

بهبود فرایند تهیه خمیر کاغذ شیمیایی - مکانیکی اکالیتوس با استفاده از سورفکتانت‌ها

یحیی همزه*⁺، مسعود کمره‌ئی

کرج، دانشگاه تهران، دانشکده منابع طبیعی، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، صندوق پستی ۴۳۱۴ - ۳۱۵۸۵

سعید مهدوی

تهران، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، بخش تحقیقات علوم چوب و فرآورده‌های آن، صندوق پستی ۱۱۶ - ۱۳۱۸۵

محمد آزاد فلاح، سحاب حجازی، سید محمد هاشمی نجفی

کرج، دانشگاه تهران، دانشکده منابع طبیعی، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، صندوق پستی ۴۳۱۴ - ۳۱۵۸۵

چکیده: در این پژوهش اثر افزودن سه نوع سورفکتانت غیر یونی با نام‌های تجاری KECA-2، PEG-1000 و KELA-2 در چهار سطح ۱٪، ۲٪، ۳٪ و ۴٪ به عنوان افزودنی فرایند خمیرسازی CMP بر ویژگی‌های خمیر کاغذ CMP به دست آمده از اکالیتوس کاملدولنسسیس، رنگبری اکسایشی خمیر و ویژگی‌های کاغذ دست‌ساز مورد بررسی قرار گرفت. خمیر کاغذهای دارای بیشترین بازده و کمترین بازده به دست آمده از سورفکتانت‌ها به همراه پخت شاهد (بدون سورفکتانت) انتخاب و طی دو مرحله با هیدروژن پراکسید رنگبری شدند. نتیجه‌های تهیه خمیر کاغذ نشان داد که KECA-2 در سطح کاربرد ۱ درصد موجب افزایش بازده خمیرسازی به مقدار ۲٫۵ درصد شد. سورفکتانت KECA-2 در سطح کاربرد ۱ درصد و PEG-1000 در سطح کاربرد ۴ درصد منجر به افزایش بازده بعد از الک، کاهش مصرف هیدروژن پراکسید در رنگبری، افزایش روشنی و کاهش ماتنی و زردی کاغذهای به دست آمده شدند. همچنین کاغذهای به دست آمده از افزودن همه سورفکتانت‌ها نسبت به کاغذهای شاهد از ویژگی‌های مقاومتری برخوردار بودند.

واژه‌های کلیدی: اکالیتوس، خمیر کاغذسازی CMP، سورفکتانت، بازده، ویژگی‌های نوری، مقاومت‌های کاغذ.

KEY WORDS: Eucalyptus, CMP pulping, Surfactant, Yield, Optical properties, Paper strengths.

مقدمه

و سپس خروج فرآورده‌های واکنش‌ها از درون خرده‌چوب‌ها است. خمیر کاغذهای CMP با بازده زیاد، به طور معمول با تیمار شیمیایی به نسبت شدید و در ادامه پالایش خرده‌چوب‌های تیمار شده در فشار معمولی تولید می‌شوند. در فرایند تولید خمیر کاغذهای

تولید خمیر کاغذهای شیمیایی و شیمیایی - مکانیکی^(۱) شامل مرحله‌های گوناگونی شامل، آغشته‌سازی خرده‌چوب یا مواد لیگنوسولولزی و نفوذ مواد شیمیایی پخت به درون آنها، واکنش‌های شیمیایی تخریب و انحلال لیگنین، پلی‌ساکاریدهای سبک و مواد استخراجی

*E-mail: hamzeh@ut.ac.ir

*عهده دار مکاتبات

(۱) Chemi-Mechanical Pulp

بخش تجربی

چوب اکالیپتوس مورد استفاده در این پژوهش *Eucalyptus camaldulensis* بود که از مرکز تحقیقات البرز وابسته به مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور تهیه شد. چوب تهیه شده پس از پوست‌کنی دستی، توسط خردکن آزمایشگاهی به خرده چوب تبدیل شد و پس از عبور از الک، خرده چوب‌های با اندازه مناسب جدا شدند. برای زدودن هرگونه آلودگی احتمالی، خرده چوب‌ها با آب سرد شستشو داده شد و سپس برای کاهش رطوبت و رسیدن به رطوبت تعادل با رطوبت محیط به مدت دو هفته در دمای محیط خشک شدند. برای جلوگیری از تبادل رطوبتی، نمونه‌ها در داخل کیسه‌های پلی اتیلنی قرار داده شد و سپس طبق استاندارد T258 om-06 آیین‌نامه TAPPI درصد رطوبت آنها تعیین و ثبت شد. در این پژوهش از سه نوع سورفکتانت غیر یونی با درصد خلوص بیش از ۹۹٫۵ درصد به نام‌های تجاری KECA-20، KELA-2، PEG-1000 از شرکت شیمیایی کیمیاگران امروز استفاده شد. ویژگی‌های کلی این مواد در جدول ۱ ارائه شده است. برای تهیه مایع پخت CMP از سدیم هیدروکسید و سدیم سولفیت آزمایشگاهی مرک آلمان و برای رنگبری خمیر کاغذها از هیدروژن پراکسید، سدیم هیدروکسید، سدیم سیلیکات و اتیلن دی آمین تترا استیک اسید^(۱) استفاده شد. همچنین برای تعیین میزان هیدروژن پراکسید و سدیم هیدروکسید باقیمانده پس از رنگبری از سولفوریک اسید ۲۰٪، پتاسیم یدید ۱۰٪، معرف چسب نشاسته ۵٪، آمونیوم تولییدات ۳٪، سدیم تیوسولفات ۰٫۱ نرمال، هیدرو کلریدریک اسید ۰٫۱ نرمال و معرف فنل فتالین استفاده شد.

به‌منظور تیمار شیمیایی، خرده چوب‌ها داخل دیگ پخت ریخته شد و پس از فشردن نمودن، مایع پخت به آن افزوده شد. پس از بسته شدن درب دیگ، پخت انجام شد و مدت زمان تیمار شیمیایی از زمان رسیدن دیگ به دمای پخت لحاظ شد. پس از سپری شدن زمان تیمار شیمیایی، بخار پرفشار و مایع پخت به سرعت تخلیه شد و پس از باز کردن دیگ پخت، خرده چوب‌ها به روی الک با مش ۲۰۰ منتقل شده و با آب مقطر گرم شسته شدند. پس از شستشو و خروج مواد شیمیایی، خرده چوب‌های پخته شده با استفاده از دفیبراتور آزمایشگاهی از نوع تک صفحه چرخشی (SD) جدا شدند.

پس از انجام پخت‌های مقدماتی، زمان پخت ۳۰ دقیقه، دمای پخت ۱۶۰ درجه سانتیگراد، مقدار سدیم سولفیت برابر با ۱۵ درصد وزن خشک خرده چوب‌ها و نسبت مایع پخت به خرده چوب

شیمیایی - مکانیکی، نفوذ لیکور پخت به درون خرده چوب‌ها و وجود مقدار مناسب مواد شیمیایی در درون خرده چوب‌ها لازمه موفقیت در این فرایند است و تحقق نیافتن این موارد منجر به پخت ناقص خرده چوب‌ها و در نتیجه افزایش واژده^(۱)، تخریب بیشتر الیاف و تولید نرمة‌های بیشتر می‌شود که در مجموع باعث افت کیفیت خمیر کاغذ تولید شده می‌شود [۲، ۱].

اکالیپتوس یکی از گونه‌های حاره‌ای است که دانسیته به نسبت زیاد این چوب (چوب نیمه سنگین) به همراه مواد استخراجی زیاد آن از عواملی هستند که مشکلاتی را در نفوذ مناسب لیکور پخت به درون خرده چوب‌ها و مشکلاتی در کیفیت و بازده خمیر شیمیایی - مکانیکی به‌دست آمده از آن ایجاد می‌کنند [۵-۳].

از روش‌های صنعتی بهبود آغشته‌سازی و نفوذ مایع پخت به درون خرده چوب‌ها، می‌توان به پیش بخاردهی خرده چوب‌ها در فشار معمولی (خروج حباب‌های هوا از ساختار چوب و افزایش نفوذ مواد شیمیایی به داخل خرده چوب) و استفاده از تغذیه کننده‌های حلزونی (فشرده‌سازی خرده چوب‌ها و سپس انبساط آنها در لیکور پخت و افزایش جذب لیکور توسط خرده چوب‌ها) اشاره کرد [۲، ۱]. از طرف دیگر، به نظر می‌رسد که یکی دیگر از روش‌های ممکن برای بهبود نفوذ لیکور پخت به درون خرده چوب‌ها استفاده از سورفکتانت‌ها باشد. سورفکتانت‌ها می‌توانند با ایجاد ویژگی ترکندگی و افزایش انحلال مواد استخراجی و پراکنده نمودن آنها سبب نفوذ بیشتر و بهتر مایع پخت به درون خرده چوب‌ها شوند [۶]. نتیجه‌های پژوهش‌های پیشین در مورد استفاده از سورفکتانت‌ها در خمیرسازی شیمیایی و نیمه شیمیایی نشان داده‌اند که استفاده از سورفکتانت‌ها و بهبود نفوذ و پخش مواد شیمیایی به درون خرده چوب‌ها، از یک طرف سبب پخت یکنواخت‌تر و در نتیجه افزایش بازده [۸، ۷]، کاهش واژده و خرد شدن الیاف در جریان پالایش [۸، ۷، ۱]، کیفیت بهتر خمیر کاغذ از نظر ویژگی‌های مکانیکی و از سوی دیگر روشنی بیشتر خمیر کاغذ به‌واسطه خروج مؤثرتر مواد استخراجی می‌شوند [۹].

با توجه به این ویژگی‌های سورفکتانت‌ها، در این پژوهش اثر برخی از سورفکتانت‌های غیر یونی تجاری بر خمیرسازی شیمیایی - مکانیکی اکالیپتوس از نظر اثر آنها بر بازده خمیر، مقدار واژده خمیر، رنگبری اکسایشی خمیر با هیدروژن پراکسید و ویژگی‌های مکانیکی خمیرهای به دست آمده بررسی شده است.

(۱) Reject

(۲) EDTA

جدول ۱- ویژگی‌های سورفکتانت‌های مورد استفاده

نام تجاری	PEG-1000	KELA-2	KECA-20
نام شیمیایی	پلی اتیلن گلیکول	الکل چرب اتوکسیلات	آمین چرب اتوکسیلات
ترکیب شیمیایی	پلی اتیلن گلیکول، ۲۲ مول اتیلن اکسید	لوریل الکل اتوکسیلات، ۲ مول اتیلن اکسید	آمین چرب اتوکسیلات، ۲۰ مول اتیلن اکسید
فرمول شیمیایی	$(\text{OCH}_2\text{CH})_{22}\text{H}_2\text{O}$	$\text{C}_{12-14}(\text{OCH}_2\text{CH}_2)_2\text{OH}$	$\text{R}-(\text{OCH}_2\text{CH}_2)_{20}\text{NH}$
وزن مولکولی متوسط (g/mol)	۹۵۰ - ۱۰۵۰	۲۷۴-۲۹۰	---

برابر ۵ به ۱ به عنوان شرایط مناسب برای تهیه خمیر کاغذ CMP اکالیپتوس تعیین شد. به منظور بررسی اثر سورفکتانت‌ها بر پخت CMP خرده چوب‌های اکالیپتوس، سورفکتانت‌های مورد نظر در چهار سطح یک، دو، سه و چهار درصد به‌طور جداگانه به مایع پخت هریک از نمونه‌ها افزوده شدند. پس از دفییره کردن، خمیرهای به دست آمده با استفاده از الک‌های با مش ۱۸ و ۲۰۰ غربال شدند و الیاف باقیمانده بر روی الک ۱۸ به عنوان وزده در نظر گرفته شد. پس از هوا خشک کردن خمیرهای قابل قبول و وزده، رطوبت آنها طبق استاندارد T412 om-06 آیین نامه TAPPI تعیین شد و بازده هریک با وزن سنجی محاسبه شد. قبل از رنگبری خمیر کاغذها، به منظور خنثی نمودن اثر یون‌های فلزی و عدم تخریب هیدروژن پراکسید، خمیر کاغذها با درصد خشکی ۴٪ و با افزودن ۰/۵ درصد اتیلن دی‌آمین تترا استیک اسید به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد تیمار شدند و سپس رنگبری خمیر کاغذها با استفاده از هیدروژن پراکسید در دو مرحله با شرایط یکسان انجام شد رنگبری خمیرها در درصد خشکی ۲۰ درصد، زمان ۹۰ دقیقه، دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد، مقدار هیدروژن پراکسید ۴ درصد، سود ۲/۸ درصد و سیلیکات سدیم ۳ درصد انجام شد. در پایان هر مرحله رنگبری، نمونه‌ای از لیکور رنگبری خمیر کاغذها برای اندازه‌گیری مقدار هیدروژن پراکسید و سود باقیمانده تهیه شد و سپس درصد خشکی خمیرها با آب مقطر به ۱٪ کاهش داده شد و با افزودن سولفوریک اسید، pH سوسپانسیون کاهش یافت. سنجش مقدار هیدروژن پراکسید و سود باقیمانده به ترتیب با استفاده از روش تیتراسیون یدومتری با سدیم تیوسولفات و تیتراسیون اسید و با هیدروکلریدریک اسید ۰/۸ نرمال طبق استاندارد CPPA (J.16P) انجام شد.

برای اندازه‌گیری مواد استخراجی موجود در خمیرها، ابتدا از خمیرهای مورد نظر طبق استاندارد T257-cm-02 آیین نامه TAPPI به وسیله‌ی آسیاب آزمایشگاهی آرد تهیه شد و برای تعیین مواد استخراجی از آرد عبور داده شده از الک ۴۰ مش و باقیمانده بر روی الک ۶۰ مش استفاده شد. اندازه‌گیری مقدار مواد استخراجی محلول در استن و آب داغ به ترتیب مطابق استاندارد T280-pm-99 و T207-cm-08 آیین نامه TAPPI انجام گرفت.

با توجه به درجه روانی اولیه خمیر کاغذهای رنگبری شده و برای رسیدن به درجه روانی (CSF) 300 ± 25 mL برای تهیه کاغذ دست‌ساز، خمیر کاغذها توسط کوبنده آزمایشگاهی PFI و طبق استاندارد T248 sp-08 آیین نامه TAPPI پالایش شدند. درجه روانی خمیر کاغذهای رنگبری شده قبل و بعد از پالایش طبق استاندارد SCAN C19:65 اندازه‌گیری شد. برای حذف اثر پیچیدگی و تاب الیاف^(۱) و افزایش دقت اندازه‌گیری درجه روانی، پس از پالایش، نمونه‌های خمیر کاغذ مورد نظر به مدت ۳۰ دقیقه درون حمام آب گرم با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. پس از پایان تیمار و سرد شدن نمونه خمیر کاغذ به حدود ۲۰ درجه سانتی‌گراد، درجه روانی نمونه‌ها اندازه‌گیری شد.

برای اندازه‌گیری ویژگی‌های مقاومتی و نوری خمیر کاغذهای رنگبری شده، کاغذهای دست‌ساز براساس استاندارد SCAN C26:79 تهیه شد. سپس کاغذها توسط خشک‌کن سیلندری در دمای 60 ± 2 درجه سانتی‌گراد و به مدت ۳ ساعت خشک شدند. پس از پایان این مرحله، کاغذها جدا شدند و برای اندازه‌گیری ویژگی‌های مقاومتی طبق استاندارد T402 sp-08 آیین نامه TAPPI به مدت ۲۴ ساعت در شرایط استاندارد با دمای ۲۳ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵۰٪ مشروط‌سازی شدند. در نگهداری کاغذها

(۱) Latency removing

جدول ۲- نتیجه‌های تهیه خمیر کاغذ CMP از اکالیپتوس بدون سورفکتانت با افزودن سورفکتانت به مایع پخت.

کد پخت	سورفکتانت		بازده بعد از الک (%)	بازده (%)
	نوع	مقدار (%)		
۱	شاهد (بدون افزودنی)	۰	۸۴٫۱۳	۲٫۰۷
۲	PEG-1000	۱	۸۵٫۱۳	۱٫۰۸
۳		۲	۸۵٫۸۷	۰٫۴۱
۴		۳	۸۵٫۶۷	۰٫۹۴
۵		۴	۸۶٫۰۴	۰٫۹۷
۶		۱	۸۵٫۲۶	۱٫۲۹
۷	KELA-2	۲	۸۵٫۱۳	۱٫۴۳
۸		۳	۸۳٫۵۷	۱٫۳۵
۹		۴	۸۴٫۱۸	۱٫۲۳
۱۰		۱	۸۶٫۶۴	۰٫۸۱
۱۱	KECA-20	۲	۸۵٫۴۵	۰٫۷
۱۲		۳	۸۵٫۸۶	۰٫۶۹
۱۳		۴	۸۵٫۴۶	۱٫۱۳

ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن نسبت داد. به‌طور کلی سورفکتانت‌های با ساختار مولکولی کوچک‌تر به دلیل قابلیت نفوذ بهتر و کاهش بیشتر کشش سطحی، دارای خاصیت ترکنندگی بیشتری هستند [۱۰]. با دقت در مقدار بازده هر تیمار مشخص می‌شود که بخش زیادی از افزایش بازده قابل قبول ناشی از کاهش مقدار بازده است. این نتیجه‌ها تأیید می‌کنند که سورفکتانت‌ها موجب افزایش نفوذ مایع پخت به درون خرده چوب‌ها و ایجاد یک پخت یکنواخت‌تر و به تبع کاهش بازده و افزایش بازده قابل قبول شده‌اند. با توجه به نتیجه‌های درج شده در جدول ۲، خمیر کاغذهای تهیه شده در پخت شماره‌های ۱، ۲، ۶ و ۱۰ برای رنگبری و سایر ارزیابی‌ها انتخاب شدند.

نتیجه‌های رنگبری

نتیجه‌های به دست آمده از رنگبری خمیرهای منتخب در جدول ۳ داده شده است. نتیجه‌های رنگبری خمیرها نشان می‌دهد که به‌طور کلی سورفکتانت‌ها موجب افزایش روشنی و کاهش ماتی و زردی خمیر کاغذهای رنگبری شده در مقایسه با خمیر کاغذ رنگبری شده شاهد می‌شوند. به‌علاوه، مقدار مصرف مواد شیمیایی رنگبری

برای اندازه‌گیری ویژگی‌های نوری نیز براساس استاندارد T1219 sp-07 آیین نامه TAPPI عمل شد. مقاومت‌های کششی، ترکیدن، پاره‌شدن و ضخامت کاغذهای تهیه شده به ترتیب طبق استانداردهای T414 om-04، T403 om-02، T494 om-06 و T411 om-05 و روشنی و ماتی کاغذها نیز طبق استانداردهای T425 om-06، T452 om-08 آیین نامه TAPPI اندازه‌گیری شدند.

نتیجه‌ها و بحث

نتیجه‌های خمیرسازی

نتیجه‌های به دست آمده از تهیه خمیر کاغذ CMP شاهد (بدون سورفکتانت) به همراه پخت‌های حاصل از افزودن غلظت‌های گوناگون سورفکتانت‌ها به مایع پخت در جدول ۲ داده شده است. نتیجه‌ها نشان دادند که افزودن سورفکتانت‌ها به غیر از یک مورد (کد پخت ۹) موجب افزایش بازده خمیر کاغذ پذیرفته شده و کاهش بازده الک شده است. سورفکتانت PEG-1000 در مقدار ۴٪ و سورفکتانت‌های KELA-2 و KECA-20 در مقدار ۱ درصد بیشترین بازده قابل قبول را موجب شده‌اند. دلیل تفاوت بین روند PEG-1000 و سایر سورفکتانت‌ها را می‌توان به ساختار

جدول ۳- تجزیه مایع رنگبری و ویژگی‌های نوری خمیر کاغذهای منتخب.

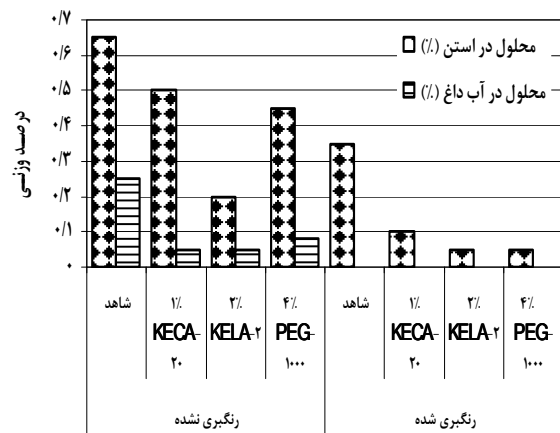
نمونه خمیر	رنگبری مرحله اول		رنگبری مرحله دوم		ویژگی‌های نوری کاغذ (%)		
	پراکسید باقیمانده (%)	سود باقیمانده (%)	پراکسید باقیمانده (%)	سود باقیمانده (%)	روشنی	ماتی	زردی
شاهد	۱۹٫۹۲	۲۱٫۳۵	۲۷٫۳۲	۴۴٫۴۳	۶۵٫۹	۸۶٫۶	۱۱٫۸
۱٪ KECA-20	۱۵٫۳۷	۱۵٫۷۶	۲۸٫۶۱	۴۵٫۵۸	۶۷٫۲	۸۴٫۱	۱۱٫۱
۲٪ KECLA-2	۱۸٫۶۹	۱۶٫۴۹	۲۷٫۴۶	۴۵٫۳۴	۶۶٫۷	۸۳٫۳	۱۱٫۳
۴٪ PEG-1000	۲۰٫۹۱	۱۸٫۳۱	۲۹٫۰۵	۴۶٫۳	۶۸٫۱	۸۴٫۴	۱۰٫۳

می‌تواند سبب مزایای دیگری از قبیل کاهش بخشی از مواد چسبناک شود که طی فرایند بازیافت کاغذ از این مواد استخراجی ناشی می‌شوند [۱۳].

پالایش خمیر کاغذ و ویژگی‌های کاغذهای دست‌ساز

نتیجه‌های به دست آمده از پالایش خمیر کاغذهای رنگبری شده نشان داد که درجه روانی تمام خمیرهای منتخب در مقدار پالایش به تقریب یکسانی به درجه روانی R۴۱ حدود می‌رسد. بنابراین، تفاوت معنی‌داری در درجه روانی اولیه و میزان پالایش مورد نیاز برای رسیدن به درجه روانی حدود R۴۱ دیده نشد. ویژگی‌های فیزیکی و شاخص‌های مقاومتی کاغذهای دست‌ساز تهیه شده از خمیر کاغذهای رنگبری شده در پنج تکرار اندازه‌گیری شد که میانگین آنها در جدول ۵ ارائه شده است.

به‌طور کلی سورفکتانت‌ها تأثیر معنی‌داری بر ویژگی‌های شاخص پارگی نمونه‌ها ندارند. با توجه به اینکه مقاومت پارگی ناشی از طول الیاف کاغذسازی است و طول الیاف نیز به نوبه خود تابع نوع ماده اولیه است، بنابراین به علت تغییر نکردن ماده اولیه، مقاومت پارگی تغییرهای معنی‌داری ندارد. اگرچه انتظار بر این بود که افزودن سورفکتانت‌ها سبب کاهش تخریب الیاف در جریان پالایش شوند، ولی نتیجه‌های اندازه‌گیری مقاومت پارگی نشان داد که افزودن سورفکتانت‌ها تأثیر زیادی بر کاهش تخریب الیاف نداشته‌اند. از سوی دیگر، شاخص‌های مقاومت کششی و مقاومت ترکیدگی که تابعی از طول الیاف و سطح اتصال الیاف است، در اثر استفاده از سورفکتانت‌ها افزایش یافته‌اند. علت افزایش این مقاومت‌ها را می‌توان از یک سو به افزایش جذب آب و انعطاف‌پذیری الیاف و در نتیجه افزایش سطح اتصال الیاف در اثر سورفکتانت‌ها دانست [۷]. و از سوی دیگر، حذف بیشتر مواد استخراجی در اثر استفاده از سورفکتانت‌ها سبب افزایش تعداد پیوندهای هیدروژنی و قدرت اتصال



شکل ۱- مقدار مواد استخراجی موجود در خمیر کاغذهای منتخب قبل و بعد از رنگبری

در خمیرهای تولید شده با سورفکتانت‌ها کمتر از خمیر کاغذ شاهد است. در بین سورفکتانت‌ها، PEG-1000 با مصرف مواد شیمیایی کمتر، موجب بیشترین افزایش در روشنی خمیر کاغذ شده است. بهبود روشنی و کاهش زردی و ماتی خمیر کاغذها می‌تواند ناشی از حذف بیشتر مواد استخراجی موجود در خمیرها باشد [۱۱، ۱۲]. برای بررسی این موضوع، مواد استخراجی موجود در خمیرهای گوناگون اندازه‌گیری شد (شکل ۱).

همان‌گونه که دیده می‌شود، همه سورفکتانت‌ها اثر چشمگیری در کاهش مواد استخراجی خمیر کاغذهای رنگبری شده و رنگبری نشده داشتند. سورفکتانت‌ها موجب کاهش صد در صدی مواد استخراجی محلول در آب داغ در خمیرهای رنگبری شده شده‌اند و مقدار مواد استخراجی محلول در استن خمیرهای رنگبری شده در مقایسه با خمیر کاغذ رنگبری شده شاهد به مقدار زیادی کاهش یافته است. کاهش مقدار مواد استخراجی موجود در خمیر کاغذ

جدول ۴- ویژگی‌های فیزیکی و شاخص‌های مقاومتی کاغذهای دست‌ساز تهیه شده از خمیر CMP رنگبری شده اکالیپتوس.

نوع خمیر کاغذ	ضخامت (mm)	شاخص پارگی (mN.m ^۲ g)	شاخص ترکیدن (kPa.m ^۲ /g)	شاخص کششی (Nm/g)
شاهد	۰٫۱۳۲	۵٫۷۷	۳٫۶۷	۹۴٫۱۲
۱٪ KECA-20	۰٫۱۳۱	۵٫۷۴	۴٫۱۷	۹۹٫۱۵
۲٪ KELA-2	۰٫۱۳۰	۵٫۵۸	۳٫۹۰	۹۷٫۵۲
۴٪ PEG-1000	۰٫۱۳۲	۵٫۷۶	۴٫۲۴	۱۰۰٫۹۷

بین الیاف می‌شود [۱۴]. مجموعه این دو اثر موجب افزایش مقاومت کششی و ترکیبگی می‌شود.

نتیجه‌گیری

نتیجه‌ها به خوبی نشان داد که افزودن سورفکتانت‌های غیریونی در غلظت‌های مشخص کاربرد منجر به افزایش بازده بعد از الک و کاهش وزده خمیر کاغذهای CMP گونه اکالیپتوس شدند. در این راستا، با افزودن سورفکتانت KECA-20 با غلظت ۱٪ در پخت، بیشترین بازده بعد از الک خمیر کاغذ به دست آمد. از سوی دیگر این سورفکتانت‌ها در مقادیرهای عنوان شده، وزده کمتری نیز ایجاد کردند. نتیجه‌های رنگبری و تجزیه مایع رنگبری مصرف شده نشان داد که سورفکتانت KECA-20 با کاربرد ۱٪ در مرحله اول رنگبری منجر به بیشترین کاهش مصرف مواد شیمیایی رنگبری (پراکسید و قلیا) در مرحله اول شد درحالی که در مرحله دوم تأثیری بر مصرف مواد شیمیایی رنگبری نداشت. همچنین، تمامی سورفکتانت‌ها منجر به افزایش درجه روشنایی و کاهش وزدی کاغذهای به دست آمده شدند. نتیجه‌های بررسی مقدار مواد استخراجی (محلول در آب داغ و محلول استن) نشان داد که کاربرد سورفکتانت‌ها به همراه مایع پخت CMP اکالیپتوس منجر به کاهش میزان مواد استخراجی خمیر کاغذها (قبل و بعد از رنگبری) شده است.

ارزیابی ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی خمیر کاغذها نشان داد که افزودن سورفکتانت‌ها تأثیر چندانی بر مقاومت پارگی نداشت، درحالی که مقاومت کششی و ترکیبگی را افزایش دادند. با توجه به نتیجه‌های به دست آمده و با در نظر گرفتن تولید کاغذ چاپ و تحریر و کاغذ روزنامه CMP به دست آمده از اکالیپتوس می‌توان نتیجه گرفت که با افزودن سورفکتانت KECA-20 به میزان ۱٪ (بر مبنای وزن خشک چوب) در پخت CMP گونه اکالیپتوس موجب افزایش بازده قابل قبول، کاهش وزده و بهبود ویژگی‌های نوری و برخی از شاخص‌های مقاومتی و همچنین سورفکتانت PEG-1000 با مصرف ۴ درصد منجر به افزایش بازده قابل قبول، کاهش وزده و بهبود ویژگی‌های نوری و برخی از شاخص‌های مقاومتی می‌شوند.

سپاسگزاری

این پژوهش با حمایت مالی قطب علمی مدیریت کاربردی گونه‌های چوبی تند رشد دانشگاه تهران انجام شده است و بدین وسیله از حمایت و مشارکت آنها تقدیر و تشکر می‌شود. همچنین، از شرکت شیمیایی کیمیاگران امروز بابت تأمین سورفکتانت‌های مورد نیاز کمال قدردانی می‌شود.

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹، ۵، ۲۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰، ۴، ۱۳

مراجع

- [1] Sei HI, Ulkem N., Berk D., Kubes G.J. Neutral Sulphite Pulping with Surfactants, *J. Pulp Pap. Sci.*, **31**(4), p. 188 (2005)
- [2] Sixta H., "Handbook of Pulp", Wiley-Vch, Germany, pp. 1098-1111, (2006).
- [3] Khristova P., Kordsachia O., Patt R., Dafaala S., Alkaline Pulping of Some Eucalypts from Sudan, *Biores. Techno.*, **97**(4), p. 535 (2006).

- [4] Miranda I., Almedia M.H., Pereira H., Provenance and Site Variation of Wood Density in *Eucalyptus Globules* Labill. At Harvest Age and its Relation to a Non-Destructive Early Assessment, *Forest. Eco. Manage.*, **149**(1-3), p. 235 (2001).
- [5] Inalbon M.C., Mussati M.C., Znutini M.A., Experimental and Theoretical Analysis of the Alkali Impregnation of Eucalyptus Wood, *Ind. Eng. Chem. Res.*, **48**(10), p. 4791 (2009).
- [6] Malkov S., Tikka P., Gullichsen J., Towards Complete Impregnation of Wood Chips with Aqueous Solution- Part 2. Studies on Water Penetration into softwood chips, *Pap. Puu.*, **83**(6), p. 1 (2001)
- [۷] همزه، یحیی؛ ایبض، علی؛ میرفتاحی، مهسا السادات؛ عبدالخانی، علی؛ استفاده از سورفکتانت‌ها برای بهبود خمیر کاغذسازی از باگاس به روش سودا، *نشریه شیمی و مهندسی شیمی ایران*، (۲) ۵۷، (۱۳۸۹)
- [8] Baptista C., Belgacem N., Duarte A.P., The Effect of Surfactant on Kraft Pulp of *Pinus pinaster*, *Appita J.*, **57**(1), p. 35 (2004).
- [9] Silva D.D.J., Gomide J.L., Colodette J.L., Surfactant Utilization in Kraft Pulping of Eucalyptus Wood to Improve Lipophilic Extractives Removal, *R. Arvore Viçosa-MG.*, **28**(6), p. 911 (2004).
- [10] Shaw D.J., "Introduction to Colloid and Surface Chemistry", 4th Ed. Elsevier Science Ltd., England, pp. 30-315, (1992).
- [11] Mouyal P., Efficient Resin Removal, *Paper Age*, **121**(6), p. 34 (2005).
- [12] Hongmei W., Ulkem N., Berk D., Kubes G.J., The Role of Surfactants in Wood Deresination, *Cellul. Chem. & Technol.*, **40**(1), p. 71 (2006).
- [13] Qin M., Holmbom B., Effect of Hydrophilic Substances in Spruce TMP Resin on its Physico-Chemical Characterization and Deposition Tendency, *Colloids and surfaces. A, Physicochemical and Engineering Aspects*, **312** (2-3), p. 226 (2008).
- [14] Hubbe M.A., Flocculation and Redispersion of Cellulosic Fiber Suspensions: A Review of Effects of Hydrodynamic Shear and Polyelectrolytes, *BioRes.*, **2**(2), p. 296 (2007).