP) کارخانه چوب و کاغذ مازندران به‌صورت تصادفی نمونه‌برداری شد. خمیرهای شیمیایی-مکانیکی (CMP) تهیه‌شده، به‌صورت جداگانه با توالی‌های P، H، PH و HP رنگبری شدند و از آنها کاغذ دست‌ساز با گراماژ ۶۰ gr/m^2 تهیه گردید. کلیه کاغذهای مذکور، در زمان‌های صفر، ۱۲، ۲۴، ۳۶ و ۴۸ ساعت و در دمای ۱۰۵°C در داخل آون، کهنه‌سازی حرارتی شدند و خواص نوری آنها از قبیل: روشنی، فاکتورهای L، a و b، ضریب برگشت روشنی (α)، زردی، ماتی، نسبت جذب نور به پخش نور (K/S) و تغییر رنگ (PC) قبل و بعد از کهنه‌سازی طبق آزمون‌های استاندارد TAPPI اندازه‌گیری و مقایسه گردید. نتایج این تحقیق نشان داد که در طی کهنه‌سازی حرارتی از صفر تا ۴۸ ساعت، خواص نوری کاغذ مانند روشنی و فاکتورهای L و a کاهش و فاکتور b، درجه زردی، ضریب α، نسبت K/S و تغییر رنگ (PC) افزایش داشته‌اند. در کل، از میان توالی‌های رنگبری بررسی شده در این تحقیق، رنگبری با توالی‌های P و HP، بیشترین میزان روشنی و فاکتور L کمترین میزان فاکتورهای a و b، ضریب α، زردی، نسبت K/S و عدد PC را داشتند؛ بنابراین این توالی‌های رنگبری، تأثیر و اهمیت زیادی در پایداری روشنی و کاهش برگشت رنگ کاغذ و در نتیجه افزایش دوام آن در برابر تخریب حرارتی داشته‌اند.

واژه‌های کلیدی: خمیر CMP، کهنه‌سازی حرارتی، تغییر رنگ، خواص نوری، هیپوکلریت سدیم، پراکسید هیدروژن.

مقدمه

خمیرکاغذهای با بازده بالا به دلیل هزینه کمتر، بازده بالاتر و ویژگی‌های نوری بهتر در مقایسه با خمیرهای شیمیایی برتری دارند؛ اما درجه روشنی پایین و ثبات کم آن، یکی از مشکلات اساسی خمیرکاغذهای با بازده بالاست (Asadpour *et al.*, 2016). هدف اصلی رنگبری، افزایش روشنی خمیر است و برگشت روشنی فرایندی است که در نتیجه آن، تغییراتی در ویژگی‌های الیاف تحت تأثیر نور، هوا، رطوبت و دما وابسته به زمان به وجود می‌آید و شدیدترین تأثیر را از بین این عوامل، نور و حرارت دارند (Chirat & Chapelle, 1999; Boeva *et al.*, 2012). کهنه‌سازی حرارتی، به‌دلیل واکنش‌های مخرب در زنجیره‌های سلولزی، مواد لیفی را تخریب می‌نماید. این تخریب سبب کاهش روشنی و مقاومت

Archive of SID

www.SID.ir

نمونه‌ها شده و تغییراتی در ترکیبات شیمیایی و ویژگی‌های الیاف ایجاد می‌کند. مقدار لیگنین یکی از فاکتورهای اساسی است که کهنه‌سازی کاغذ به آن وابسته است (Eiras & Colodette, 2005). به همین دلیل است که مواد لیفی مختلف رفتار متفاوتی در قبال کهنه‌سازی دارند. مقدار لیگنین در خمیرهای پربازده زیاد است و نسبت به الیاف سلولزهای رنگبری شده سریع‌تر کهنه می‌شوند. از نظر شیمیایی، کهنه‌سازی تسریع شده حرارتی، فرایندی پیچیده است که تحت تأثیر فاکتورهای متقابل زیادی قرار می‌گیرد. زردی مواد لیفی از اکسیداسیون گروه‌های هیدروکسیل فنولی لیگنین ناشی می‌شود. اکسیداسیون، منجر به تشکیل کروموفرهایی می‌گردد که رنگ زرد به خمیر می‌دهند. کهنه‌سازی حرارتی تسریع شده، سبب تولید دوباره کروموفرهایی می‌شود که در جریان رنگبری تخریب‌شده بودند (Boeva *et al.*, 2012; Boeva & Radeva, 2016).

تعدادی از محققان، برگشت روشنی به‌دلیل حرارت در اتمسفر تر و خشک را با استفاده از مواد خام چوبی متفاوت و شرایط رنگبری ECF و TCF بررسی نمودند (Colodette *et al.*, 2004; Ganstrom *et al.*, 2002). آنان بیان نمودند که گروه‌های هگزورونیک اسید (HexA)، کربونیل و لیگنین باقیمانده در واکنش‌های برگشت روشنی دخالت دارند (Sevastyanova *et al.*, 2006). یون‌های فلزات انتقالی ازجمله آهن، مس و منگنز موجود در خمیرهای رنگبری شده نیز در مقادیر اندک، به‌طور مؤثری در کاهش روشنی مشارکت می‌کنند اما نقش واقعی آنها در تشکیل رنگ هنوز ناشناخته است (Forsskahl *et al.*, 2000; Gellerstedt *et al.*, 2003). همچنین، بسیاری از پارامترها، به دلیل قرار گرفتن در معرض حرارت به‌صورت بالقوه روی ثبات روشنی تأثیرگذارند؛ ازجمله نوع خمیر، گونه‌های چوبی، وجود لیگنین، همی‌سلولز، گروه‌های اکسیدشونده در سلولز یا یون‌های فلزی (Chirat & Chapelle, 1999).

در پژوهش انجام شده توسط Chirat و Chapelle (۱۹۹۹)، آنان تأثیر کهنه‌سازی حرارتی روی خمیرهای متفاوت رنگبری شده با توالی‌های TCF و ECF را بررسی نمودند. آنان دریافتند که گروه‌های کربوکسیل در کربن ۲ و ۳ می‌توانند روی ثبات روشنی در برابر حرارت تأثیرگذارتر باشند. در خمیرهای کرافت، رنگبری با توالی TCF منجر به ثبات روشنی کمتری نسبت به ECF شده است. همچنین نوع توالی رنگبری روی ثبات روشنی خمیر کهنه‌شده با حرارت تأثیرگذار بوده است.

Vaysi و همکاران (۲۰۰۵)، خمیرهای CMP حاصل از راش و ممرز را به‌صورت جداگانه با DTPA و بدون DTPA و با پروکسید هیدروژن و دی تیونیت سدیم رنگبری نمودند. نتایج حاصل از تیمار کهنه‌سازی حرارتی در آون نمونه‌های رنگبری شده نشان داد که در طی کهنه‌سازی از صفر تا ۴۰ ساعت، برخی از خواص نوری کاغذ ازجمله زردی، نسبت K/S، عدد PC، ضریب جذب و فاکتور a افزایش و روشنی و سبزی کاهش می‌یابد. همچنین در بین تیمارهای مختلف، تیمار اسپری DTPA در کهنه‌سازی طولانی‌مدت و استفاده از دی‌تیونیت سدیم و پروکسید هیدروژن در کهنه‌سازی کوتاه‌مدت، تأثیر و اهمیت زیادی در پایداری روشنی، کاهش برگشت رنگ کاغذ و افزایش دوام در برابر تخریب حرارتی دارند.

Abdolkhani و Mirshokraei (۲۰۰۵)، تأثیر کهنه‌سازی حرارتی را روی خمیرکاغذ باگاس رنگبری شده با توالی هیپوکلریت سدیم و هیدروسولفیت سدیم بررسی نمودند. نتایج آنان نشان داد که استفاده از یک مرحله رنگبری کاهشی پس از رنگبری با هیپوکلریت سدیم، به‌طور محسوسی ویژگی‌های نوری کاغذ ازجمله پایداری روشنی را بهبود می‌بخشد.

در پژوهش دیگر نیز، مرحله انتهایی پراکسید هیدروژن قلیایی به‌منظور جایگزینی با مرحله دیوکسید کلر مورد مطالعه قرار گرفت. براساس نتایج به‌دست‌آمده، استفاده از مرحله پراکسید هیدروژن پایانی سبب بهبود در روشنی، کاهش برگشت براقیت خمیر رنگبری شده و ویژگی‌های مقاومتی نسبتاً بالاتر شده است (Loureiro *et al.*, 2010).

Archive of SID

www.SID.ir

همان‌طور که بیان شد، یکی از مشکلات خمیرهای مکانیکی زرد شدن کاغذ حاصل در کوتاه‌مدت و در نتیجه محدودیت مصرف آن می‌باشد (Vaysi *et al.*, 2005). تحقیقات زیادی برای افزایش پایداری روشنی این نوع کاغذها (کاغذهای حاصل از خمیر پربازده) انجام شده است. ازآنجایی‌که کهنه‌سازی فرایندی است که در آن میزان تغییرات در مواد لیفی بستگی به دما، مقدار مواد رنگ‌بر، درجه لیگنین‌زدایی، غلظت توده، توالی رنگبری، مدت زمان فرایند و دیگر فاکتورها دارد (Bovea *et al.*, 2017)؛ بنابراین هدف از انجام این تحقیق، بررسی تغییر رنگ و خواص نوری کاغذهای رنگبری شده با توالی یک و دو مرحله‌ای هیپوکلریت سدیم و پراکسید هیدروژن بر اثر کهنه‌سازی حرارتی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

برای انجام این تحقیق، خمیر شیمیایی- مکانیکی (CMP) رنگبری نشده مخلوط پهن‌برگان از کارخانه چوب و کاغذ مازندران انتخاب شد.

رنگبری خمیرکاغذ CMP

رنگبری با توالی‌های یک مرحله‌ای پراکسیدهیدروژن (P)، هیپوکلریت‌سدیم (H)، توالی رنگبری دو مرحله‌ای PH (پراکسید هیدروژن و به‌دنبال آن هیپوکلریت سدیم) و توالی رنگبری دو مرحله‌ای HP (هیپوکلریت سدیم و به‌دنبال آن پراکسید هیدروژن) انجام شد. همچنین مشخصات سطوح مصرفی این مواد رنگ‌بر و متغیرهای فرایندی آنها در جدول ۱ آمده است.

مرحله کیلیت‌سازی: نمونه‌های خمیرکاغذ با درصد خشکی ۱۰٪، در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد و در مدت ۴۰ دقیقه توسط ۰/۲٪ DTPA بر مبنای وزن خشک خمیرکاغذ و pH ۴/۵ تیمار شدند. همچنین کلیه نمونه‌ها پس از اتمام پیش‌تیمار، با آب‌مقطر شستشو گردیدند.

مرحله P: رنگبری با استفاده از روش اصلاح شده P_M(استفاده از پیش تیمار حرارتی) انجام شد. در این روش ابتدا سیلیکات‌سدیم و هیدروکسید سدیم به خمیر در داخل بشر افزوده و با خمیر مخلوط شد. سپس پراکسیدهیدروژن مورد نظر به آن افزوده شد. سپس خمیر رنگبری شده با آب‌مقطر شسته شده و با اسیدسولفوریک رقیق pH آن به ۵/۵ رسانده شد.

مرحله H: ابتدا هیدروکسید سدیم به خمیر افزوده و با آن مخلوط شد. سپس هیپوکلریت سدیم مورد نظر به آن اضافه شده و درنهایت رنگبری خمیرکاغذ در حمام آب گرم با دمای ۳۵°C برای مدت زمان ۳۰ دقیقه انجام گردید. خمیر رنگبری شده نیز با آب‌مقطر شسته شده و با اسیدسولفوریک رقیق، pH آن به ۵/۵ رسانده شد.

جدول ۱- مشخصات متغیرها و سطوح مواد در مرحله رنگبری با هیپوکلریت سدیم (H) و پراکسیدهیدروژن (P)

هیپوکلریت سدیم (٪)	پراکسید هیدروژن (٪)	هیدروکسید سدیم (٪)	سیلیکات سدیم (٪)	DTPA (٪)	دما (°C)	زمان (دقیقه)	خشکی (٪)	pH
۱۰	–	۰/۹	–	۰/۰۴۸	۳۵	۳۰	۱۰	۹
–	۳	۷/۵	۲	۰/۲	۷۵	۱۱۰	۱۰	۱۰/۵

اندازه‌گیری خواص نوری

برای اندازه‌گیری خواص نوری کاغذهای تهیه‌شده، از دستگاه اسپکترفتومتری استفاده شد. ابتدا طبق آزمون شماره88- T 205 om استاندارد TAPPI، کاغذهای

Archive of SID

www.SID.ir

دست‌ساز با وزن پایه gr/m^2 ۶۰ تهیه شد. سپس ویژگی‌های ماتی و روشنی به‌ترتیب با استفاده از آزمون استاندارد T452 om -96 و استاندارد T425 om-98 تعیین شد. برای آزمون کهنه‌سازی، نمونه‌های کاغذ رنگبری شده در آون با دمای ۱۰۵°C و به‌مدت زمان‌های صفر، ۱۲، ۲۴، ۳۶ و ۴۸ ساعت قرار گرفتند. همچنین برای بررسی خواص نوری نمونه‌های کاغذ ویژگی‌هایی از قبیل روشنی، درجه زردی، ضریب جذب (K)، ضریب پخش (S) و فاکتور سبزی (a) اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری کمی تغییر رنگ و تعیین عدد PC (Post Color Number) که معیاری از کهنگی کاغذ است، از رابطه کیوبلیکا-مانک استفاده شد.

رابطه ۱ $$PC = 100[\left(\frac{K}{S}\right)t - \left(\frac{K}{S}\right)t = 0]$$

K: ضریب جذب نور

S: ضریب پخش نور

t: زمان کهنه‌سازی (ساعت)

همچنین بررسی مقایسه‌ای سینیتیک کهنه‌سازی حرارتی با متغیر α انجام شد که این متغیر می‌تواند به‌عنوان میزان کهنه‌شدگی حرارتی یا به‌عنوان کاهش نسبی درجه روشنی در نظر گرفته شود (Boeva & Radeva, 2014).

رابطه ۲ $$\propto = \frac{W_0 - W}{W_0}$$

W_0: روشنی اولیه (%ISO)

W: روشنی در زمان تیمار مورد نظر (%ISO)

نتایج

تأثیر کهنه‌سازی حرارتی روی خواص نوری خمیر رنگبری شده

جدول ۲ تأثیر کهنه‌سازی حرارتی را بر خواص نوری مانند فاکتورهای L، a و b و روشنی را در بازه زمانی کهنه‌سازی صفر تا ۴۸ ساعت، روی نمونه‌های رنگبری شده با توالی یک و دو مرحله‌ای پراکسید هیدروژن و هیپوکلریت سدیم نشان می‌دهد. با افزایش زمان کهنه-سازی، روشنی و فاکتور L کاهش و فاکتور b افزایش می‌یابد. تغییرات فاکتور a نشان می‌دهد که در طی کهنه-سازی حرارتی تا ۴۸ ساعت، فاکتور a افزایش می‌یابد. چون فاکتور a، طیف رنگی سبز تا قرمز را در کاغذ نشان می‌دهد، در نتیجه در طی کهنه‌سازی حرارتی تا ۴۸ ساعت، سبزی کاغذ کاهش می‌یابد. در میان تیمارهای مختلف، کمترین سبزی در ۲۴ ساعت ابتدایی تیمار کهنه‌سازی، مربوط به خمیرکاغذهای رنگبری شده با هیپوکلریت سدیم بوده و در ادامه با افزایش مدت زمان کهنه‌سازی حرارتی تا ۴۸ ساعت، خمیرکاغذ رنگبری شده با توالی HP دارای فاکتور a بیشتر یا سبزی کمتر بوده است. البته در نمونه رنگبری شده با توالی HP، روند افزایشی فاکتور a محسوس نبوده است. همچنین در توالی‌های رنگبری H و PH نیز با افزایش زمان کهنه-سازی، فاکتور a کاهش می‌یابد. در نمونه رنگبری شده با پراکسید نیز روند مشابهی با HP مشاهده شده و تنها اختلاف آنها در زمان ۴۸ ساعت از کهنه‌سازی است که سبزی به ناگاه افزایش می‌یابد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- تأثیر کهنه‌سازی حرارتی روی خواص نوری نمونه‌های رنگبری شده با پراکسید و هیپوکلریت سدیم

نمونه رنگبری‌شده	آزمون‌ها	زمان کهنه‌سازی (ساعت)				
		صفر	۱۲	۲۴	۳۶	۴۸
P	روشنی ٪	۶۰/۹	۵۸/۳۵	۵۶/۶۵	۵۵/۷	۵۳/۵
	L	۸۸/۱۵	۸۷/۷	۸۷/۳۵	۸۷/۰۵	۸۶/۶۵
	a	۰/۶۵	۰/۸	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۴۵
	b	۱۰/۷۵	۱۲	۱۳/۰۵	۱۳/۸	۱۵/۱۵
H	روشنی ٪	۵۵/۰۵	۴۵/۳	۴۲/۴۵	۴۰/۰۵	۳۸/۶
	L	۸۸/۱	۸۷/۳	۸۶/۲۵	۸۳/۷	۸۳/۱۵
	a	۲/۰۵	۱/۲	۰/۹۵	۰/۴۵	۰/۲
	b	۱۶/۲۵	۲۱/۶	۲۳/۳۵	۲۵/۱	۲۴/۷۵
HP	روشنی ٪	۶۱/۷	۵۸/۳	۵۷/۱	۵۶	۵۵/۲
	L	۸۸/۶	۸۷/۹	۸۷/۶	۸۷/۴	۸۲/۲
	a	۰/۸	۰/۹	۱	۱	۱
	b	۱۰/۶	۱۲/۶	۱۳/۵	۱۴/۳	۱۴/۷
PH	روشنی ٪	۴۷/۷	۴۲/۲	۴۰/۵	۳۹	۳۷/۱
	L	۸۴/۷	۸۲/۹	۸۲/۵	۸۲	۸۱/۴
	a	۱/۳	۰/۷	۰/۵	۰/۳	۰/۱
	b	۱۷/۷	۲۱/۵	۲۲/۷	۲۳/۳	۲۵/۲

همچنین، در طی کهنه‌سازی حرارتی در کاغذهای رنگبری شده با توالی‌های P و HP در درازمدت، پایداری روشنی مشاهده می‌شود. همچنین در بازه زمانی کهنه‌سازی ۱۲ تا ۴۸ ساعت، روند کاهش روشنی در خمیرهای کاغذ رنگبری شده با توالی‌های P و HP کندتر است. این خمیرهای رنگبری شده به‌دلیل اکسیداسیون گروه‌های کروموفوری و جاذب نور دارای روشنی بیشتری می‌باشند؛ اما در دو توالی H و PH، روشنی کمتر و میزان کاهش روشنی در اثر افزایش زمان کهنه‌سازی محسوس‌تر بوده است.

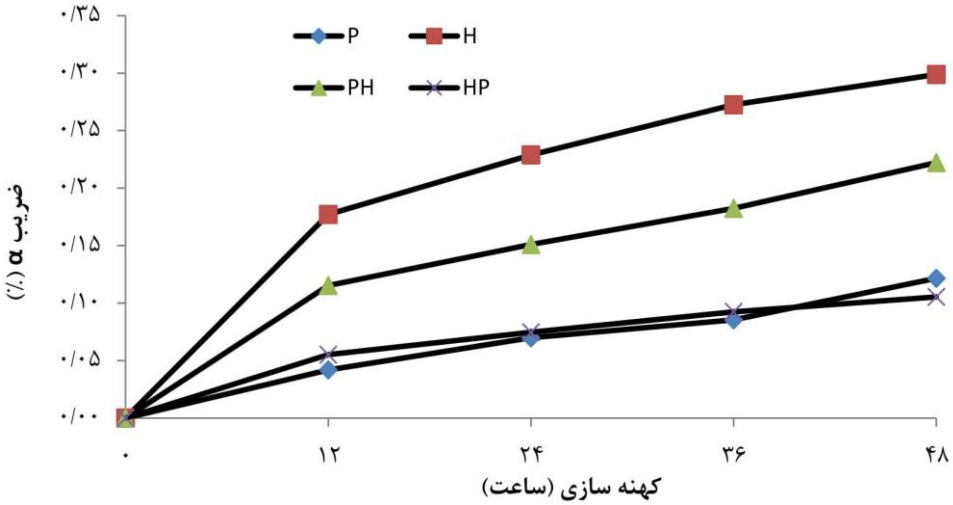
همچنین شکل ۱ نشان می‌دهد که در کلیه توالی‌های رنگبری، ضریب برگشت روشنی (α) نیز با افزایش زمان کهنه-سازی افزایش داشته است. این افزایش در زمان صفر به ۱۲ ساعت مشهودتر بوده است. خمیر رنگبری شده با توالی P و HP دارای بیشترین و توالی رنگبری H دارای کمترین ضریب برگشت روشنی می‌باشد.

زردی خمیرکاغذهای رنگبری شده در طی کهنه‌سازی حرارتی

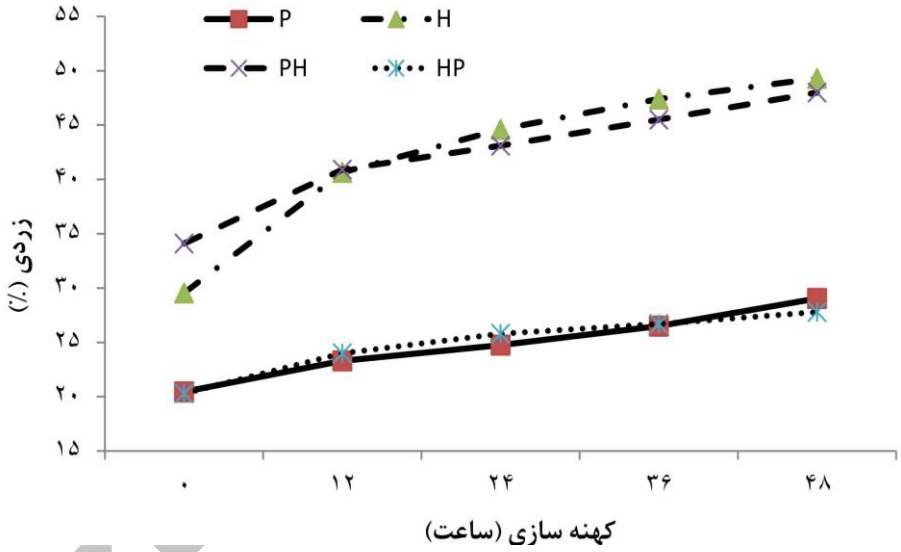
تغییرات زردی نشان می‌دهد که در طی کهنه‌سازی حرارتی، زردی افزایش می‌یابد (شکل ۲). در بین تیمارهای مختلف، کمترین زردی در کاغذ حاصل از توالی رنگبری P و HP و بیشترین زردی نیز در کاغذهای رنگبری شده با توالی H و PH مشاهده شد. همچنین در طی کهنه‌سازی حرارتی، کمترین افزایش زردی در نمونه رنگبری شده با توالی P و بیشترین زردی نیز در نمونه رنگبری شده با توالی H مشاهده شد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- تغییرات ضریب **α** کاغذهای رنگبری شده بر اثر کهنه‌سازی حرارتی

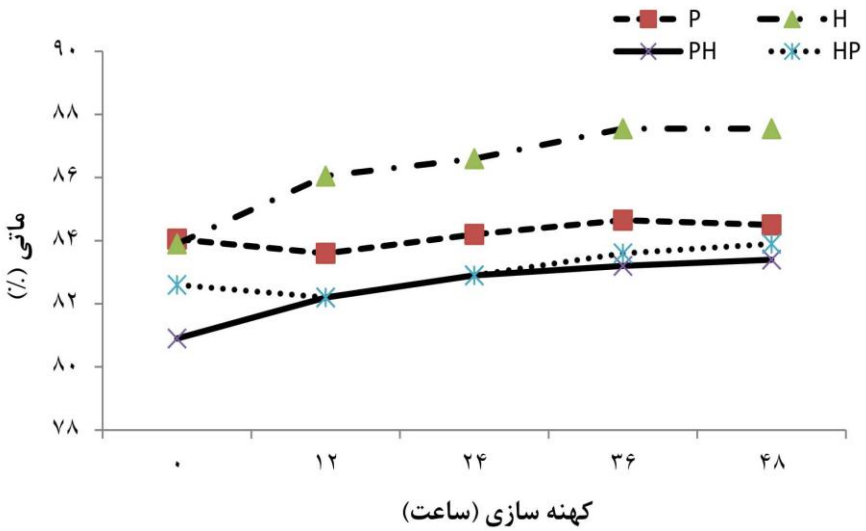


شکل ۲- تأثیر کهنه‌سازی حرارتی روی درجه زردی کاغذهای رنگبری شده

تغییرات ماتی کاغذ در نتیجه تیمار کهنه‌سازی

در همه نمونه‌های رنگبری شده با افزایش زمان کهنه-سازی، شاهد روند افزایشی ملایم ماتی هستیم. بیشترین و کمترین میزان ماتی در زمان کهنگی صفر به‌ترتیب مربوط به توالی رنگبری H و PH بوده است. همچنین در توالی H و PH، روند افزایش ماتی در نتیجه کهنگی، مشهودتر بوده است (شکل ۳).

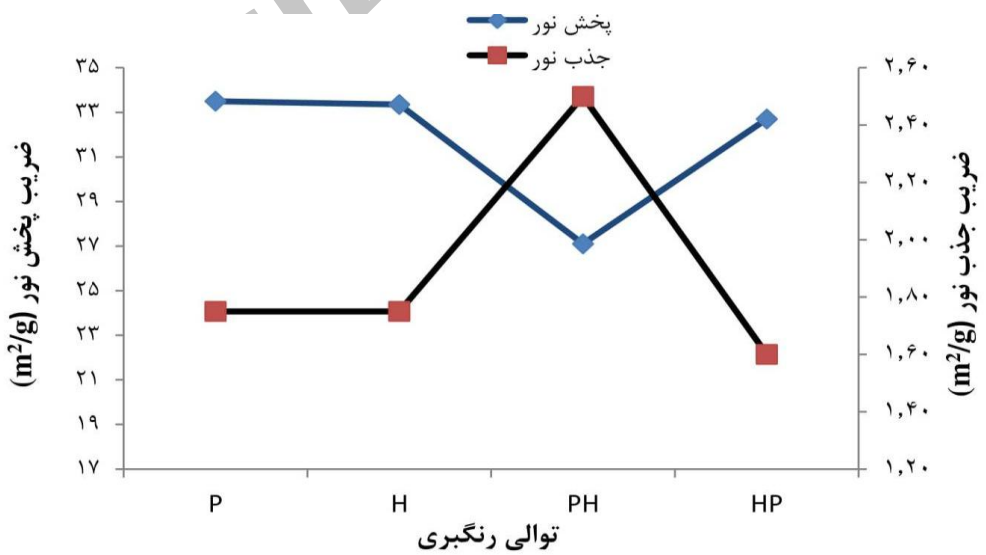
www.SID.ir



شکل ۳- ماتی کاغذهای رنگبری شده بر اثر کهنه‌سازی حرارتی

تغییرات ضریب پخش و جذب نور خمیرکاغذهای رنگبری شده در جریان کهنه‌سازی حرارتی

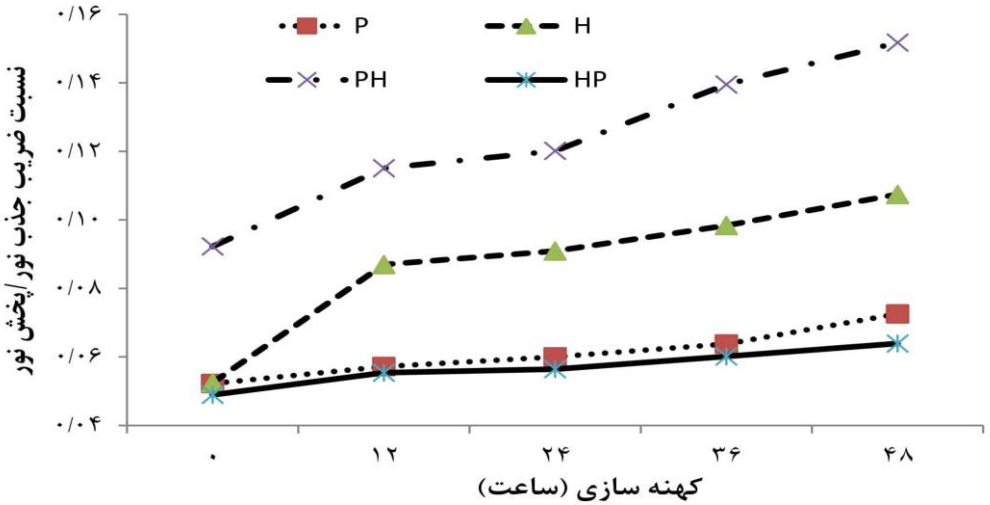
شکل ۴، ضریب پخش و جذب نور را در توالی‌های رنگبری قبل از کهنه‌سازی حرارتی نشان می‌دهد. ضریب پخش نور (S) بستگی به سطح غیر متصل آزاد الیاف و یا بالک کاغذ دارد، درحالی‌که ضریب جذب نور (K) به‌طور مستقیم بستگی به غلظت گروه‌های کروموفوری جاذب نور و یا انواع و مقادیر لیگنین باقیمانده دارد. همان‌طور که در شکل ۴ مشاهده می‌شود، با افزایش ضریب جذب نور در توالی PH، ضریب پخش نور کاهش یافته و بعکس آن، در توالی رنگبری HP، افزایش در ضریب پخش نور سبب کاهش در جذب نور شده است. کاهش در ضریب جذب نور به دلیل کاهش در گروه‌های جاذب نور مانند اکسیداسیون گروه‌های کروموفوری بوده است (Kajforush & Resalati, 2012).



شکل ۴- تأثیر توالی‌های رنگبری روی ضریب جذب و پخش نور خمیر رنگبری شده

www.SID.ir

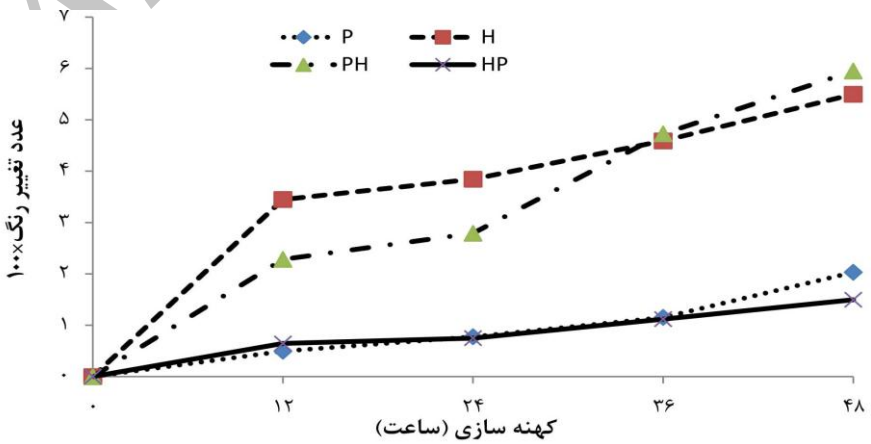
همچنین تغییرات نسبت K/S خمیرکاغذهای رنگبری شده با توالی‌های متفاوت در شکل ۵ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود در طی کهنه‌سازی حرارتی، نسبت K/S روند افزایشی داشته است. این افزایش تا ۱۲ ساعت محسوس‌تر بوده‌است. همچنین کاغذ رنگبری شده با توالی‌های پراکسید و HP، کاهش کمتری را در نسبت K/S نشان می‌دهند که بیانگر ثبات نوری بیشتر در برابر حرارت بوده است. تیمار H و PH نیز در کوتاه‌مدت کاهش در نسبت K/S نشان داده‌اند.



شکل ۵- تغییرات در نسبت **K/S** خمیرکاغذهای رنگبری شده بر اثر کهنه‌سازی حرارتی

مقایسه تغییرات عدد PC در طی رنگبری یک و دو مرحله‌ای پراکسید هیدروژن و هیپوکلریت سدیم

تغییرات عدد PC کاغذ نشان می‌دهد (شکل ۶) که در طی کهنه‌سازی حرارتی تا ۴۸ ساعت، عدد PC سیر افزایشی را نشان می‌دهد. در بین تیمارهای مختلف، کمترین عدد PC در کوتاه‌مدت در کاغذهای رنگبری شده با توالی پراکسید و HP مشاهده شده است. چون عدد PC معیاری از کهنه شدن کاغذ است، در صفر ساعت عدد PC صفر می‌باشد. البته در طی تیمار حرارتی عدد PC افزایش می‌یابد. به‌طوری‌که افزایش میزان PC در نمونه‌های رنگبری شده با توالی H و PH بیشتر بوده است.



شکل ۶- تغییرات عدد **PC** کاغذهای رنگبری شده بر اثر کهنه‌سازی حرارتی

Archive of SID
www.SID.ir

بحث

ازآنجایی‌که مشکل اصلی کاغذهای ساخته شده از خمیرهای تولید شده به روش مکانیکی و شیمیایی-مکانیکی این است که در معرض نور و حرارت دچار زردشدگی یا برگشت روشنی شده و ثبات روشنی کم دارند و این مسئله مصرف آنها را محدود می‌سازد؛ بنابراین در این تحقیق، تأثیر کهنه‌سازی حرارتی روی خواص نوری خمیرکاغذهای CMP رنگبری شده با توالی‌های یک و دو مرحله‌ای پراکسید هیدروژن و هیپوکلریت سدیم بررسی شد. نتایج نشان داد، طی کهنه‌سازی حرارتی تا ۴۸ ساعت، زردی، عدد PC، α و نسبت K/S افزایش و روشنی و فاکتور a کاهش یافته است. در خمیرهای رنگبری شده با توالی P و HP، ثبات حرارتی در نتیجه افزایش ساعات کهنه‌سازی بیشتر شده است.

براساس پژوهش پیشین، بیشترین کاهش در فاکتور a در توالی رنگبری پراکسید رخ می‌دهد (Kajforush & Resalati, 2012). به‌طورکلی در نمونه‌های رنگبری شده افزایش L، با کاهش a و b همراه است که منجر به افزایش سفیدی، روشنی و رنگ آبی و کاهش در زردی می‌گردد. علت کاهش در فاکتور a و b می‌تواند به‌ترتیب مربوط به تخریب جزئی گروه‌های کربونیل اتصال یافته و نیز تخریب ساختارهای کینوئیدی باشد (Kishino & Nakano, 2004; Chen *et al.*, 2012).

روشنی خمیرهای رنگبری شده با افزایش زمان کهنه سازی حرارتی کاهش می‌یابد. خمیرهای رنگبری شده با توالی P و HP روشنی بیشتری دارند و در اثر کهنه‌سازی ثبات آنها بیشتر شده است. این خمیرهای رنگبری شده به‌دلیل اکسیداسیون گروه‌های کروموفوری و جاذب نور دارای روشنی بیشتری می‌باشند؛ اما در دو توالی H و PH، روشنی کمتر و میزان کاهش روشنی در اثر افزایش زمان کهنه‌سازی محسوس‌تر بوده است. در مقایسه با خمیر تیمار شده با پراکسید، خمیرهای رنگبری شده با کلر حاوی بخش عمده‌ای از ساختارهای پارا-کینوییدی هستند. پراکسید قلیایی به آسانی ساختارهای کینوییدی را می‌شکند و آنها را حذف می‌نماید؛ اما در رنگبری بر پایه ترکیبات کلر، ساختارهای کینوییدی تولید شده و حذف آنها کامل انجام نمی‌شود (Suess *et al.*, 2005).

براساس تحقیقات پیشین، مرحله پایانی پراکسید در توالی رنگبری خمیرهای پهن‌برگان به‌منظور تثبیت روشنی مفید و مؤثر بوده است (Eiras & Colodette, 2005; Boeva & Radeva, 2016). بنابراین بهترین روش برای ثبات روشنی، مرحله پایانی رنگبری با پراکسید است که واکنش با کروموفرها یا پیشگام‌های کروموفوری نسبتاً سریع انجام می‌شود (Boeva & Radeva, 2016). همچنین ساختارهای کینوئیدی در برگشت روشنی نقش عمده‌ای دارند؛ حذف این ساختارهای کینوئیدی باقیمانده با به‌کارگیری مرحله نهایی P می‌تواند ثبات روشنی نسبتاً پایداری به همراه داشته باشد (Suess *et al.*, 2005).

با افزایش زمان کهنه‌سازی، نسبت تغییرات K/S در کلیه تیمارهای رنگبری افزایش نشان می‌دهد. در دو توالی رنگبری P و HP میزان تغییرات K/S کمتر بوده است که بیانگر ثبات نوری بیشتر در برابر حرارت است. محققان دیگر نیز بیان کردند با افزایش زمان کهنه‌سازی نسبت K/S میزان صعودی داشته است (Abdolkhani & Mirshokraei, 2005; Vaysi *et al.*, 2005).

در کلیه توالی‌های رنگبری با افزایش زمان کهنه‌سازی، عدد PC افزایش یافت. اما این میزان افزایش در دو توالی H و PH بیشتر بوده است. طبق مطالعه پیشین توسط Vaysi و همکاران (۲۰۰۵)، با افزایش زمان کهنه‌سازی حرارتی، عدد PC سیر افزایشی داشته است. همچنین براساس پژوهش suess و همکاران (۲۰۰۵)، استفاده از پروکسید هیدروژن در آخرین مرحله از رنگبری چندمرحله‌ای می‌تواند در بهبود عدد PC مؤثر باشد.

منابع مورد استفاده

-Abdolkhani, A. and Mirshokraei, S.A., 2005. Improving optical properties of soda bagasse pulp utilizing complementary bleaching with sodium hydrosulfite. Iranian Journal of Natural Resources, 58(1): 173-181.

Archive of SID

www.SID.ir

Participation of carbohydrate-derived chromophores in the yellowing of high-yield and TCF pulps. Journal of Pulp and Paper Science, 26 (7): 245–249.
- Gellerstedt, G., Li, J., and Sevastyanova, O., 2003. The distribution of oxidizable structures in unbleached and bleached Kr aft pulps. EUCEPA Conference. Portuguese, 2-4 April: 58-64.
-Granström, A., Gellerstedt, G., and Eriksson, T., 2002. On the chemical processes occurring during thermal yellowing of TCF-bleached birch kraft pulp. Nordic Pulp and Paper Journal, 17(4): 427-433.
-Kajforush, S. and Resalati, H., 2012. The effect of acid pretreatment and peroxide reinforcement in alkaline extraction on optical and strength properties of Eucalyptus Camaldulensis kraft pulp during DED bleaching sequence. Lignocellulose, 1(3): 228-240.
-Kishino, M. and Nakano, T., 2004. Artificial weathering of tropical woods. Part 2: Color change. Holzforschung, 58(5):558-565.
-Loureiro, P.E., Santos, A.M., Evtuguin, D.V. and Carvalho, M.V.S., 2010. Performance of a final hydrogen peroxide stage in different ECF bleaching sequences, XXI Tecnicelpa Conference and Exhibition/VI Ciadicyp 2010, Lisbon, Portugal, 12-15 October.
-Sevastyanova, O., Jiebing, L. and Gellersted, G., 2006. On the reaction mechanism of the thermal yellowing of bleached chemical pulps. Nordic Pulp and Paper Resources Journal, 21(2): 188–192.
- Suess, H. U., Lally J. and Davies D., 2005. Progress in bleaching to top brightness with low reversion. Pulp and Paper Canada, 106(10): 40-45.
-Vaysi, R., Mirshokraei, S.A., Khademi Eslam, H. and Hemmasi, A.H., 2005. Study of brightness reversion of CMP pulps of horn beam and beech by thermal aging. Journal of Agricultural Sciences, 11(4):201-211.
-Asadpour, Gh., Zahedi, A.R., Barzan, A., Mangholi, M.T. and Ghazvini, Z., 2016. Investigation of the CMP pulp yield on its strength and optical properties. Journal of Forest and Wood Products, 69(2): 397-406.
-Boeva, R., Radeva, G., Hinkov, P. and Hinkov, E., 2012. Thermal ageing of different kinds of fiber materials: A kinetic study. Journal of Chemical Technology and Metallurgy, 47(1):37-42.
-Boeva, R. and Radeva, G., 2014. Compensation effect in the kinetics of thermal aging of semi chemical pulp. Journal of Chemical Technology and Metallurgy, 49(6): 585-593.
-Boeva, R. and Radeva, G., 2016. Effect of bleaching procedure type on the aging resistance of chemi-mechanical pulp. Journal of Chemical Technology and Metallurgy, 51(3):257-262.
-Boeva, R., Radeva, G. and Spiridonov, I., 2017. Fast growing Paulownia wood-perspective raw material for production of fibrous materials. Bulgarian Chemical Communications, 49:121-125.
-Chen, Y., Fan, Y., Tshabalala, M.A., Stark, N.M., Gao, J. and Liu, R., 2012. Optical property analysis of thermally and photolytically aged Eucalyptus Camaldulensis chemithermomechanical pulp (CTMP). Bioresources, 7(2):1474-1487.
-Chirat, C. and Chapelle, D.L., 1999. Heat and light induced brightness reversion of bleached chemical pulps. Journal of Pulp and Paper Science, 25(6): 201-205.
-Colodette, J.L., Eirask, M.M., Oliveira R. and Ventorimg, G., 2004. Influence of eucalypt wood supply on pulp brightness stability. Appita Journal, 11: 481-487.
-Eiras, K.M.M. and Colodette, J.L., 2005. Investigation of Eucalyptus kraft pulp brightness stability. Journal of Pulp and Paper Science, 31(1): 13-18.
- Forsskahl, I., Tylli, H. and Olkkonen, C., 2000.

Archive of SID

www.SID.ir

The effect of thermal aging on color change and optical properties of bleached chemi-mechanical pulp (CMP) bleached with one and two-stage sodium hypochlorite and hydrogen peroxide bleaching

GH. Asadpour[1*], F. Rajabi[2] and S.M. Zabizadeh[3]

1*-Corresponding Author, Associate Professor, Department of Wood and Paper, Faculty of Natural Resources, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran, Email:asadpur2002@yahoo.com
2- M.Sc., Graduated, Department of Wood and Paper, Faculty of Natural Resources Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran
3-Associate Professor, Department of Wood and Paper, Faculty of Natural Resources, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran

Received: April, 2018 Accepted: Aug., 2018

Abstract

High yield and chemi-Mechanical pulps are susceptible to light-oxidation and thermal reactions. These reactions initiate discoloration and brightness reversion in pulps. In this research, chemi-mechanical pulps were selected randomly from Mazandaran pulp and paper mill and were bleached separately using P, H, PH and HP sequences and 60 gr/m2 sheets were prepared from these bleached pulps. All the prepared papers were separately exposed to thermal aging, at 0, 12, 24, 36 and 48 hours at 1050C in oven, and the optical properties, including, brightness, a, b and L factor, α exponent, yellowness, opacity, K/S ratio, and PC number before and after thermal aging were measured using relevant TAPPI standard test procedures and compared. The results study showed that, during thermal aging from 0 to 48 h, paper optical properties such as brightness, L and a factor were decreased and b factor, yellowness, α, K/S ratio and PC number were increased. As a result, bleaching by P and HP sequences had the highest brightness and L factor and lowest a & b factor, α exponent, yellowness, K/S ratio and PC number. Therefore, these bleaching sequences imparted important influences on brightness stability and decreased the paper brightness reversion and increased the durability against thermal degradation.

Keywords: Chemi-mechanical pulp, thermal aging, PC number, optical properties, sodium hypochlorite, hydrogen peroxide.

Archive of SID

www.SID.ir