

## ارزیابی اثر پیش تیمار گرمایی و افزودن غیرهمزمان مواد شیمیایی روی کارایی رنگبری با پراکسید هیدروژن خمیر کاغذ CMP

ربیع بهروز\*، سمیه قاسمی<sup>۲</sup>

۱- استادیار گروه صنایع چوب و کاغذ دانشگاه تربیت مدرس

۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد صنایع چوب و کاغذ دانشگاه تربیت مدرس

### چکیده:

این تحقیق با هدف بررسی اثر پیش تیمار گرمایی و افزودن غیر همزمان مواد شیمیایی در رنگبری خمیرکاغذ شیمیایی- مکانیکی (CMP) مخلوط پهن برگان با پراکسید هیدروژن صورت گرفت. پیش از مرحله رنگبری با پراکسید هیدروژن، در مرحله Q از ماده کی‌لیت‌ساز DTPA به منظور حذف فلزهای واسطه موجود در خمیرهای مورد آزمایش با شرایط یکسان برای کلیه نمونه‌ها استفاده شد. عملیات رنگبری پراکسید هیدروژن با سه فرایند متفاوت: افزودن همزمان مواد شیمیایی رنگبری (فرایند متداول)، افزودن غیر همزمان مواد شیمیایی رنگبری و افزودن غیر همزمان مواد شیمیایی با اعمال پیش تیمار گرمایی در دو سطح ۲ و ۳ درصد پراکسید هیدروژن و با نسبت NaOH/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> به ترتیب ۰/۸ و ۰/۷، با افزودن ۳٪ سیلیکات سدیم در دمای ۷۰ درجه سلسیوس و به مدت ۱۵۰ دقیقه و در خشکی ۱۰ درصد انجام شد. نتایج بدست آمده از اندازه‌گیری ویژگی‌های نوری و فیزیکی کاغذهای دست ساز نشان داد که در کلیه تیمارها در میزان همانند پراکسید، افزودن غیرهمزمان مواد شیمیایی به همراه پیش تیمار گرمایی (فرایند شماره ۳) سبب بهبود بیشتر روشنی و تراکم خمیر کاغذ شده است. همچنین میزان ماتی، زردی و ضخامت خمیرهای حاصل از این فرایند نیز کمتر از دو فرایند دیگر بوده است. با استفاده از این فرایند برای رسیدن به روشنی معین، پراکسید هیدروژن کمتری مورد نیاز می‌باشد، بنابراین با استفاده از فرایند رنگبری اصلاح شده می‌توان با کاهش مصرف پراکسید به میزان ۱ درصد و قلیا به میزان ۲۳/۸ درصد، ضمن رسیدن به روشنی معین در مصرف مواد شیمیایی صرفه‌جویی کرد. همچنین بار آلودگی پساب (COD) حاصل از این فرایند در هر دو سطح استفاده از پراکسید نسبت به دو فرایند دیگر کمتر بوده و بنابراین سبب کاهش آلودگی‌های زیست محیطی و نیز هزینه‌های مربوط به تصفیه پساب می‌شود.

**واژه‌های کلیدی:** خمیر کاغذ CMP، پراکسید هیدروژن، پیش تیمار گرمایی، افزودن غیر همزمان مواد شیمیایی، بار اکسیژن خواهی شیمیایی (COD)

## مقدمه:

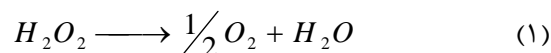
لیگنین) و کاهش کارایی آن در بهبود روشنی خمیر می‌شوند. به همین دلیل پیش از عملیات رنگبری، خمیر توسط یک مرحله پیش تیمار و با استفاده از مواد کی‌لیت‌ساز، عاری از وجود یون‌های فلزی واسطه می‌شود. همچنین از سیلیکات سدیم برای کنترل pH و نیز کمک به حذف یون‌های فلزی واسطه استفاده می‌شود [۸، ۹].

از سوی دیگر، تمایل زیادی در بین صنعتگران خمیر و کاغذ در ارتباط با تغییر در سامانه رنگبری از جمله افزودن غیر همزمان مواد شیمیایی رنگبری بوجود آمده است. نتایج تحقیقات نشان داده که رنگبری با استفاده از این فرایند اصلاح شده باعث صرفه جویی در مصرف پراکسید هیدروژن و کاهش در حجم پساب خروجی از کارخانه می‌شود که مزیت‌های اقتصادی و زیست محیطی قابل توجهی خواهد داشت [۱۱].

Ni و همکاران (۲۰۰۳)، استفاده از فرایندهای مختلف، رنگبری خمیر کاغذ سوزنی‌برگ  $\text{TMP}^2$  را با پراکسید هیدروژن بررسی کردند و دریافتند که در میزان برابر و همسان پراکسید، روشنی در فرایند رنگبری اصلاح شده<sup>۳</sup> (فرایند شماره ۳) در مقایسه با فرایند متداول در حدود ۲ واحد بیشتر است. همچنین مصرف پراکسید در فرایند اصلاح شده کمتر است و برای رسیدن به روشنی نهایی همانند، پراکسید در حدود ۲۰ درصد کاهش یافته است.

Kang و Ni (۲۰۰۱)، نیز به نتایج همانندی دست یافتند آنان در بررسی‌های خود نشان دادند که اسید پراستیک از واکنش پراکسید هیدروژن با گروه‌های استیل همی سلولز در چرخه رنگبری متداول با پراکسید تشکیل می‌شود. این واکنش خیلی تند است و می‌تواند در ۲ دقیقه اول کامل شود. میزان پراستیک تشکیل شده بسته به میزان گروه استیل در خمیر و شرایط رنگبری دارد. در فرایند رنگبری اصلاح شده (فرایند شماره ۳) محلول قلیایی (سود و سیلیکات) در آغاز با خمیر ترکیب شده تا اینکه پیش از افزودن پراکسید هیدروژن گروه‌های استیل هیدرولیز شوند و از تشکیل اسید پراستیک جلوگیری شود. این فرایند اصلاحی منتج به بهبود یافتن پایداری پراکسید و کارایی

به علت کمبود و گرانی مواد اولیه لیگنوسولولزی در بیشتر نقاط جهان، خمیرهای مکانیکی و شیمیایی - مکانیکی با بازده (راندمان) بالا مورد توجه هستند. امروزه این خمیرها در کاغذهای با روشنی بالا مورد استفاده قرار می‌گیرند. به طور معمول برای رسیدن به این روشنی بالا از پراکسید هیدروژن استفاده می‌شود. این ماده آلودگی زیست محیطی در بر ندارد [۱، ۴]، زیرا بر پایه معادله ۱ به سادگی به آب و اکسیژن تجزیه می‌شود:



از آنجایی که خمیرهای بازده بالا دارای مقادیر قابل ملاحظه‌ای لیگنین هستند، پراکسید هیدروژن بدون خارج کردن لیگنین موجود در خمیر ساختارهای رنگی (کروموفور<sup>۱</sup>) موجود در ملکول لیگنین را بی‌رنگ می‌سازد و بدین وسیله ضمن حفظ بازده خمیر باعث افزایش روشنی خمیر می‌شود [۵، ۸، ۱۰، ۱۲].

عامل فعال در فرایند رنگبری با پراکسید هیدروژن، آنیون پرهیدروکسیل می‌باشد که در محیط قلیایی و بر پایه معادله ۲ بوجود می‌آید، بنابراین برای تولید این یون فعال نیاز به محیط قلیایی می‌باشد. قلیای متداول در رنگبری با پراکسید هیدروژن، هیدروکسید سدیم است. اما این نکته مهم نباید فراموش شود که میزان زیاد هیدروکسید سدیم باعث افزایش pH و ایجاد پدیده تیره‌شدگی قلیایی خمیر می‌گردد [۳].



همچنین، پراکسید هیدروژن به رغم برتری‌های فراوان زیست محیطی و فناورانه، ماده شیمیایی ناپایداری می‌باشد و در معرض یون‌های فلزی واسطه موجود در خمیر یا آب فرایندی، افزایش دما و pH به سرعت تجزیه و تخریب می‌شود. در نتیجه، این عوامل سبب افزایش مصرف این ماده، کاهش بازده خمیر کاغذ (بواسطه ایجاد رادیکال‌های هیدروکسیل و سوپراکسید و هیدرولیز کربوهیدرات‌ها و

<sup>2</sup> Termo-Mechanical Pulp<sup>3</sup> Modified Process<sup>1</sup> Chromophore

استفاده از DTPA به میزان ۰/۲ درصد (بر مبنای وزن خشک خمیر) و با ۱۰ درصد خشکی و به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۷۰ درجه سلسیوس انجام شد. کلیه خمیرها پس از پایان عمل پیش تیمار به طور کامل با آب مقطر شستشو شدند.

**مرحله P:** عملیات رنگبری خمیر در دو سطح ۲ و ۳ درصد پراکسید هیدروژن و با نسبت NaOH/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> به ترتیب ۰/۸ و ۰/۷ خشکی ۱۰٪ و با استفاده از سه فرایند متفاوت رنگبری شامل:

فرایند شماره ۱:

#### رنگبری با افزودن همزمان مواد شیمیایی

کلیه مواد شیمیایی مانند سیلیکات سدیم، هیدروکسید سدیم، پراکسید هیدروژن و آب مقطر با نسبت‌های مورد نظر با یکدیگر مخلوط شده و سپس لیکور بدست آمده، به خمیر CMP رنگبری نشده افزوده می‌گردد سوسپانسیون بدست آمده به مدت ۱۵۰ دقیقه در حمام آب گرم و دمای ۷۰ درجه سلسیوس گرمادهی شد.

فرایند شماره ۲:

#### رنگبری بدون پیش تیمار گرمایی و افزودن غیرهمزمان

##### مواد شیمیایی

در این فرایند در آغاز سیلیکات سدیم و هیدروکسید سدیم در میزان آب مقطر مورد نظر حل شده و با خمیر مخلوط شد. مخلوط حاصل به مدت ۵ دقیقه در دمای محیط ورز داده شد و در پایان این مدت، میزان پراکسید هیدروژن مورد نظر به آن افزوده شد. باقی مراحل همانند فرایند ۱ بوده است.

فرایند شماره ۳:

#### رنگبری با پیش تیمار گرمایی و افزودن غیرهمزمان مواد شیمیایی

در این فرایند همه مراحل همانند فرایند شماره ۲ بوده با این تفاوت که مخلوط خمیر به همراه سود و سیلیکات به مدت ۵ دقیقه در دمای ۷۰ درجه سلسیوس گرمادهی شده و در پایان این مدت، میزان پراکسید هیدروژن مورد نظر به آن افزوده شد.

رنگبری شده است. جلوگیری از تشکیل اسید پراستیک و تثبیت بهتر منگنز می‌تواند علت بهبود یافتن ویژگی‌های نوری فرایند اصلاح شده نسبت به فرایند رنگبری متداول باشد و همچنین به علت کاهش مصرف پراکسید هزینه رنگبری کاهش می‌یابد [۶، ۱۲]. زایلان‌ها درصد بالایی از همی سلولز موجود در پهن‌برگان را تشکیل می‌دهند. بسته به گونه پهن‌برگ میزان زایلان چوب بین ۱۵ تا ۳۰ (وزن خشک) درصد تغییر می‌کند. اغلب واحدهای زایلوزی دارای گروه استیل در موقعیت‌های کربن ۲ و ۳ هستند (در حدود ۷ گروه استیل در هر ۱۰ واحد زایلوز) [۱۳]. با توجه به این که پهن‌برگان دارای گروه‌های استیل بیشتری نسبت به سوزنی‌برگان هستند فرض این تحقیق بر آن بود که فرایندهای اصلاح شده جهت رنگبری خمیر کاغذ پهن‌برگان نسبت به فرایند متداول رنگبری با پراکسید کارایی بالایی داشته باشد. بنابراین این تحقیق با هدف بررسی اثر فرایندهای اصلاحی اعم از افزودن غیرهمزمان با پیش تیمار گرمایی و بدون پیش تیمار گرمایی روی خمیر کاغذ CMP مخلوط پهن‌برگان انجام شد.

#### مواد و روش‌ها

خمیر کاغذ مورد آزمایش از نوع خمیر کاغذ شیمیایی-مکانیکی (CMP) بود که از مخلوط گونه‌های پهن‌برگ شامل راش، ممرز و غان به ترتیب با نسبت درصد: ۲۰، ۶۰ و ۲۰ تولید شده و از کارخانه چوب و کاغذ مازندران تهیه شد. ویژگی‌های خمیر کاغذ دریافتی به صورت زیر است.

درجه روانی (C.S.F.)	روشنی (ISO%)	زردی	ماتی (%)
۴۱۰	۵۰	۲۶/۲	۹۰/۱

کلیه مواد شیمیایی مورد استفاده مانند پراکسید هیدروژن، هیدروکسید منیزیم و ماده کی لیت ساز (DTPA) از نوع آنالیتیک بوده و بیدرنگ پس از تهیه مورد بهره‌گیری قرار گرفتند.

**مرحله Q:** به منظور کنترل اثرات تخریبی فلزات واسطه موجود در خمیر، پیش تیمار کلیه نمونه‌های خمیر با

پراکسید از ۲ به ۳ درصد در هر سه فرایند رنگبری، تراکم کاغذهای دست‌ساز افزایش یافته است. با افزایش میزان آنیون فعال واکنش (آنیون پرهیدروکسیل)، مواد آبگریز (مانند مواد استخراجی و مولکول‌های سبک وزن لیگنین) حل شده و تولید گروه‌های کربوکسیلیک در درون ساختار لیاف افزایش می‌یابد، که در نتیجه آن اتصال لیاف با لیاف افزایش یافته و سبب افزایش تراکم و کاهش ضخامت خواهد شد [۷]. همانگونه که در جدول ۱ دیده می‌شود بیشترین ضخامت مربوط به روش رنگبری شماره ۱ و کمترین ضخامت مربوط به روش رنگبری شماره ۳ می‌باشد که در نتیجه رابطه معکوسی با تراکم داشته است.

از نمونه‌های خمیر کاغذ رنگبری شده، کاغذهای دست‌ساز آزمایشگاهی با وزن پایه ۶۰ گرم بر متر مربع و بر پایه استاندارد TAPPI دستورالعمل T205 om88 تهیه شد. اندازه‌گیری ویژگی‌های نوری کاغذهای دست‌ساز مانند روشنی، زردی و ماتی نیز بر پایه استاندارد TAPPI و به ترتیب از شیوه‌نامه‌های T425 om-88، T452 om-88 و T425 om-96 و بار اکسیژن خواهی شیمیایی (COD) لیکور بدست آمده از رنگبری بر پایه شیوه‌نامه<sup>۱</sup> APHA (۱۹۹۸) صورت پذیرفت. نتایج حاصل از اندازه‌گیری‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی شامل میزان پراکسید هیدروژن در دو سطح ۲ و ۳ درصد و سه فرایند متفاوت رنگبری انجام شد. تجزیه واریانس در سطح اعتماد آماری ۰.۹۵٪ و مقایسه میانگین‌ها از راه آزمون دانکن انجام شد.

### نتایج و بحث

نتایج بدست آمده از اندازه‌گیری ویژگی‌های نوری و پساب حاصل از رنگبری خمیر کاغذ CMP در سه فرایند مختلف رنگبری با نسبت‌های مختلف هیدروکسید سدیم به پراکسید هیدروژن در جدول ۱ نشان داده شده است.

**تاثیر سطوح مختلف پراکسید هیدروژن و فرایندهای مختلف رنگبری روی ویژگی‌های فیزیکی و نوری کاغذ بدست آمده از خمیر CMP رنگبری شده با پراکسید ویژگی‌های فیزیکی**

#### دانسیته

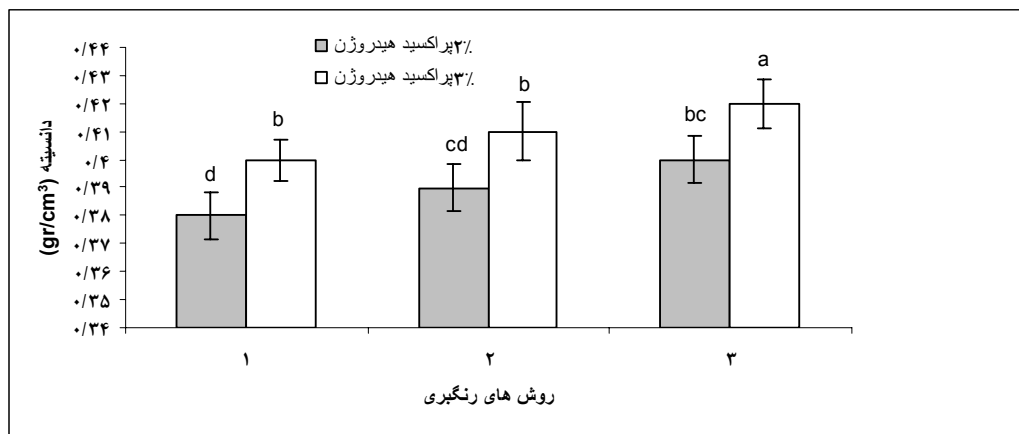
تراکم کاغذ تا حدودی روی همه ویژگی‌های فیزیکی، مکانیکی، نوری و چاپ‌پذیری آن موثر می‌باشد و از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است [۱۴]. همان‌طور که در شکل ۱ دیده می‌شود فرایند شماره ۳ با استفاده از ۳ درصد پراکسید هیدروژن دارای بیشترین میزان تراکم است و فرایند شماره ۱ با استفاده از ۲ درصد پراکسید کمترین تراکم را دارد. همچنین از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در تراکم خمیر کاغذهای رنگبری شده با فرایند شماره ۱ و ۲ با استفاده از ۳ درصد پراکسید دیده نشد. با افزایش میزان

<sup>1</sup> American Public Health Association

جدول ۱- مقایسه فرایند پراکسید متداول با فرایندهای اصلاحی در سامانه رنگبری با پراکسید هیدروژن خمیر CMP

شماره فرایند	پراکسید هیدروژن	روشنی (ISO %)	زردی	ماتی	COD (mg/Lit)	تراکم (g/cm <sup>3</sup> )	ضخامت (μ)
۱	۲	۶۴/۹۵	۲۰/۱۸	۸۴/۱۷	۵۷۰۰	۰/۳۸	۱۵۶/۵۷
۲	۲	۶۶/۰۴	۱۷/۲	۸۳/۵۵	۵۵۲۰	۰/۳۹	۱۵۳/۸۴
۳	۲	۶۷/۲۴	۱۶/۷۳	۸۳/۴۱	۵۴۱۰	۰/۴	۱۴۹/۲۵
۱	۳	۶۶/۱۳	۱۹/۶۹	۸۲/۰۵	۷۲۰۰	۰/۴۱	۱۴۵/۱۲
۲	۳	۶۷/۲۰	۱۶/۱۴	۸۱/۹۶	۶۹۷۴	۰/۴۱	۱۴۳/۸۹
۳	۳	۶۸/۵۹	۱۴/۸۲	۸۱/۹	۶۷۳۰	۰/۴۲	۱۴۲/۸۵

- ۱: فرایند رنگبری با افزودن همزمان مواد شیمیایی  
 ۲: فرایند رنگبری بدون پیش تیمار گرمایی و افزودن غیرهمزمان مواد شیمیایی  
 ۳: فرایند رنگبری با پیش تیمار گرمایی و افزودن غیرهمزمان مواد شیمیایی



شکل ۱- اثر فرایندهای مختلف رنگبری خمیر کاغذ CMP در دو سطح کاربرد از پراکسید هیدروژن روی تراکم کاغذ

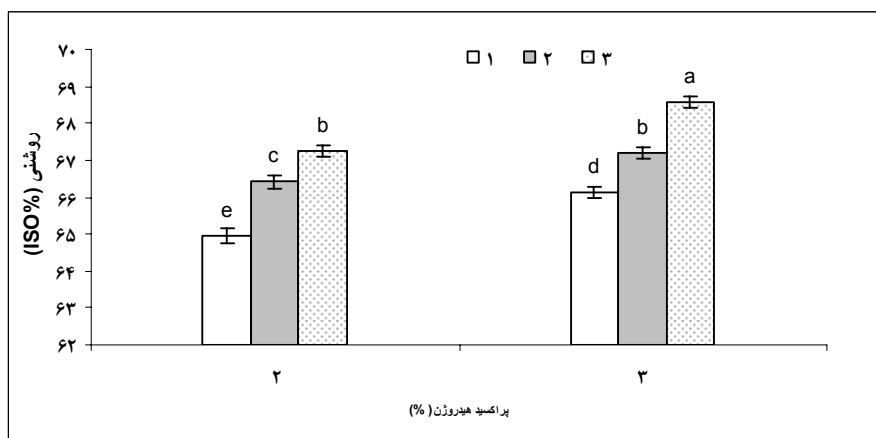
روشنی نمونه‌های رنگبری شده با فرایند شماره ۲ در سطح پراکسید ۳ درصد و فرایند شماره ۳ در سطح پراکسید ۲ درصد وجود ندارد. بنابراین با استفاده از فرایند رنگبری اصلاح شده می‌توان با کاهش مصرف پراکسید به میزان ۱ درصد و قلیا به میزان ۲۳/۸ درصد ضمن رسیدن به روشنی معین در مصرف مواد شیمیایی صرفه‌جویی کرد. همچنین درصد پراکسید بالاتر به همراه قلیای بیشتر منجر به تولید آنیون پرهیدروکسیل بیشتری شده و در نتیجه روشنی نمونه‌های رنگبری شده با ۳ درصد پراکسید روشنی بیشتری را نسبت به ۲ درصد دارند [۸]. نتایج بررسی‌های

## ویژگی‌های نوری روشنی

همانگونه که در شکل ۲ دیده می‌شود آزمون مقایسه میانگین دانکن، اثر متقابل پراکسید هیدروژن و فرایندهای مختلف رنگبری روی روشنی خمیر کاغذ در سطح اعتماد آماری ۹۵٪ را، در ۵ گروه شناسایی کرد. بیشترین روشنی مربوط به نمونه رنگبری شده با فرایند شماره ۳ و استفاده از ۳ درصد پراکسید هیدروژن و کمترین روشنی را نمونه رنگبری شده با فرایند شماره ۱ با استفاده از ۲ درصد پراکسید دارد. همچنین از نظر آماری تفاوت معنی‌داری در

متداول رنگبری دارد. همچنین Kang و Ni (۲۰۰۱)، علت بهبود روشنی در فرایند اصلاحی (شماره ۳) را مربوط به جلوگیری از تشکیل اسید پراستیک و در نتیجه مصرف بهینه پراکسید هیدروژن برشمردند.

Ni و همکاران (۲۰۰۳)، روی خمیر TMP سوزنی‌برگان موید نتایج به دست آمده در این پژوهش است. آن‌ها اعلام کردند که در میزان همانندی از مصرف پراکسید فرایند اصلاحی (شماره ۳) روشنی بیشتری در مقایسه با فرایند



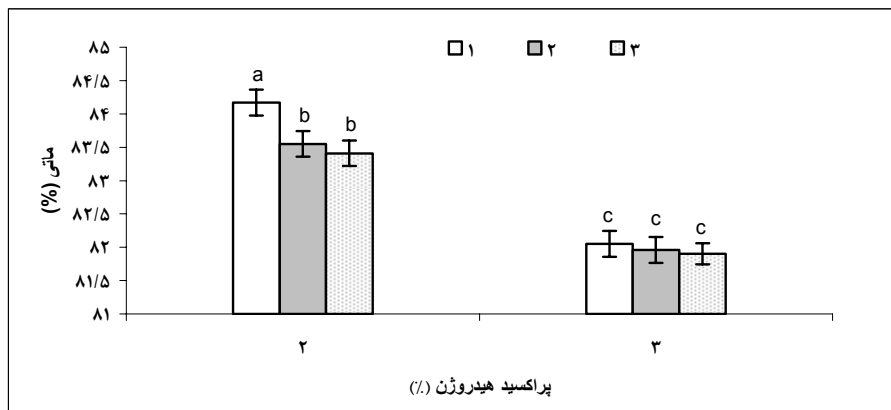
شکل ۲- اثر فرایندهای مختلف رنگبری خمیر کاغذ CMP در دو سطح کاربرد پراکسید هیدروژن روی روشنی کاغذ

جلوگیری از تشکیل اسید پراستیک، تولید یون فعال پرهیدروکسیل افزایش یافته و در نتیجه حمله به گروه‌های کروموفوری جذب نور افزایش و در نهایت سبب کاهش ماتی می‌گردد. همچنین تاثیر فرایندهای مختلف رنگبری روی ماتی کاغذهای بدست آمده از رنگبری در سطح اعتماد آماری ۹۵٪ معنی‌دار نبوده است.

بر پایه نظریه Kubelko & Munk ماتی به جذب و پخش نور بستگی داشته که جذب نور مربوط به ترکیب‌های شیمیایی الیاف و پخش نور مربوط به فیزیک الیاف است [۱۴]. در کل با افزایش میزان پراکسید هیدروژن از ۲ به ۳ درصد میزان تولید یون پرهیدروکسیل افزایش یافته و به گروه‌های کروموفوری بیشتری حمله کرده و آنها را بی‌رنگ می‌کنند و در نهایت جذب نور کمتر شده و ماتی کاهش می‌یابد.

#### ماتی

شکل ۳ تاثیر متقابل پراکسید هیدروژن و فرایندهای رنگبری روی ماتی خمیر کاغذ CMP را نشان می‌دهد. همان‌طور که دیده می‌شود کمترین میزان ماتی را نمونه‌های رنگبری شده با سه فرایند مختلف و در سطح پراکسید ۳ درصد داشته‌اند و بیشترین میزان ماتی مربوط به نمونه رنگبری شده با پراکسید ۲ درصد در فرایند شماره ۱ بوده است. همان‌طور که در جدول ۱ نشان داده شده، میانگین تراکم اندازه‌گیری شده در هر دو سطح پراکسید ۲ و ۳ درصد در فرایندهای شماره دو و سه اندکی بیشتر از فرایند شماره یک است بنابراین، افزایش تراکم به همراه افزایش اتصال‌های بین الیاف می‌تواند دلیل کاهش ماتی در فرایند شماره ۳ باشد. اما تاثیر مصرف بهینه پراکسید هیدروژن را نباید از نظر دور داشت. احتمال دارد در فرایند شماره ۳ با

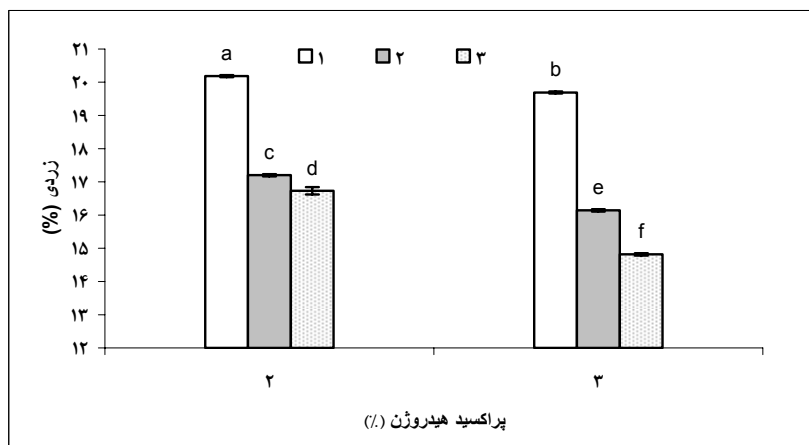


شکل ۳- اثر فرایندهای مختلف رنگبری خمیر کاغذ CMP در دو سطح استفاده از پراکسید هیدروژن روی ماتی کاغذ

بکارگیری فرایند ۳ بود. به نظر می‌رسد استفاده از فرایند شماره ۳، با جلوگیری از تشکیل اسید پراستیک، تولید یون فعال پرهیدروکسیل افزایش یابد و در نتیجه حمله به گروه‌های کروموفوری شدت یافته و در نتیجه زردی کاهش می‌یابد که افزایش میزان روشنی در فرایند شماره ۳ مویید آن است.

### زردی

نتایج مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن (شکل ۴) نشان می‌دهد که اثر متقابل سطوح پراکسید هیدروژن و فرایندهای مختلف رنگبری در شش گروه قرار گرفته است. بیشترین میزان زردی مربوط به نمونه رنگبری شده با فرایند ۱ در سطح پراکسید ۲ درصد و کمترین مربوط به نمونه رنگبری شده با میزان پراکسید هیدروژن ۳ درصد و با

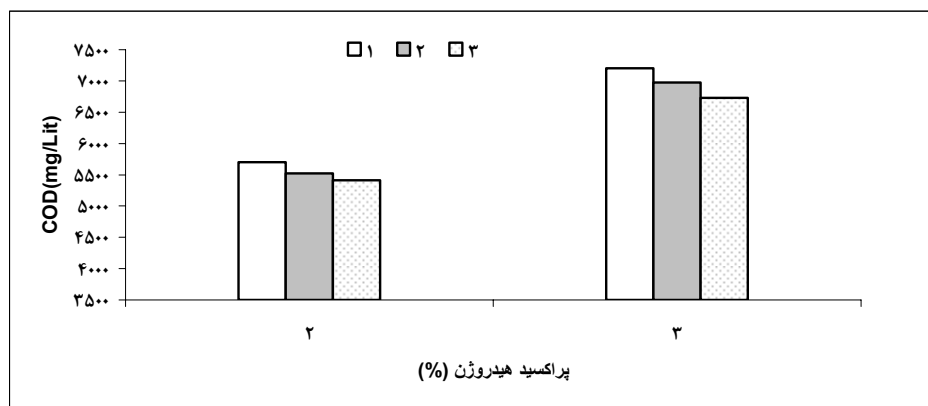


شکل ۴- اثر فرایندهای مختلف رنگبری خمیر کاغذ CMP در دو سطح کاربرد پراکسید هیدروژن روی زردی کاغذ

اندکی کمتر است. در فرایند متداول رنگبری اسید پراستیک بوجود آمده اکسند قوی‌تری نسبت به پراکسید می‌باشد که سبب اکسید شدن مواد دیواره‌ای همچون همی‌سلولزها و خروج آنها از دیواره و وارد شدنشان به پساب و منجر به افزایش بار آلودگی شیمیایی (COD) می‌گردد [۱۶].

### میزان اکسیژن‌خواهی شیمیایی (COD) پساب حاصل از رنگبری خمیر کاغذ

همانگونه که در شکل ۵ دیده می‌شود با افزایش میزان مصرف پراکسید از ۲ به ۳ درصد، بار اکسیژن‌خواهی شیمیایی پساب بدست آمده از رنگبری افزایش یافته است و همچنین در هر دو میزان یاد شده، میزان بار اکسیژن‌خواهی شیمیایی در فرایند رنگبری شماره ۳ نسبت به دو فرایند رنگبری دیگر



شکل ۵- مقایسه اکسیژن خواهی شیمیایی فرایندهای مختلف رنگبری خمیر کاغذ CMP با کاربرد دو سطح پراکسید هیدروژن

شیمیایی نسبت به فرایند رنگبری متداول کاهش یافته که احتمال دارد علت آن را می توان به کاهش مصرف پراکسید هیدروژن و به دنبال آن کاهش میزان تولید پراستیک اسید در این فرایندها مربوط دانست. در فرایند متداول رنگبری به دلیل ایجاد اسید پراستیک اسید که اکسنده قوی تری نسبت به پراکسید می باشد بار آلودگی شیمیایی پساب افزایش می یابد بنابراین به دلیل کاهش مصرف پراکسید هیدروژن و میزان اکسیژن خواهی شیمیایی پساب، این فرایند می تواند جایگزینی مناسب برای فرایند رنگبری متداول باشد.

### بحث و نتیجه گیری

به طور کلی فرایندهای اصلاح شده، فرایندی موثر برای بهبود رنگبری خمیرهای مکانیکی بشمار می آیند در میزان همسان پراکسید هیدروژن بهبود روشنی در فرایند سه نسبت به فرایند شماره یک، ۳ واحد بود و همین طور در فرایند سه با کاربرد ۲ درصد پراکسید می توان به میزان روشنی همسان با فرایند پراکسید متداول با میزان ۳ درصد پراکسید دست یافت و این سبب کاهش در میزان پراکسید مصرفی می شود. در هر دو سطح پراکسید هیدروژن، در فرایندهای اصلاح شده شماره دو و سه، بار اکسیژن خواهی

### منابع:

- 1- Abrante S , Amaral E., Costa A.P., Shatalov A.A., Duarte A.P., 2007: Hydrogen peroxide bleaching of *Arundo donox L.* Kraft-Anthraquinone pulp effect of a chelating stage. *Industrial Crops and Products* ,Vol.25:288-293.
- 2-APHA. Standard methods for examination of water and Waste Water, 20<sup>th</sup> ed American Public Health Association/ American Water Works Assosiation/Water, Enviroment Federation, Washington DC,1998.
- 3-Bajpai P., 2005. Developments in environmental management, volume 1.Environmentally benign approaches for pulp Bleaching, Elsevier, PP.273.
- 4-Dyhr K, Sterte J., (1998). Effect of zeolite addition on the manges catalyzed decomposition of hydrogen peroxide. *Journal of Porous Materials*. 6(4):275-282. Available from: [http:// www.google scholar.com](http://www.google.com).
- 5-Haugan M, Solberg A.F, Gregersen O.W, 2006: Hydrogen peroxide bleaching of different TMP fiber fractions, *Journal of Pulp and Paper Science*, Vol. 32(4):1-7.



- 6-Kang G.J, Ni Y, 2001. the formation of peracetic acid and its impact on peroxide bleaching of mechanical pulps. 11<sup>th</sup> International Symposium on wood and pulping chemistry, Nice, France, Book1, p.351.
- 7-Kong F, Ni Y, He Z, 2009. A partial magnesium hydroxide substitution for sodium hydroxide in peroxide bleaching of an Aspen CTMP. *Journal of Wood Chemistry and Technology*, 29(2):136-149.
- 8-Krishnan S, 2000 Improvement in Bleaching of mechanical pulps, M.Sc. Thesis. Department of Chemical Engineering, University of New Brunswick, 108 pages.
- 9-Lapierre L, 1995. Chelation prior to hydrogen peroxide bleaching of kraft pulps: An overview, *Journal Pulp and Paper Science*, Vol. 21(8): 268-273.
- 10-Major Daniella, Perrier Michel, Gendron Sylvain, Lupien Bernard, 2005. Pulp bleaching control and optimization, Department of Chemical Engineering.pp.13-18.
- 11-Ni Y, Li Z, Court G., Belliveau R, Crowell M, 2003. Improving peroxide bleaching of mechanical pulps by the P<sub>M</sub> process. *pulp and paper Canada journal*, p.104:12.
- 12-Ni Y, Ju Y, Ohi H, 2000. Further understanding of the manganese-induced decomposition of hydrogen peroxide, *Journal Pulp and Paper Science* , Vol.29(3): 90-94.
- 13-Roberts J.C, *The Chemistry of Paper*. Translated by Mirshokraei S.A. and Sadeqifar H, 1381, aiiij publication, Tehran, 184p (In Persian).
- 14-Scott W.A, *Properties of paper: An introduction*. Translated by Afrabandpay E, 1381. Agriculture Science Publication. Tehran. first ed. 392p (In Persian).
- 15-Technical Association of Pulp and Paper Industry. (2002). TAPPI Press. Atlanta.
- 16- Yu L, Rae M, Ni Y, 2004 . Formation of oxalate from the Mg(OH)<sub>2</sub>- based peroxide bleaching of mechanical Pulps, *J. wood chemistry and technology*, Vol.24(4):341-355.

## **The Effect of Preheating Treatment and non-simultaneous Addition of Chemicals on the Efficiency of Hydrogen Peroxide Bleaching of Chemi-mechanical pulp(CMP)**

**Rabi Behrooz<sup>\*1</sup> , Somayeh Ghasemi<sup>2</sup>**

### **Abstract**

In this research the effect of heating pretreatment and non-simultaneous addition of chemicals in hydrogen peroxide bleaching of CMP pulps was investigated. Before the bleaching stage by hydrogen peroxide. Q stage was applied by means of removing transition metals from pulps by using of DTPA pretreatment under the same condition for all pulps. For this purpose, unbleached mixed hardwood CMP pulp was used. Hydrogen peroxide bleaching operation was done with three different procedures including: adding bleaching chemicals simultaneously, adding bleaching chemicals non-simultaneously and adding bleaching chemicals with heating pretreatment at two hydrogen peroxide levels of 2 and 3% and in NaOH/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> proportions of 0.8 and 0.7 with 3% sodium silicate at 70°C for 150min at 10% consistency level.

Results obtained from measuring optical and physical properties of handsheets showed that in all treatments at the same peroxide charge, non-simultaneous addition of chemicals with pretreatment (process 3) caused better improvement in brightness and density of the paper. Also opacity, yellowness and caliper were lower in this process than the others. To reach a given brightness, hydrogen peroxide can be decreased. Therefore, by using the modified bleaching process we can economize on consumption of chemicals, by decreasing peroxide and alkali consumption at 1% and 23.8% to reach a given brightness. Also, COD load in this process at both levels of peroxide was lower than the other processes and therefore, it may decrease environmental contamination and effluent treatment requirement.

**Keywords:** Chemi-mechanical pulp. Hydrogen peroxide. Preheating treatment. non-simultaneous addition of bleaching chemicals, Chemical oxygen demand (COD)

---

\* Corresponding author: Email: rabi.behrooz@modares.ac.ir