Archive of SID
DOI: http://dx.doi.org/10.22092/ijwpr.2021.106305

فصلنامه علمی – پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران
جلد ۳۱، شماره ۳، صفحه ۳۸۷-۳۷۵، (۱۳۹۵)

اثرپیش تیمار شستشوی خرده چوب بر ویژگی‌های نوری و مقاومتی خمیرکاغذ شیمیایی مکانیکی چوب صنوبر

مریم علیپور[۱]، قاسم اسدپوراتویی [۲*]، سید مجید ذبیح‌زاده[۳] و زهره قزوینی[۴]

۱ – کارشناس ارشد خمیرکاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ساری

۲ *– نویسنده مسئول، استادیار، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ساری

پست الکترونیک: asadpur2002@yahoo.com

۳– دانشیار، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ساری

۴– کارشناس ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ساری

تاریخ دریافت: خرداد ۱۳۹۴ تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۹۵

چکیده

با توجه به اینکه در فرایند تولید خمیرکاغذ شیمیایی– مکانیکی (CMP)، شستشوی خرده چوب‌ها قبل از پخت در دیگ پخت حائز اهمیت می‌باشد، این پژوهش به‌منظور بررسی تأثیر پیش‌تیمار شستشوی خرده چوب‌های صنوبر دلتوئیدس بر ویژگی‌های نوری (درجه روشنی و ماتی) و مقاومتی (شاخص‌های مقاومت کششی و ترکیدگی) خمیرکاغذ شیمیایی– مکانیکی(CMP) انجام شد. پیش‌تیمار با آب داغ خالص و نیز محلول قلیایی (NaOH) در سه سطح ۰/۵، ۲ و ۳/۵ درصد انجام شد. خرده چوب‌های پیش‌تیمارشده و شاهد (خرده چوب‌های بدون شستشو) با استفاده از روش شیمیایی– مکانیکی به خمیرکاغذ تبدیل شدند. نتایج این تحقیق نشان داد که پیش‌تیمار خرده چوب‌های صنوبر دلتوئیدس با آب داغ خالص و نیز محلول قلیایی باعث کاهش جرم خرده چوب و استفاده از این خرده چوب‌های پیش‌تیمارشده در فرایند خمیرسازی باعث افزایش بازده خمیرکاغذ، افزایش درجه روشنی، کاهش مقاومت‌ها و افزایش مصرف انرژی شد. خروج بخشی از همی‌سلولزها از چوب در طی پیش‌تیمار شستشوی خرده چوب‌ها تأثیر منفی در پالایش‌پذیری الیاف داشته و باعث کاهش ویژگی مقاومت خمیرکاغذ شد.

واژه‌های کلیدی: پیش‌تیمار قلیایی، صنوبر، درجه روشنی، مواد استخراجی، خمیرکاغذ CMP.

مقدمه

امروزه با افزایش مصرف کاغذ و کاهش مواد اولیه، استفاده از خمیرکاغذهای مکانیکی و پربازده مورد توجه قرار گرفته است. یکی از مهمترین فرایندهای با بازده زیاد برای تولید انواع کاغذهای روزنامه و چاپ و تحریر، فرایند کاغذسازی شیمیایی– مکانیکی (CMP) بوده که در کارخانه صنایع چوب و کاغذ مازندران از این فرایند برای تولید خمیرکاغذ استفاده می‌شود. ازآنجاکه در شروع فرایند تهیه خمیرکاغذ (CMP)، خرده چوب‌های تهیه شده قبل از پخت در دیگ پخت، با آب داغ شستشو می‌شوند، اطلاعات دقیقی مبنی بر اثر این فرایند (شستشوی خرده چوب‌ها با آب داغ) بر کیفیت خمیرکاغذ حاصل وجود

www.SID.ir

Archive of SID

ندارد. تنها اثر ظاهری مشاهده شده، خروج مواد استخراجی و رنگ بالای پساب خروجی از این مرحله می‌باشد. این تحقیق به دنبال این سئوال است که حذف فرایند شستشو خرده چوب‌های صنوبر دلتوئیدس با آب داغ و یا شستشو خرده چوب‌های صنوبر دلتوئیدس با محلول‌های قلیایی، چه تأثیری بر ویژگی‌های خمیرکاغذ (CMP) دارد.

خمیرکاغذهای با بازده زیاد به دلیل هزینه کمتر، بازده زیادتر و ویژگی‌های نوری بهتر در مقایسه با خمیرهای شیمیایی برتری دارند. درجه روشنی پایین و ثبات کم درجه روشنی یکی از مشکلات اساسی خمیرکاغذهای با بازده زیاد است. اعتقاد بر این است که مقدار لیگنین زیاد در خمیرکاغذهای با بازده زیاد دلیل اصلی این مشکلات است. درحالی‌که مواد استخراجی نیز حتی اگر مقدارشان کم باشد نقش مهمی در رنگ‌بری خمیرکاغذهای با بازده زیاد دارند (Liang *et al*., 2011).

مواد استخراجی چوب مواد چسبنده‌ای هستند که به‌سختی در مراحل شستشو حذف می‌شوند و رسوبات چسبنده‌ای بر روی تجهیزات فرایند ایجاد می‌کنند. هنگام تهیه خمیرکاغذ از چوب پهن‌برگان این ترکیبات باعث ایجاد مشکلاتی مانند تشکیل مواد چسبناک، باقی ماندن ناخالصی‌ها در خمیرکاغذ و پارگی کاغذ در ماشین کاغذ می‌شوند. به‌علاوه، در صورت باقی ماندن این ترکیب‌ها روی کاغذ دشواری‌هایی مانند ایجاد لکه‌های تیره و چسبیدن الیاف کاغذ به سطح سیلندر، پارگی ورقه و گرفتگی توری و نمدها ایجاد می‌شود. همچنین مواد استخراجی ممکن است با مواد شیمیایی رنگ‌بری واکنش داده و فراورده‌های تغییریافته و اکسید شده‌ای را ایجاد کنند. مواد استخراجی تغییریافته (بیشتر کلردار شده) باعث تشکیل قیر شده و بر روی روشنی خمیرکاغذ تأثیر منفی دارند (Baptista *et al*., 2006).

استخراج و شناسایی اسیدهای چرب موجود در چوب از جنبه‌های مختلف حائز اهمیت است، زیرا مواد استخراجی که در فرایند پخت خمیرکاغذ آزاد می‌شوند مشکلاتی را در فرایند پخت ایجاد می‌کنند. اجزای فنول‌های موجود در مواد استخراجی، از قبیل تانن‌ها می‌توانند با یون‌های آهنی واکنش دهند و کمپلکس‌های رنگی محکمی تشکیل دهند، درنتیجه درجه روشنی خمیرکاغذهای با بازده بالا کاهش می‌یابد (Fariman *et al*., 2004). البته اثرات فنول‌های دیگر، مانند وانیلین، روی درجه روشنی خمیرکاغذهای با بازده زیاد رنگ‌بری شده نیز گزارش شده است (Peart & Ni, 2001).

تراکم فنول‌ها که در طول پالایش رخ می‌دهد به‌عنوان یک سازوکار غالب در رنگ تیره خمیرکاغذهای با بازده زیاد در نظر گرفته می‌شود (Johansson *et al*., 2000; Keating *et al*., 2006). بنابراین، استخراج مواد استخراجی فنول به‌عنوان یک پیش مرحله در رنگ‌بری پراکسید می‌تواند برای افزایش بیشتر درجه روشنی و ثبات بیشتر آن در رنگ‌بری خمیرکاغذهای با بازده زیاد عملکرد مناسبی داشته باشد.

Liang و همکاران (۲۰۱۱) خصوصیات مواد استخراجی قلیایی خمیر سولفونه (CMP) بامبو و اثرات آن روی رنگ‌بری پراکسید را مورد مطالعه قرار دادند و نتیجه گرفتند که با افزودن NaOH خروج مواد استخراجی تسریع می‌شود و قابلیت رنگ‌بری خمیر استخراج شده بهبود می‌یابد. زمانی که از ۳/۵ درصد NaOH استفاده شود، درجه روشنی ۵/۸۳ درصد ISO افزایش می‌یابد و عدد تغییر رنگ ۵۵/۷ درصد کاهش می‌یابد.

Baptista و همکاران (۲۰۰۶) با بررسی اثرات مواد استخراجی بر ویژگی‌های خمیرکاغذ کرافت چوب کاج دریایی نتیجه گرفتند که استخراج با حلال‌های آلی، استون و مخلوط اتانول- تولوئن کارایی بیشتری دارد و فاکتور انعکاس تا حدود ۷/۵ درصد افزایش می‌یابد. استخراج قلیایی چوب، بهبود ۱۰ درصدی را در فاکتور انعکاس از خمیر رنگ‌بری نشده نشان داد. رنگ‌بری خمیر با استفاده از توالی کوتاه DE انجام شد. خمیرهای حاصل از چوب استخراج شده افزایش ۳۰ درصدی را در فاکتور انعکاس در مقایسه با خمیر شاهد نشان دادند.

Hassanjanzadeh و همکاران (۱۳۹۲) در تحقیقی، تأثیر پیش استخراج همی‌سلولزها بر ویژگی‌های خمیرکاغذ سودا ـ آنتراکینونِ تهیه شده از ساقه برنج به‌منظور کاربری

www.SID.ir

Archive of SID

در تهیه فراورده‌های با ارزش افزوده بالا را بررسی کردند. فرایند پیش‌عمل‌آوری با قلیای ۱۰ درصد، دمای ۵۰ درجه سلسیوس و مدت‌زمان ۹۰ دقیقه انجام شد. مقایسه نمونه‌های پیش‌استخراج شده و شاهد نشان داد که به‌منظور رسیدن به یک عدد کاپا و بازده معین، نمونه‌های پیش‌استخراج شده به مقدار قلیا و زمان کمتری نیاز دارند. مقایسه خمیرکاغذهای تهیه شده نشان داد که نمونه‌های پیش‌استخراج شده مقاومت کششی کمتری در مقایسه با نمونه‌های شاهد دارند، ولی این کاهش از لحاظ آماری معنادار نیست. البته شاخص مقاومت به ترکیدگی نمونه‌های پیش‌تیمارشده در حد خمیرهای شاهد بود.

در این تحقیق، اثر شستشو و پیش‌تیمار خرده چوب‌های صنوبر دلتوئیدس با آب داغ و محلول قلیایی با غلظت‌های متفاوت بر ویژگی‌های خمیرکاغذ شیمیایی – مکانیکی (CMP) بررسی شده است.

مواد و روش‌ها

آماده‌سازی مواد خام

خرده چوب‌های گونه صنوبر دلتوئیدس به‌صورت کاملاً تصادفی از انباشت خرده چوب‌های صنوبر کارخانه چوب و کاغذ مازندران انتخاب شد و پس از انتقال آنها به آزمایشگاه، ابتدا خرده چوب‌های استاندارد به صورت دستی جداسازی و در هوای آزاد خشک شدند. سپس درصد رطوبت خرده چوب‌ها طبق استاندارد TAPPI اندازه‌گیری شد.

پیش‌تیمار خرده چوب‌های صنوبر با آب داغ

۱۵۰ گرم خرده چوب بر اساس جرم خشک از خرده چوب‌های صنوبر جداسازی شد. ازآنجایی‌که نسبت مایع به خرده چوب‌ها ۵ به ۱ بود، به این میزان آب مقطر داخل بشر ریخته و بشر در حمام آب با دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. با رسیدن دمای آب داخل بشر به دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد خرده چوب‌ها را داخل بشر ریخته و ۳۰ دقیقه زمان در نظر گرفته شد. بعد از اتمام زمان پیش‌تیمار، خرده چوب‌های پیش‌تیمارشده، توسط آب مقطر روی الک با مش ۲۰۰، کاملاً شستشو شدند. خرده چوب‌های پیش‌تیمارشده در هوای آزاد خشک شدند و پس از اندازه‌گیری درصد رطوبت برای جلوگیری از تبادل رطوبت با محیط، داخل کیسه‌های پلاستیکی قرار داده شدند.

پیش‌تیمار خرده چوب‌های صنوبر با محلول قلیایی

در این مرحله نیز ۱۵۰ گرم خرده چوب بر اساس جرم خشک از خرده چوب‌های صنوبر جداسازی شد. با توجه به نسبت ۵ به ۱ مایع به خرده چوب‌ها، محلول قلیایی هیدروکسید سدیم در سه سطح ۰/۵، ۲ و ۳/۵ درصد بر اساس جرم خشک خرده چوب‌ها، در داخل یک بشر ریخته شد و پس از بستن درب آن در حمام آب با دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. زمانی که دمای بشر به ۹۰ درجه سانتی‌گراد رسید خرده چوب‌ها را داخل بشر ریخته و ۳۰ دقیقه زمان در نظر گرفته شد. پس‌ازاین مدت خرده چوب‌های پیش‌تیمارشده، توسط آب مقطر روی الک با مش ۲۰۰، کاملاً شستشو شدند. خرده چوب‌های پیش‌تیمارشده در هوای آزاد خشک شده و برای جلوگیری از تبادل رطوبت با محیط، داخل کیسه‌های پلاستیکی قرار گرفتند.

تعیین pH مایع پیش‌تیمارشده

pH مایع پیش‌تیمارشده با pH متر Metrohm مدل ۸۲۷ در دمای ۱± ۲۴ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شد.

تعیین درصد کاهش جرم خرده چوب‌های صنوبر پیش‌تیمار شده

از اختلاف جرم خرده چوب‌های صنوبر اولیه (M1) و جرم خرده چوب‌های صنوبر پیش‌تیمار شده (M2) (بر مبنای وزن کاملاً خشک)، کاهش جرم نمونه‌ها به درصد با فرمول زیر محاسبه شد:

$$\%\ \text{کاهش جرم} = \left(\frac{M1 - M2}{M1}\right) * 100$$

www.SID.ir

Archive of SID

تهیه خمیرکاغذ CMP

فرایند خمیرکاغذسازی شیمیایی- مکانیکی برای خرده چوب‌های پیش‌تیمارشده و پیش‌تیمارنشده (شاهد) صنوبر به‌طور جداگانه انجام شد. مایع پخت CMP از کارخانه چوب و کاغذ مازندران تهیه شد. پخت چیپس‌های صنوبر در دمای ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد، زمان۳۰ دقیقه و غلظت مایع پخت ۱۴ درصد انجام شد. نسبت مایع پخت به چیپس نیز ۷ به۱ در نظر گرفته شد. پس از پایان پخت، دیگ پخت تخلیه شد و خرده چوب‌های عمل‌آوری شده با مایع پخت پس از شستشو با استفاده از دفیبراتور آزمایشگاهی به خمیرکاغذ تبدیل شدند. بازده خمیرکاغذ اندازه‌گیری شد. برای تهیه خمیرکاغذ بدون وازده، از ۲ غربال ۲۰ و ۲۰۰ مش استفاده شد. سپس خمیرکاغذها به‌وسیله پالاینده آزمایشگاهی PFI به درجه روانی CSF, ۳۷۵±۲۵ml رسانده شدند.

رنگ‌بری خمیرکاغذ

برای رنگ‌بری خمیرکاغذ با پراکسید هیدروژن و با توجه به پیش آزمونهای انجام شده، مقدار ۱۲ گرم خمیرکاغذ بر مبنای وزن خشک مورد استفاده قرار گرفت. با توجه به اینکه ممکن است از طریق آب فرایندی و نیز در ضمن عملیات پالایش، یون‌های فلزات واسطه شامل Cu^{+}، Fe^{2+} و Mn^{2+} وارد سوسپانسیون خمیرکاغذ شوند و ورود این یون‌ها به مرحله رنگ‌بری سبب از بین رفتن عامل فعال رنگ‌بری (آنیون پرهیدروکسیل OOH^{-}) و افت شدید بازده رنگ‌بری گردد، از این‌رو از عامل کیلیت کننده DTPA برای حذف این یون‌ها استفاده شد. ۱۲۰ گرم خمیرکاغذ رنگ‌بری نشده با خشکی ۱۰ درصد به خشکی ۲ درصد رسانده شد. ۰/۲ درصد DTPA بر مبنای جرم خشک به خمیرکاغذ اضافه شد. سپس با قرار دادن آن در حمام آب با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد، ۳۵ دقیقه زمان داده شد تا عمل جداسازی کاتیون‌های فلزات واسطه از سوسپانسیون خمیرکاغذ انجام شود. بعدازاین مرحله، خمیرکاغذ با قیف بوخنر آبگیری و شستشو شد. محلول رنگ‌بری شامل پراکسید هیدروژن (H_2O_2)، هیدروکسید سدیم (NaOH) و سیلیکات سدیم (Na_2Sio_3) به‌ترتیب به مقدار ۳، ۲ و ۲ درصد بر مبنای وزن خشک خمیرکاغذ به‌عنوان پایدارکننده شرایط قلیایی و محافظ پراکسید مورداستفاده قرار گرفت. ابتدا Na_2Sio_3 و بعد NaOH و در پایان H_2O_2 به خمیرکاغذ افزوده شد. به مدت ۱ ساعت و ۴۵ دقیقه خمیرکاغذ مخلوط شده با مایع رنگ‌بری در حمام آب با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. پس‌ازاین مدت خمیرکاغذ از حمام خارج شد. سپس خمیرکاغذ با آب به‌وسیله قیف بوخنر که روی آن کاغذ صافی قرار داشت، شستشو شد تا مایع رنگ‌بری از خمیرکاغذ جدا شود. با محلول آبی گاز دی‌اکسید گوگرد (SO_2 water)، PH به ۵ تا ۵/۵ رسانده شد و بعد کاغذ دست‌ساز تهیه گردید.

تهیه کاغذ دست‌ساز

کاغذهای دست‌ساز با جرم پایه $60\ gr/m^2$ مطابق با استاندارد ۰۲-sp ۲۰۵ T آئین‌نامه TAPPI ساخته شدند.

اندازه‌گیری ویژگی‌های کاغذها

ویژگی‌های فیزیکی کاغذ ازجمله: وزن پایه، ضخامت و دانسیته ظاهری به‌ترتیب طبق استاندارد ۰۲- ISO - ۵۳۴،T۴۱۰om و ویژگی‌های نوری ازجمله: درجه روشنی، زردی و ماتی طبق استانداردهای ISO -۲۴۷۰ و ISO -۲۴۷۱ و همچنین ویژگی‌های مقاومتی شامل: مقاومت کششی و مقاومت به ترکیدن به‌ترتیب با استانداردهای ۲-۱۹۲۴ -ISO و ISO -۲۷۵۸ اندازه‌گیری شد. تجزیه‌وتحلیل آماری نتایج با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد. این طرح در قالب طرح کاملاً تصادفی بوده، ابتدا جدول تجزیه واریانس تشکیل و بعد با توجه به سطح معنادار بودن (سطح ۹۵ درصد)، مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن انجام شد.

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج

بازده خمیرکاغذهای حاصل از خرده چوب‌های پیش‌تیمار شده و شاهد

جدول ۱ مقادیر کاهش جرم، بازده و pH مایع را بعد از پیش‌تیمار خرده چوب‌های صنوبر در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد و زمان ۳۰ دقیقه نشان می‌دهد. با توجه به جدول ۱، پیش‌تیمار با قلیا در مقایسه با آب داغ، باعث افت جرمی بیشتر خرده چوب‌ها شده است و با افزایش مصرف قلیا، کاهش جرم خرده چوب‌ها نیز بیشتر شده است. ازآنجاکه خرده چوب‌ها در طی پیش‌تیمار شستشو، متناسب با نوع و غلظت مایع دارای افت جرمی شده‌اند اما مشاهده می‌شود که پس از فرایند خمیرسازی در خرده چوب‌های با درصد کاهش جرم بالا، بازده افزایش‌یافته است که درواقع این افزایش بازده بر اساس جرم اولیه خرده چوب‌های هر مرحله اندازه‌گیری شده است و بدین معنا نیست که پیش‌تیمارهای انجام‌شده باعث افزایش بازده کلی خمیر می‌شوند.

جدول ۱- مقادیر pH مایع بعد از پیش‌تیمار، کاهش جرم خرده چوب‌های پیش‌تیمارشده و بازده خمیرکاغذ صنوبر

نوع تیمار	دمای پیش‌تیمار (درجه سانتی‌گراد)	زمان پیش‌تیمار (دقیقه)	pH مایع پیش‌تیمارشده	کاهش جرم (درصد)	بازده (درصد)
شاهد	–	–	–	–	۸۴/۳
پیش‌تیمار با آب داغ	۹۰	۳۰	۷/۱	۱/۱	۸۶/۵
پیش‌تیمار با ۰/۵٪ قلیا	۹۰	۳۰	۱۰/۰۲	۱/۸	۸۷/۵
پیش‌تیمار با ۲٪ قلیا	۹۰	۳۰	۱۱/۸	۳/۲	۸۸/۴
پیش‌تیمار با ۳/۵٪ قلیا	۹۰	۳۰	۱۲/۳	۳/۵	۸۸/۹

درجه روانی خمیرکاغذ

درجه روانی خمیرکاغذهای حاصل از خرده چوب‌های پیش‌تیمارشده با آب داغ و پیش‌تیمارشده با قلیا و نیز درجه روانی خمیرکاغذهای شاهد اندازه‌گیری شد. جدول ۲ درجه روانی اولیه (قبل از پالایش) و درجه روانی بعد از پالایش خمیرکاغذهای حاصل از خرده چوب‌های پیش‌تیمارشده و شاهد را نشان می‌دهد. در اثر پیش‌تیمارهای انجام شده، تعداد دور پالایش نمونه‌ها برای رسیدن به درجه‌روانی مورد نظر، نسبت به نمونه شاهد افزایش یافت.

ویژگی‌های فیزیکی کاغذ

جدول ۳ میانگین جرم پایه، ضخامت و دانسیته کاغذهای حاصل از خرده چوب‌های پیش‌تیمارشده و شاهد گونه صنوبر را نشان می‌دهد. با توجه به جدول ۳، پیش‌تیمار شستشوی خرده چوب‌ها با آب داغ و قلیا تأثیر قابل‌ملاحظه‌ای در دانسیته کاغذهای دست‌ساز نداشته است. به‌طور نسبی دانسیته کاغذهای پیش‌تیمارشده با آب داغ به‌دلیل حضور بیشتر کربوهیدرات‌ها، بیشتر از کاغذهای پیش‌تیمارشده با قلیا می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- درجه روانی قبل و بعد از پالایش

نوع تیمار	مصرف انرژی	دور پالایش	درجه روانی اولیه (میلی‌لیتر CSF)	درجه روانی بعد از پالایش (میلی‌لیتر CSF)
شاهد	۲۳۰	۶۲۰۰	۷۶۰	۳۶۵
پیش‌تیمار با آب داغ	۲۳۰	۶۵۵۰	۷۶۵	۳۹۰
پیش‌تیمار با ۰/۵٪ قلیا	۲۵۰	۷۴۵۰	۷۶۰	۳۸۰
پیش‌تیمار با ۲٪ قلیا	۲۶۰	۷۷۰۰	۷۶۵	۳۶۵
پیش‌تیمار با ۳/۵٪ قلیا	۲۴۰	۷۵۰۰	۷۴۰	۳۶۵

جدول ۳- میانگین ضخامت، جرم پایه و دانسیته کاغذهای حاصل از خرده چوب‌های پیش‌تیمارشده و شاهد

نوع تیمار	دمای پیش‌تیمار (درجه سانتی‌گراد)	زمان پیش‌تیمار (دقیقه)	ضخامت (µm)	جرم پایه (g/m^2)	دانسیته (g/cm^3)
شاهد	–	–	۱۲۱/۷ b	۶۹b	۰/۵۷ ab
پیش‌تیمار با آب داغ	۹۰	۳۰	۱۰۹/۳ a	۶۶a	۰/۶ b
پیش‌تیمار با ۰/۵٪ قلیا	۹۰	۳۰	۱۱۸ b	۶۶a	۰/۵۶ a
پیش‌تیمار با ۲٪ قلیا	۹۰	۳۰	۱۱۶/۷ab	۶۴/۵ a	۰/۵۵ a
پیش‌تیمار با ۳/۵٪ قلیا	۹۰	۳۰	۱۱۸/۳ b	۶۴/۵ a	۰/۵۴ a

ویژگی‌های نوری کاغذ

درجه روشنی

میزان انعکاس نور تک‌رنگ آبی با طول‌موج ۴۵۷ نانومتر از سطح کاغذ نسبت به سطح استاندارد (اکسید منیزیم MgO) درجه روشنی نامیده می‌شود. درجه روشنی میزانی از فقدان زردی خمیر است که این زردی محصول حضور لیگنین و ناخالصی‌های دیگر درنتیجه رنگ‌بری ضعیف خمیر می‌باشد (Afra, 2006). جدول ۴ میانگین درجه روشنی و ماتی کاغذهای حاصل از خرده چوب‌های پیش‌تیمارشده و شاهد گونه صنوبر را در دمای ثابت ۹۰ درجه سانتی‌گراد و زمان ۳۰ دقیقه قبل و بعد از رنگ‌بری نشان می‌دهد. برای خمیرکاغذهای رنگ‌بری نشده، با انجام پیش‌تیمار شستشو

www.SID.ir

Archive of SID

خرده چوب‌ها، درجه روشنی خمیرکاغذ افزایش می‌یابد. در پیش‌تیمار قلیایی به‌ویژه با درصد قلیای بالا، در مقایسه با آب داغ درجه روشنی بالاتری در خمیرکاغذها مشاهده می‌شود. برای خمیرکاغذهای رنگ‌بری شده با شرایط یکسان رنگ‌بری با پراکسید هیدروژن نیز الگوی تقریباً مشابه خمیرکاغذهای رنگ‌بری نشده ملاحظه می‌شود.

جدول ۴- درجه روشنی و ماتی کاغذهای حاصل از خرده چوب‌های پیش‌تیمارشده و شاهد

نوع تیمار	درجه روشنی کاغذ قبل از رنگ‌بری (ISO)	ماتی کاغذ قبل از رنگ‌بری	درجه روشنی کاغذ بعد از رنگ‌بری (ISO)	ماتی کاغذ بعد از رنگ‌بری
شاهد	۳۳ a	۹۴/۲ c	۵۶/۹ a	۸۰/۷ b
پیش‌تیمار با آب داغ	۳۴/۱ b	۹۴/۳ c	۵۷/۶ b	۸۲/۶ c
پیش‌تیمار با ۰/۵٪ قلیا	۳۵/۸ c	۹۱/۶ b	۵۹/۶ d	۷۹ a
پیش‌تیمار با ۲٪ قلیا	۳۵/۸ c	۹۰/۳ b	۵۸/۷ c	۷۸/۱ a
پیش‌تیمار با ۳/۵٪ قلیا	۳۷/۴d	۸۸/۴ a	۵۹/۹ d	۷۸/۴ a

ویژگی‌های مقاومتی کاغذ

جدول ۵، میانگین شاخص مقاومت به کشش و شاخص مقاومت به ترکیدن کاغذهای حاصل از خرده چوب‌های پیش‌تیمارشده با آب داغ و پیش‌تیمار شده با قلیا و شاهد گونه صنوبر را نشان می‌دهد. پیش‌تیمار شستشو خرده چوب‌ها تأثیری در شاخص مقاومت به ترکیدن کاغذهای دست‌ساز نداشته ولی باعث کاهش شاخص مقاومت به کشش در پیش‌تیمار با آب داغ و پیش‌تیمار با ۳/۵٪ قلیا شده است و پیش‌تیمار با ۰/۵ و ۲٪ قلیا تأثیری بر این مقاومت نداشته است.

جدول ۵- میانگین شاخص مقاومت به کشش، شاخص مقاومت به ترکیدن و شاخص مقاومت به پاره شدن کاغذهای دست‌ساز

نوع تیمار	دمای پیش‌تیمار (درجه سانتی‌گراد)	زمان پیش‌تیمار (دقیقه)	شاخص مقاومت به کشش (mN/g)	شاخص مقاومت به ترکیدن ($KPa\ m^2/g$)
شاهد	–	–	۵۵/۷۶ b	۳/۳ a
پیش‌تیمار با آب داغ	۹۰	۳۰	۵۱/۱۶ a	۳ a
پیش‌تیمار با ۰/۵٪ قلیا	۹۰	۳۰	۵۵/۱۹ b	۳/۱ a
پیش‌تیمار با ۲٪ قلیا	۹۰	۳۰	۵۵/۶۷ b	۳/۲ a
پیش‌تیمار با ۳/۵٪ قلیا	۹۰	۳۰	۵۲/۱۶ a	۲/۹ a

بحث

کاهش جرم

در این تحقیق مقدار کاهش جرم در پیش‌تیمار با آب داغ، کمتر از تیمار قلیایی بوده و در پیش‌تیمار قلیایی با افزایش درصد NaOH کاهش جرم نیز افزایش یافت. به‌دلیل اینکه هیدروکسید سدیم دارای نفوذپذیری و واکنش‌پذیری خوبی است، بنابراین به بافت چوب نفوذ کرده و سبب خروج ترکیبات از بافت چوب و نیز باعث حل استرول‌ها و استرها مانند موم‌ها، استرهای استریل و تری گلیسیریدها شده، درنتیجه افت جرمی مشاهده می‌شود (Sun *et al.*, 2003).

www.SID.ir

Archive of SID

بازده خمیرکاغذ خرده چوب‌های تیمار شده

همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود پس از پیش‌تیمار شستشو و در فرایند جداگانه تهیه خمیرکاغذ، بازده خمیرکاغذ حاصل از خرده چوب‌های پیش‌تیمار شده نسبت به نمونه شاهد افزایش یافت. ازآنجاکه در مرحله پیش‌تیمار، برخی از ترکیبات تشکیل‌دهنده مواد لیگنوسلولزی به ویژه همی‌سلولزها و تا حدودی لیگنین، سلولز و مواد استخراجی خارج می‌شوند (Testova, 2006; Yoon & Heningen, 2008; Al-Dajani & Tschirner, 2008; Fredrick *et al.*, 2008)، بنابراین در مرحله بعدی و طی فرایند پخت ترکیبات کمتری خارج‌شده، درنتیجه هر چقدر میزان مواد خروجی در مرحله پیش‌تیمار بیشتر باشد، بازده خمیرکاغذ حاصل بیشتر خواهد بود که البته لازم به ذکر است که این بازده بر مبنای وزن خشک خرده چوب‌های پیش‌تیمارشده می‌باشد.

درجه روانی

خمیرکاغذهای حاصل از خرده چوب‌های پیش‌تیمارشده و شاهد برای رسیدن به درجه‌روانی ۲۵±۳۷۵ پالایش شدند. در اثر پیش‌تیمار، تعداد دور پالایش نمونه‌ها و انرژی مصرفی برای رسیدن به درجه‌روانی مورد نظر نسبت به نمونه شاهد افزایش یافت. همچنین، تعداد دور پالایش و انرژی مصرفی خمیرکاغذهای حاصل از خرده چوب‌های پیش‌تیمارشده با قلیا بیشتر از خمیرکاغذهای حاصل از خرده چوب‌های پیش‌تیمارشده با آب داغ بود. ازآنجاکه همی‌سلولزها تأثیر مثبتی در پالایش‌پذیری خمیر دارند، از این‌رو به دلیل خروج بخشی از آنها در اثر پیش‌تیمارهای انجام شده، برای رسیدن به درجه روانی مورد نظر به انرژی مصرفی و تعداد دور پالایش بیشتری نیاز است. Yoon و همکاران (۲۰۰۸) در تحقیقی گزارش کرده‌اند که پیش استخراج با آب داغ چوب‌های کاج منجر به کاهش پالایش‌پذیری الیاف و شاخص کشش خمیرکاغذ کرافت شده؛ درحالی‌که شاخص کشش دهانه صفر، پارگی و کشش تر بدون تغییر بوده است.

درجه روشنی

طبق جدول۴، با پیش‌تیمار با آب داغ در دما و زمان ثابت درجه‌روشنی نسبت به نمونه شاهد به میزان ۳/۳ درصد افزایش یافت. به دلیل خروج مواد استخراجی طی پیش‌تیمار با آب داغ، درجه‌روشنی افزایش یافت. Sun و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند که طی تیمار با آب داغ از کاه گندم به - مدت ۳۰ دقیقه و در دمای ۸۰، ۸۵، ۹۰ و ۹۵ درجه - سانتی‌گراد به‌ترتیب ۴۱، ۴۲/۷، ۴۶/۲ و ۴۷/۹ درصد از مواد استخراجی چوب خارج شدند. تجزیه واریانس درجه- روشنی نشان داد که اثر پیش‌تیمار با آب داغ بر درجه- روشنی کاغذهای پیش‌تیمارشده در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار است. در پیش‌تیمار قلیایی با افزایش غلظت قلیایی در دما و زمان ثابت درجه روشنی افزایش یافت. بیشترین درجه روشنی به میزان ۰/۳ ± ۳۷/۴ در پیش‌تیمار با ۳/۵ درصد مشاهده شد. زمانی که غلظت قلیا طی پیش‌تیمار افزایش یابد، مقدار مواد استخراجی در خمیرکاغذ کاهش یافته، درنتیجه درجه روشنی خمیر بهبود می‌یابد.

جدول ۴ نشان می‌دهد که بعد از رنگ‌بری خمیرکاغذ درجه‌روشنی کاغذ حاصل از تیمارها افزایش یافت. پیش‌تیمار با آب داغ نیز سبب افزایش درجه‌روشنی نسبت به نمونه شاهد شد و قابلیت رنگ‌بری خمیرکاغذ بهبود یافت. در اثر پیش‌تیمار با آب داغ ترکیباتی از مواد استخراجی چربی‌دوست شامل اسیدهای چرب آزاد، موم- ها، استرول‌ها، تری گلیسیریدها، استرهای استرول و مقادیر کمتری از دی‌گلیسریدها، اسیدهای رزینی و ترکیبات فنولی از چوب خارج می‌شوند (Orsa *et al.*, 1997; Sun *et al.*, 2003).

مشاهده می‌شود که با افزودن قلیا درجه‌روشنی نسبت به نمونه شاهد افزایش یافته است. پیش‌تیمار با قلیا سبب خروج مواد استخراجی به‌ویژه ترکیبات فنولی می‌شود. NaOH خروج مواد استخراجی را تسریع کرده، درنتیجه با افزایش درصد NaOH مورد استفاده، فنول‌های بیشتری حل شده و درجه روشنی به‌دست‌آمده از خمیر رنگ‌بری شده با پروکسید افزایش می‌یابد.

www.SID.ir

Archive of SID

فنول‌های موجود در خمیرکاغذ با کتون‌ها درهم آمیخته و ساختارهای رنگی محکمی تشکیل داده (Johansson *et al.*, 2000)، درنتیجه درجه‌روشنی خمیرکاغذ رنگ‌بری شده با پروکسید و پایداری درجه‌روشنی کاهش می‌یابد. همچنین بر اثر خروج مواد استخراجی قابلیت رنگ‌بری خمیرکاغذ بهبود می‌یابد. در فرایندهای رنگ‌بری بخشی از ماده شیمیایی مورد استفاده برای رنگ‌بری توسط مواد استخراجی مصرف می‌شود که با خروج مواد استخراجی پیش از فرایند رنگ‌بری، رنگ‌بری بهبود یافته و درجه روشنی افزایش می‌یابد.

ماتی کاغذ

ماتی با مجموع نور عبور کرده از کاغذ تعیین می‌شود. ماتی در کاغذهای چاپ و تحریر مانند کاغذ روزنامه بسیار اهمیت دارد؛ زیرا سبب می‌شود تا مطالب پشت کاغذ از سمت دیگر دیده نشود. طبق تئوری کوبلکا- مونک مقدار ماتی کاغذ به تعداد ذرات جدا و منفک موجود در ورق بستگی دارد. عوامل مؤثر روی ماتی عبارتند از: فاصله الیاف از یکدیگر، ساختار کاغذ، نوع الیاف، مقدار الیاف ریز و کوتاه. البته با افزایش درجه‌روشنی، ماتی کاهش می‌یابد (Afra, 2006). نتایج ماتی کاغذهای حاصل از خرده چوب‌های پیش‌تیمارشده با آب داغ و پیش‌تیمارشده با قلیا و شاهد قبل از رنگ‌بری نشان می‌دهد که در دما و زمان ثابت با انجام پیش‌تیمار با آب داغ بر روی خرده چوب‌ها، ماتی کاغذ تقریباً مشابه نمونه شاهد شد. تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر پیش‌تیمار با آب داغ بر ماتی کاغذهای پیش‌تیمارشده معنادار نیست.

در مورد افزودن قلیا در گونه صنوبر، با افزودن قلیا در هر سه سطح ماتی کاغذ نسبت به نمونه شاهد قبل از رنگ‌بری با شیب ملایمی کاهش یافت. در اثر خروج مواد استخراجی طی پیش‌تیمار با قلیا، با افزایش درصد قلیا درجه‌روشنی افزایش یافته، درنتیجه ماتی کاهش می‌یابد. دلیل این افت را می‌توان به ساختمان متراکم و دانسیته بیشتر کاغذهای صنوبر نسبت داد که در آن شکست نور کمتر و درنتیجه ماتی نیز کاهش می‌یابد (Rasuligarmarudi, 2002).

نتایج بعد از رنگ‌بری حکایت از آن دارد که ماتی در مقایسه با کاغذهای رنگ‌بری نشده کاهش یافت. بعد از رنگ‌بری خمیرکاغذهای شیمیایی-مکانیکی توسط پروکسید هیدروژن ماتی کاغذها کاهش یافت، چون پروکسید هیدروژن یک سفیدکننده مؤثر است.

شاخص مقاومت به کشش

جدول ۵ نشان می‌دهد که با پیش‌تیمار با آب داغ شاخص مقاومت به کشش در گونه صنوبر کاهش یافت. علت کاهش می‌تواند افت بیشتر کربوهیدرات‌ها در مرحله پیش‌تیمار و خمیرکاغذسازی باشد. تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر پیش‌تیمار با آب داغ بر شاخص مقاومت به کشش کاغذهای پیش‌تیمارشده در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنادار است. بالاترین میزان شاخص مقاومت به کشش مربوط به تیمار شاهد گونه صنوبر می‌باشد؛ که علت آن را می‌توان انعطاف‌پذیری زیاد الیاف گونه صنوبر دانست که در اثر پالایش منجر به شکل‌گیری بهتر الیاف و درنهایت ایجاد ساختار متراکم در کاغذ شده است (Rasuligarmarudi *et al.*, 2007). همچنین درصد بالای سلولز در گونه، موجب افزایش شاخص مقاومت به کشش صنوبر شده است (Ververis *et al.*, 2004). در گونه صنوبر با افزودن قلیا به مقدار ۰/۵ و ۲ درصد وزنی خرده چوب تیمارشده، شاخص مقاومت به کشش نسبت به نمونه شاهد اختلاف معناداری نداشته ولی با افزایش مصرف قلیا (۳/۵ درصد) کاهش یافت. البته خروج بیشتر کربوهیدرات‌ها و به‌ویژه همی‌سلولز از چوب می‌تواند توجیه‌کننده علت نسبی افت کاهش مقاومت کششی در مقادیر بیشتر مصرف قلیا در مرحله پیش‌تیمار شستشوی خرده چوب‌ها باشد (Yoon *et al.*, 2008).

شاخص مقاومت به ترکیدن

جدول ۵ شاخص مقاومت به ترکیدن کاغذهای حاصل از خرده چوب‌های پیش‌تیمارشده با آب داغ و پیش‌تیمارشده با قلیا و شاهد را قبل از رنگ‌بری نشان می‌دهد. طول فیبر و اتصال بین الیاف، دو فاکتور مؤثر در مقاومت به ترکیدن

www.SID.ir

Archive of SID

می‌باشند. اگرچه با افزایش طول فیبر، مقاومت به ترکیدن افزایش می‌یابد اما مقاومت به ترکیدن بیشتر به اتصال بین الیاف بستگی دارد. مقاومت به ترکیدن آزمونی است که بخش کم استحکام کاغذ را نشان می‌دهد، از این‌رو تحت تأثیر شکل‌گیری کاغذ بوده و با جرم پایه کاغذ متناسب است و بشدت تحت تأثیر رطوبت قرار می‌گیرد (Asadolahzadeh, 2010). تجزیه واریانس گونه صنوبر نشان داد که اثر پیش‌تیمار با آب داغ و قلیا بر شاخص مقاومت به ترکیدن معنادار نیست.

زبری الیاف به ضخامت دیواره الیاف وابسته است. به‌طوری‌که با افزایش ضخامت الیاف و صلبیت، پیوندها ضعیف می‌شود اما در مقابل الیاف با دیواره نازک پس از کوبیدن به‌خوبی روی‌هم قرار گرفته و درنهایت پیوند بین الیاف افزایش می‌یابد. البته افزایش اتصالات منجر به افزایش مقاومت به ترکیدن کاغذ خواهد شد (Safdari, 2010). الیاف صنوبر با دیواره نازک قادر به ایجاد پیوندهای قوی خواهند بود.

نتیجه‌گیری

در نمونه‌های پیش‌تیمارشده در دما و زمان ثابت، مقدار کاهش جرم طی پیش‌تیمار با آب داغ کمتر از پیش‌تیمار با قلیا شده و در پیش‌تیمار قلیایی با افزایش درصد قلیا مقدار کاهش جرم افزایش یافته است. در فرایند تهیه خمیرکاغذ، بازده خمیرکاغذ حاصل از خرده چوب‌های صنوبر پیش‌تیمار شده نسبت به نمونه شاهد بیشتر بوده، زیرا در مرحله پیش‌تیمار برخی از ترکیبات تشکیل‌دهنده دیواره سلولی خارج‌شده و در مرحله بعدی و طی فرایند پخت ترکیبات کمتری خارج‌شده و بازده افزایش می‌یابد.

خمیرکاغذهای حاصل از خرده چوب‌های پیش‌تیمارشده و شاهد برای رسیدن به درجه‌روانی ۲۵±۳۷۵ پالایش شدند. به‌طوری‌که در اثر پیش‌تیمار، تعداد دور پالایش نمونه‌ها و انرژی مصرفی برای رسیدن به درجه‌روانی مورد نظر نسبت به نمونه شاهد افزایش یافت.

همچنین، تعداد دور پالایش و انرژی مصرفی خمیرکاغذهای حاصل از خرده چوب‌های پیش‌تیمارشده با قلیا بیشتر از خمیرکاغذهای حاصل از خرده چوب‌های پیش‌تیمارشده با آب داغ است. به دلیل خروج بخشی از همی‌سلولزها که تأثیر مثبتی در پالایش‌پذیری خمیر دارند، برای رسیدن به درجه‌روانی مورد نظر به انرژی مصرفی و تعداد دور پالایش بیشتری نیاز است.

نتایج حاصل از اندازه‌گیری خواص نوری کاغذهای حاصل از خرده چوب‌های پیش‌تیمارشده و شاهد قبل و بعد از رنگ‌بری با پروکسید هیدروژن نشان داد که درجه روشنی نمونه‌های پیش‌تیمارشده با آب داغ و قلیا قبل و بعد از رنگ‌بری نسبت به نمونه شاهد افزایش یافت. طی پیش‌تیمار با قلیا با افزایش درصد قلیایی، درجه‌روشنی نمونه‌های پیش‌تیمارشده نیز افزایش نشان داد. قبل از رنگ‌بری، ماتی نمونه‌های پیش‌تیمارشده با آب داغ به مقدار کمی افزایش یافت و در کل اختلاف معنی‌داری بین نمونه‌های پیش-تیمارشده با آب داغ و شاهد در سطح اطمینان ۹۵ درصد مشاهده نشد. در صنوبر طی پیش‌تیمار با قلیا ماتی کاهش یافت. بعد از رنگ‌بری نیز ماتی در نمونه‌های پیش‌تیمارشده با آب داغ افزایش نشان داد که در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار شد. در نمونه‌های پیش‌تیمار شده با قلیا، ماتی روند نزولی نشان داد.

در نمونه‌های پیش‌تیمارشده با آب داغ در دما و زمان ثابت، شاخص مقاومت به کشش گونه صنوبر با اختلاف کمی نسبت به نمونه شاهد کاهش یافت. البته شاخص مقاومت به ترکیدن در اثر پیش‌تیمار با آب داغ و قلیا، تغییری نداشته است.

درمجموع، نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که پیش‌تیمار خرده چوب‌های صنوبر دلتوئیدس با آب داغ خالص و نیز محلول قلیایی باعث کاهش جرم و افزایش بازده خمیرکاغذها (خرده چوب‌های تیمار شده)، افزایش درجه روشنی، کاهش مقاومت‌ها و افزایش مصرف انرژی شده و هزینه تولید را برای انجام پیش‌تیمار افزایش داده است. به‌نحوی‌که همی‌سلولزها در بازده و پالایش نقش مهمی دارند.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع مورد استفاده

-Afra, E., 2006. Properties of paper: an introduction. Aeeizh Press. 360 pp.(In Persion).

-Al-Dajani, W.W. and Tschirner, U.W., 2008. Pre-extraction of hemicelluloses and subsequent kraft pulping. Part I: alkaline extraction. TAPPI journal, 7(6):3-8.

- Asadolahzadeh, M.T., 2010. The effect of the pre extract on the production of Soda- AQ paper pulp scarf from hemp stalks. M.Sc Thesis, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan.

-Baptista, C., Belgacem, N. and Paula Duarte, A., 2006. The effect of wood extractives on pulp properties of maritime pine kraft pulp. Appita journal, 59 (4):311-316.

-Friman, L., Hoglund, H., Hogberg, H.E. and Agnemo, R., 2004. Tannin-iron impregnated thermo mechanical pulp. Part I: Effects of extractions and heat on brightness. Nordic Pulp and Paper Research Journal, 19 (2):228-236.

-Feyzabadi, M., 2002. Study use of Poplar and Eucalyptus wood to produce newsprint paper and mechanical print. Ph.D. Thesis, Department of Natural Resources, Tehran University.131p.

-FredrickJr, W.G., Lien, S.J., Courchene, C.E., DeMartini, N.A., Ragauskas, A.J. and Lisa, K., 2008. Co- Production of ethanol and cellulose fiber from Southern Pine: Atechnical and economic assessment. Biomass and Bioenergy. 32: 1293-1302.

-Johansson, C.I., Beatson, R.P. and Saddler, J.N., 2000. Fate and influence of western red cedar extractives in mechanical pulping. Wood Sci. Technol. 34(5): 389-401.

-Hassanjanzadeh, H., Hejazi, S. and Jamalirad, L., 2014. Investigation on the Influence of the Alkaline Preextraction of Hemicelluloses on the Properties of Rice Straw Soda-AQ Pulp. Iranian Journal of Natural Resources, 66(4): 493-506

-Keating, J., Johansson, C.I. and Saddler, J.N., 2006. The nature of chromophores in high-extractives mechanical pulps: Western red cedar (Thuja plicata Donn) chemi thermo mechanical pulp (CTMP). Holzforschung, 60(4): 365-371.

Kostiainen, K., Jalkanen, H., Kaakinen, S., Saranpaa, P. and Vapaavuori, E., 2006. Wood properties of two silver birch clones exposed to elevated co2 and o3. Global change Biol.12:1230-1240.

-Lee, Z.Z. and Ou, Y.F., 1997. Influence of Extractives of Eucalyptus on Its Pulping. China Pulp Pap.. 16(1): 48.

-Liang, Ch., Zhan, H., Li, B. and Fu, Sh., 2011. Characterization of bamboo SCMP alkaline extractives and the effects on peroxide bleaching. BioResources Journal. 6 (2):1484-1494.

-Lozovaya, V.V., Gorshkova, T.A., Yablokova, E.V., Rumyantseva, N.I., Valieva, A., Ulanov, A. and Widholm, J.M., 1999. Cold alkali can extract phenolic acids that are ether-linked to cell wall components in dicotyledonous plants (buckwheat, soybean, and flax), Phytochemistry 50(3), 395-400.

-Nazarnezhad, N., 1996. Study high yield CMP Pulp and paper characteristics from the two species of spruce and Avrvamrykn. M.Sc. Thesis, Department of Natural Resources, Tarbiat Modarres University. Tehran. 91p.

-Orsa, F., Holmbom, B. and Thornton, J., 1997. Dissolution and dispersion of spruce components into hot water.Wood Science and Technology Journal. 31: 279-290, Springer-Verlag.

-Peart, C. and Ni Y., 2001. UV-Vis spectra of lignin model compound in the presence of metal ions and chelants. Journal. Wood Chem. Technol. 21(2): 113-125.

-Rasuligarmarudi, R., 2002. Study the possibility of using poplar wood instead of Beech in combination with Carpinus betulus for produce chemo-mechanical pulp for the newspaper. M.Sc.thesis. Department of Natural Resources, Tarbiat Modarres University.131p.

- Rasuligarmarudi, R., Resalati, H. and Feyzabadi, M., 2007. Produce CMP pulp from Avrameriken poplar wood to make newsprint production . College of Natural Resources Journal, 60 (3): 1013-1022.

-Resalati, H., 2005. Study qualitative- economic potential of using fast-growing non-wood forest wood species to provide country cellulosic raw material. The National research project, Tarbiat Modarres University.

-Riikonen, J., Holopainen, T., Oksanen, E. and Vapaavuori, E., 2005. Leaf photosynthetic characteristics of silver birch during three years of exposure to elevated CO2 and O3 in the field. Tree Physiology, 25:621–632.

-Redmond, W.A., Coffey, B.B., Shastri, S. and Manchester, D.F., 1971. Nonstructural Chromophoric Substances in Jack Pine Wood and Pulp.Pulp Pap. Mag. Can.. 72(1): 85.

-Sun, R.C., Salisbury, D. and Tomkinson, J., 2003. The chemical composition of lipophilic extractives released during the hot water treatment of wheat straw. Bioresource Technology Journal, 88, pp. 95-101.

www.SID.ir

Archive of SID

-Veysi, R., Mirshokraei, A., Khademieslam, H. and Hamsi, A. H., 2005. Study color changes of rush and beech CMP pulp due to heat aging. Agricultural Sciences Journal, 11(4): 201-211.

-Ververis, C., Georghiou, K., Christodoulakis, N., Santas, P. and Santas, R., 2004. Fiber dimensions, lignin and cellulose content of various plant materials and their suitability for paper production. Industrial Crops and Products an international Journal, 19: 245-254

-Yoon, S-H., Cullinan, H. and Krishnagopalan, G.A., 2009. The Effect of Modified Alkaline Pulping of Southern Pine, Integrated with Hemi cellulose Pre-extraction on Pulp Properties. In TAPPI Engineering Pulping, Environmental Conference, October 11-14, Memphis, Tennessee. (p.146).

- Yoon, S-H. and van Heningen, A., 2008. Kraft pulpingand papermaking properties of hot-water pre-extracted loblly pine in an integrated forest products biorefinery. TAPPY JOURNAL, 7(7): 22-26.

-Samkova, M. and Farkas, J., 1984. Chemical Characteristics of Hardwood Species for Kraft Pulping. Drevarsky Vyskum. 29(2): 31.

-Sumimoto, M., Tachibana, S. and Ohtani, Y., 1983. Behavior of Phenolic Wood Extractives in Pulping and Bleaching. Int. Symp. Wood & Pulping Chem., Japan, Vol.1: 115.

- Safdary, V.R., 1389. Morphological and chemical characteristics of Ulmus glabra, Ulmus minor, Zelkova carpinifolia andTagouk. Research Institute of Forests and Rangelands, 25 (2): 248-259.

-Technical Association of pulp & paper industry, standard test method. Tappi press. Atlanta, GA. USA 2009.

-Testova, L., 2006. Hemicellulose Extraction from Birch Wood Prior to Kraft Cooking.: Extraction Optimisation and Pulp Properties Investigatiuon. M.Sc. Thesis, Department of Chemical Engineering and Geosciences, Division of Chemical Technology, Lulea University of Technology, Sweden.

www.SID.ir

Archive of SID

Effects of chip washing pre-treatment method on optical and strength properties of chemimechanical pulp from poplar wood

M. Alipour[1], Gh. AsadpourAtouei[2*], S.M. Zabihzadeh[3] and Z. Ghazvini[4]

1- M.Sc., Pulp and Paper Technology, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran
2*- Corresponding author, Assistant Professor Department of Wood and Paper Science and Technology, Department of Natural Resources, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran, Email: asadpur2002@yahoo.com
3- Associate Professor Department of Wood and Paper Science and Technology, Department of Natural Resources, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran
4- M.Sc., Department of Natural Resources, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran

Received: May, 2015 Accepted: May, 2016

Abstract

Chips washing pre-treatment are an important factor in chemi-mechanical (CMP) pulping. Therefore, this research was conducted to investigate the effect of *Populous deltoids* wood chips washing pre-treatment on CMP optical (brightness and opacity) and strength (tensile and burst indecies) properties. Pre-treatment was accomplished with pure hot water and alkaline solution (NaOH) at three levels of concentration (0.5, 2 and 3.5 percent). Pre-treated and control (without washing) chips were pulped by CMP process. The results of indicated that the pretreatment with hot water and also alkaline solution reduced the wood chips mass but increased the pulp yield and brightness. Pulp strength was reduced and refining energy consumption increased.Chip pretreatment dissolved part of chip hemicelluloses which imparted some negative effects on pulp refinability and pulp strength reduction.

Key words: Alkaline pre-treatment, poplar, brightness, extractives, CMP pulp.

www.SID.ir