فصلنامهٔ علمی – پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران
جلد ۲۸، شمارهٔ ٤، صفحهٔ ۷۹٤-۷۷٤، (۱۳۹۲)

مقایسه تأثیر پیش‌تیمار با آب جوش و قلیا بر ویژگی‌های خمیرکاغذ نیمه‌شیمیایی سولفیت سدیم خنثی کاه‌گندم

سوده ژند*[۱]، مسیح مسعودی فر[۲]،احمدرضا سرائیان[۳] و علی قاسمیان[۳]

۱*- نویسنده مسئول، کارشناس ارشد، صنایع خمیر و کاغذ دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
پست‌الکترونیک: soodeh.zhand@yahoo.com
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد فرآورده‌های مرکب چوب دانشگاه زابل
۳- دانشیار گروه صنایع خمیر و کاغذ دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۹۲ تاریخ پذیرش: آبان ۱۳۹۲

چکیده

این تحقیق با هدف مقایسه ویژگی‌های خمیرکاغذ سولفیت سدیم خنثی کاه‌گندم زاگرس استان گلستان تحت تأثیر پیش‌تیمار قلیایی با هیدروکسیدسدیم یک درصد و آب جوش انجام شد. پیش‌تیمار کاه خرد شده با هیدروکسیدسدیم یک درصد و آب جوش به نسبت ۱۰ به ۱ به‌ترتیب در دماهای ۷۰ درجه سانتی‌گراد و دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ دقیقه انجام گردید. سپس از کاه پیش‌تیمار شده با مایع پخت سولفیت‌سدیم و هیدروکسید سدیم با نسبت ثابت ۵ به ۱ در دمای ۱٦۰ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۳۰ دقیقه خمیرکاغذ تهیه گردید. به‌منظور بررسی تأثیر هیدروکسیدسدیم بر مقاومت‌های کاغذ، در بعضی پخت‌ها فقط از سولفیت‌سدیم استفاده شد و در یک حالت کاه‌گندم بعد از قرار گرفتن در معرض پیش‌تیمار هوا خشک شد و از کاه پیش‌تیمار و توزین شده برای پخت استفاده شد و در حالتی دیگر بعد از پیش‌تیمار مقدار هیدروکسید سدیم جذب شده در پیش‌تیمار محاسبه و از هیدروکسید سدیم مورد نیاز برای پخت اصلی کسر شد. پس از پخت، خمیرکاغذها توسط پالایشگر آزمایشگاهی PFI mill تا رسیدن به درجه‌روانی ۲۵ ± ۳۸۰ میلی‌لیتر (CSF) پالایش شدند. از هر نوع خمیرکاغذ، کاغذ دست‌ساز ٦۰ گرمی ساخته شد و ویژگی‌های آن براساس آئین‌نامه TAPPI تعیین گردید. نتایج نشان داد که پیش‌تیمار اثر معنی‌داری در افزایش مقاومت‌های کاغذ بجز شاخص مقاومت به لهیدگی حلقوی داشته است و در اثر پیش‌تیمار به‌ویژه قلیایی، درجه‌روشنی خمیرکاغذ کاهش و مقاومت‌کششی، ترکیدن، طول پاره‌شدن، سفتی و دانسیته آن افزایش می‌یابد. به‌طورکلی با افزایش مقدار مواد شیمیایی به‌ویژه هیدروکسید سدیم در پخت اصلی مقادیر بازده و درجه روشنی خمیرکاغذها کاهش و مقاومت‌های آنها افزایش می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: کاه‌گندم، خمیرکاغذ نیمه شیمیایی سولفیت خنثی، پیش‌تیمار، ویژگی‌های مقاومتی کاغذ.

مقدمه

رشد فزاینده جمعیت جهان در سال‌های اخیر و کمبود منابع چوبی جنگلی (به‌ویژه در کشورهای فقیر به لحاظ منابع چوبی) استفاده از الیاف منابع کشاورزی را اجتناب‌ناپذیر ساخته است. الیاف حاصل از کشاورزی صدها سال است که برای تهیه کاغذ بکار می‌روند. مصرف

Archive of SID
www.SID.ir

کاه در تولید کاغذ و تقویت کننده‌ی خانه‌های کوچک گلی پیش از ظهور چندسازه‌های تقویت شده‌ی مدرن و کاغذ بر پایه‌ی استفاده از چوب انجام می‌شد. افزایش سریع استفاده از الیاف کشاورزی برای تولید خمیر کاغذ به‌ویژه در کشورهای فقیر به لحاظ منابع چوبی مانند چین و هند وجود دارد، در حال حاضر ١٤ کشور خمیر کاغذ خود را فقط از طریق استفاده از منابع الیاف کشاورزی تهیه می‌کنند. بیش از ۲۰ کشور۵۰٪ یا بیشتر ظرفیت خمیرکاغذ خود را از طریق استفاده از منابع کشاورزی به‌دست می‌آورند (پارساپژوه و همکاران، ۱۳۸۱).

خمیرکاغذهای باگاس، کاه غلات و برنج الیاف کوتاهی دارند و در مقابل پارگی از مقاومت کمتری برخوردارند و مقاومت به تا خوردن بالاتری دارند. این خمیرکاغذها را می‌توان جایگزین خمیرکاغذهای پهن‌برگان کرد. در بعضی از کشورها، کاغذهای چاپ و تحریر با ۹۰ درصد باگاس یا کاه و کاغذهای کنگره‌ای میانی و لاینر بورد به‌ترتیب با ٦٥ و ۵۰ درصد این خمیرها در ماده اولیه تولید می‌شوند (پارساپژوه و همکاران، ۱۳۸۱).

فرایند تهیه خمیر شیمیایی- مکانیکی عمده مورد استفاده در مورد منابع زراعی، فرایند سودای سرد است. بامبو و کاه هر دو به‌طور موفقیت‌آمیزی با استفاده از فرایند سودای سرد به خمیرکاغذ تبدیل می‌شوند. دانشمندان USDA درپوریا یک فرایند مکانیکی- شیمیایی را برای تهیه خمیرکاغذ از کاه و باگاس توسعه دادند که از محلول هیدروکسید سدیم یا مخلوطی از سولفیت‌سدیم و هیدروکسید سدیم در فشار اتمسفر برای پخت استفاده می‌کنند. بازده فرایند تهیه خمیر مکانیکی- شیمیایی به‌طور مشخص ۸-٦ درصد بالاتر از فرایند کرافت متداول و پخت سوداست (پارساپژوه و همکاران، ۱۳۸۱).

خمیرکاغذسازی سولفیت خنثی روشی مؤثر برای به‌دست آوردن خمیرکاغذهای خوب از کاه است. البته خمیرسازی NSSC از کاه نسبت به خمیرسازی NSSC از چوب تا حدودی پیچیده‌تر است و برخی از کارخانه‌ها نتوانسته‌اند بازده‌های مورد انتظار ۷۵-۷۰ درصد را بدست آورند و بازده خمیرسازی آنها ۵۸-۵۵ درصد بوده است. برای خمیرسازی نیمه شیمیایی سولفیت‌خنثی (لایه میانی کنگره‌ای) سولفیت‌سدیم ٤ درصد و هیدروکسید سدیم ۲ درصد استفاده می‌شود. زمان کل ماندگاری در دایجستر در ۱۰۰-۱٦۰ درجه سانتی‌گراد، فقط حدود ۲۰ دقیقه است (پارساپژوه و همکاران، ۱۳۸۱).

اهمیت پیش‌تیمار با آب

تیمار با آب می‌تواند باعث حذف بعضی از ترکیبات موجود در مواد لیگنوسلولزی یا مواد اولیه کاغذسازی گردد. مواد قابل حل در آب سرد یا آب گرم (حدود ۹۵ درجه سانتی‌گراد) شامل کربوهیدرات‌های قابل حل در آب، سیلکوزها، سیکلیتول‌ها، مقداری از اسیدهای آلی، گلیکوزیدها، برخی از ترکیبات غیرآلی و خیلی از مواد فنلی می‌گردد. تیمار طولانی مدت با آب داغ منجر به آبکافت مواد دیواره سلولی و به وجود آوردن محصولات تجزیه‌ای از کربوهیدرات‌ها و لیگنین در عصاره آنها می‌شود. خیلی از مواد که در آب قابل حل هستند در حلال‌های آلی نیز حل می‌شوند و مقداری که در عصاره با آب ظاهر می‌شود با مقدار حذف شده در هر پیش استخراج با حلال آلی کاهش خواهد یافت (Browning, 1967).

Archive of SID

www.SID.ir

اهمیت پیش‌تیمار قلیایی

عملکرد قلیا در پیش‌تیمار باعث واکشیده شدن دیواره سلولی و ایجاد تنش‌هایی در دیواره اولیه و ثانویه فیبرها می‌گردد که باعث از هم‌پاشیدن الیاف در مرحله پالایش مکانیکی می‌شود، این عمل باعث نمایان شدن لایه S_2 و ایجاد پیوند خوب بین فیبرها می‌شود و خارج شدن همی‌سلولز و مواد استخراجی باعث پائین آمدن بازده می‌شود (Ali, *et al.*, 2002).

در این راستا Aranovsky & Lathrop (۱۹٤۹) از هیدروکسید سدیم یا مخلوطی از هیدروکسید سدیم (۵ تا ٦ درصد بر پایه وزن خشک) و سولفیت‌سدیم، جهت تهیه خمیری با کیفیت بالا از کاه در یک خمیرکن استفاده کردند، خمیرسازی در حرارت ۱۰۰–۹۵ درجه سانتی‌گراد و به مدت یک ساعت انجام شد، بازده خمیر بالا و حدود ۷۵ درصد بود.

Clark و همکاران (۱۹٦۲) برای خمیرسازی نیمه شیمیایی سولفیت خنثیNSSC کنف از بارهای قلیایی از ۱۵ تا ۲۱ درصد (بر پایه وزن خشک) و زمان پخت ۲ ساعت در ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد استفاده کردند. نتایج آنها نشان داد که قلیائیت فعال ۱٦/٤–۱٦ درصد برای بدست آوردن خمیر قابل رنگبری مناسب است. ویژگی‌های مقاومتی در سطوح درجه‌روانی یکسان نسبت به خمیرهای پهن‌برگان برترند و مقاومت به پاره شدن حتی بهتر و قابل مقایسه با خمیر سوزنی‌برگان است. خمیرسازی NSSCکنف بازده بالا و موجب کاهش مصرف مواد شیمیایی می‌شود.

سرائیان (۱۳۸۲) امکان تولید خمیرکاغذ به روش مکانیکی پراکسید قلیایی (APMP) از کاه‌گندم خراسان را بررسی کرد؛ و نتیجه گرفت که با افزایش مقدار قلیایی جذب شده توسط کاه مقدار مقاومت آنها افزایش می‌یابد.

Raja & Irmak (۱۹۹۳) با استفاده از کربنات‌سدیم و هیدروکسیدسدیم اقدام به تهیه کاغذ فلوتینگ از کاه‌گندم کردند. نتایج بررسی آنها نشان داد که پخت حاوی هیدروکسیدسدیم بیشتر، آسانتر پالایش می‌شود و انرژی مصرفی کمتری لازم دارد. همچنین در اثر کم شدن هیدروکسیدسدیم زمان پخت زیادتر می‌شود و مقدار کربوهیدرات حل شده افزایش می‌یابد.

حسینی (۱۳۸۳) تحقیقی را در مورد استفاده از کاه‌گندم در فرایند NSSC انجام داد. شرایط پخت در دو سطح حرارتی ۱٦۵ و ۱۷۵ درجه سانتی‌گراد، زمان در سه سطح۲۰، ۳۰ و ٤۰ دقیقه و درصد مواد شیمیایی با سه سطح سولفیت‌سدیم (۱۲، ۱٤ و ۱٦٪). بعد از اتمام پخت و ساخت کاغذ دست‌ساز ٦۰ گرمی مشخص شد که تیمار ۱۷۵ درجه سانتی‌گراد در زمان ۳۰ دقیقه و ۱٦٪ مواد شیمیایی در دو ویژگی شاخص مقاومت به ترکیدن و مقاومت به تا شدن بالاترین مقدار را نشان می‌دهد که به‌ترتیب برابر ۵/۳۳۲۰ $kpa.m^2/g$ و ۳/۱ log بودند. لازم به ذکر است بازده تیمار فوق ۵۱/۱۰٪ بود.

Hurter (۲۰۰۲) به مطالعه تولید خمیرکاغذ از گیاهان غیرچوبی و انواع کاه پرداخت، نتایج تحقیقات نشان داد که مقاومت طول‌پاره شدن (متر)، فاکتور ترکیدن ($kpa.m^2/gr$) و حلقوی‌شدن (kN/m) کاغذ کنگره‌ای حاصل از کلش برنج ۳/۲۷۰، ۸/۲۰ و ۲٦ بوده است.

Ali و همکاران (۱۹۹۱) مقادیر مواد قابل حل کاه‌گندم در هیدروکسید سدیم ۱ درصد را ٤٤–٤۲ درصد بیان کردند. این درحالیست که میزان مواد قابل حل چوب در هیدروکسید سدیم ۱ درصد حدود ۲۰–۱۰ درصد می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

نتیجه حاصل از این تحقیق نشان داد که در تیمارقلیایی و پیش‌تیمارقلیایی با هیدروکسید سدیم، میزان چشمگیری از مواد در کاه حذف می‌شوند.

ثمریها و همکاران (۱۳۸۳) تحقیقی به‌منظور استفاده از خمیرکاغذ باگاس به روش نیمه‌شیمیایی‌سولفیت‌خنثی (NSSC) انجام دادند. تهیه خمیرکاغذ نیمه‌شیمیایی‌سولفیت‌خنثی باگاس به‌منظور ساخت کاغذدست‌ساز در دمای ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد با استفاده از ۱۰ و۲۰ درصد مواد شیمیایی و در مدت زمان ۳۰ و٤۰ دقیقه انجام شد. همچنین آنها کاغذهای دست‌ساز g/m^2 ۱۲۷ را از این خمیرکاغذها تهیه و پس از اندازه‌گیری خواص مقاومتی کاغذ به این نتیجه رسیدند که کاغذ حاصل از تیمار ٤۰ دقیقه‌ای با ۲۰٪ مواد شیمیایی دارای خواص مقاومتی بهتری بوده و مقادیر مقاومت به لهیدگی‌حلقوی، سفتی، شاخص مقاومت به کشش، شاخص مقاومت به ترکیدن و طول پاره‌شدن آن در مقایسه با کاغذهای حاصل از سایر تیمارها بیشتر است. تنها شاخص مقاومت به پاره شدن کاغذ حاصل از تیمار ٤۰ دقیقه‌ای با ۲۰٪ موادشیمیایی از کاغذ حاصل از تیمار ۳۰ دقیقه‌ای با ۲۰ درصد مواد شیمیایی کمتر بود.

حمصی و همکاران (۱۳۸٤) امکان جایگزینی خمیرکاغذ نیمه شیمیایی‌سولفیت‌خنثی باگاس به جای بخشی از خمیرکاغذ حاصل از چوب برای تولید کاغذ کنگره‌ای در مجتمع چوب و کاغذ مازندران را بررسی کردند. پخت خمیرکاغذ با استفاده از مواد شیمیایی مورد استفاده در کارخانه چوب و کاغذ مازندران به میزان ۲۰ درصد براساس ماده خشک مصرفی و زمان ۳۰ دقیقه و دمای ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد انجام گردید و تا درجه‌روانی ٤۰۰ میلی‌لیتر CSF پالایش شد. از خمیرکاغذ باگاس به نسبت‌های ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۱۰۰ درصد (باگاس خالص) اختلاط‌هایی با خمیرکاغذ NSSC کارخانه چوب و کاغذ مازندران با درجه‌روانی ٤۰۰ میلی‌لیتر CSF تهیه گردید و نمونه شاهد با استفاده از خمیرکاغذ الیاف بلند وارداتی سفید نشده با درجه‌روانی ۵۰۰ در سطح ۵ درصد با خمیر NSSC کارخانه مخلوط و تهیه شد. از هر نمونه، کاغذ دست‌ساز ۱۲۷ گرمی تهیه شد. بررسی‌ها نشان داد، هرچه میزان مصرف خمیرکاغذ باگاس افزایش یابد، شاخص مقاومتی کاغذ حاصل از قبیل مقاومت به لهیدگی حلقوی[1]، سفتی، شاخص مقاومت به کشش، پاره‌شدن، ترکیدن و طول پاره‌شدن افزایش می‌یابد.

در این بررسی مایع پخت شامل Na_2SO_3 و NaOH و pH اولیه آن حدود ۱۱ بود. هدف از این تحقیق مقایسه ویژگی‌های خمیرکاغذ NSSC کاه‌گندم تحت تأثیر پیش‌تیمار با آب‌جوش و هیدروکسیدسدیم یک درصد می‌باشد.

مواد و روش‌ها

نمونه کاه‌گندم مورد استفاده در این بررسی از مزارع شهرستان گرگان (استان گلستان) تهیه شده و به قطعات ۵ – ۳ سانتی‌متر خرد شدند. پس از اندازه‌گیری درصد رطوبت به‌منظور انجام عملیات پخت و تهیه کاغذ دست‌ساز به آزمایشگاه صنایع خمیر و کاغذ دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان منتقل شد. در مرحله‌ی بعد تولید خمیرکاغذ با استفاده از روش نیمه‌شیمیایی سولفیت‌خنثی (سولفیت‌سدیم–هیدروکسیدسدیم) با استفاده از دیگ پخت آزمایشگاهی حاوی ٦ سیلندر که انتقال حرارت در آن از طریق گلیسیرین مذاب صورت می‌گیرد انجام گردید. در هر پخت معادل ۱۰۰ گرم کاه خشک

1-Rig Crush Test

Archive of SID

www.SID.ir

استفاده شد. و در یک حالت برای بررسی تأثیر هیدروکسیدسدیم بر ویژگی‌های خمیرکاغذ حاصل، هیدروکسیدسدیم حذف گردید و در حالت دیگر، مقدار هیدروکسید سدیم مورد نیاز برای پخت از هیدروکسید سدیم جذب شده در مرحله پیش‌تیمار کسر و مقدار ۱/٤۸ درصد هیدروکسید سدیم برای پخت استفاده شد و در یک حالت از ۲ درصد هیدروکسید سدیم برای پیش‌تیمار استفاده شد. در حالت دیگر، کاه‌گندم بعد از قرار گرفتن در معرض پیش‌تیمار هوا خشک شد و از کاه پیش‌تیمار شده و توزین شده برای پخت استفاده شد. نسبت مایع پخت به کاه ۱۰ به ۱ و دمای حداکثر $160^{\circ}C$ و زمان ۳۰ دقیقه در نظر گرفته شد و هر پخت با ۲ تکرار انجام شد. مشخصات فرایند پخت در قالب ۹ تیمار بشرح زیر اعمال گردید.

جدول ۱- شرایط مختلف خمیرکاغذسازی NSSC کاه‌گندم

شماره تیمار	شرایط پیش‌تیمار و پخت	کد
تیمار ۱	پیش‌تیمار با هیدروکسید سدیم ۱ درصد و پخت با ۱۰٪ سولفیت‌سدیم	A
تیمار۲	پیش‌تیمار با هیدروکسید سدیم ۱ درصد و پخت با ۱۰٪ سولفیت‌سدیم و ۲٪ هیدروکسیدسدیم	B
تیمار ۳	پیش‌تیمار با هیدروکسید سدیم ۱ درصد و پخت با ۱۰٪ سولفیت‌سدیم و ۱/٤۸٪ هیدروکسیدسدیم	C
تیمار ٤	پیش‌تیمار با ۲٪هیدروکسیدسدیم و پخت با ۱۰٪ سولفیت‌سدیم	D
تیمار ٥	پیش‌تیمار با آب‌جوش و پخت با ۱۰٪ سولفیت‌سدیم	E
تیمار ٦	پیش‌تیمار با آب جوش و پخت با ۱۰٪ سولفیت‌سدیم و ۲٪ هیدروکسیدسدیم	F
تیمار ۷	پیش‌تیمار با آب‌جوش و سپس هوا خشک کردن نمونه‌ها و سپس پخت با ۱۰٪ سولفیت‌سدیم و ۲٪ هیدروکسیدسدیم	G
تیمار ۸	پخت شاهد با ۱۰٪ سولفیت‌سدیم و ۲٪ هیدروکسیدسدیم	H
تیمار ۹	پخت شاهد با ۱۰٪ سولفیت‌سدیم	I

خمیرکاغذ با استفاده از دیگ پخت آزمایشگاهی که حاوی ٦ سیلندر است و انتقال حرارت در آن از طریق گلیسیرین مذاب صورت می‌گیرد در آزمایشگاه گروه صنایع خمیرکاغذ دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گرگان انجام شد. بعد از هر پخت الیاف خارج و مایع‌پخت جداسازی و پس از شستشو پالایش اولیه با استفاده از پالایشگر آزمایشگاهی صورت گرفت و با شستشوی خمیرکاغذ پالایش شده توسط دو الک با اندازه سوراخ ۲۰ مش مستقر بر روی الک ۲۰۰ مش به‌وسیله‌ی فشار آب غربال شد. سپس پالایش ثانویه روی خمیرکاغذها توسط پالایشگر آزمایشگاهی طبق دستورالعمل T۲٤۸ sp–۰۰ آئین‌نامه TAPPI انجام گردید و درجه‌روانی خمیرکاغذها به حدود CSF ۳۸۰ رسانده شد و از این خمیرکاغذها براساس دستورالعمل T۲۰۵ sp–۰۲ آئین‌نامه TAPPI کاغذ دست‌ساز ٦۰ گرمی ساخته شد.

برای اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی، نوری و مقاومتی کاغذهای دست‌ساز ساخته شده، نمونه‌های کاغذ به آزمایشگاه صنایع چوب و کاغذ مازندران منتقل شد و ویژگی‌های فیزیکی، نوری و مقاومتی آنها مطابق با دستورالعمل‌های آیین‌نامه TAPPI بشرح جدول ۲ اندازه‌گیری شد.

Archive of SID

www.SID.ir

تجزیه و تحلیل ویژگی‌های فیزیکی، نوری و مقاومتی کاغذ دست‌ساز با استفاده از طرح آزمایش کاملاً تصادفی و گروه‌بندی میانگین‌های ویژگی‌های حاصل با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

جدول ۲- اندازه‌گیری ویژگی‌های نوری و مقاومتی نمونه‌های کاغذ دست‌ساز

-	روشنی	T ٤٥٢ – om – ٠٢
-	ماتی	T ٤٥٢ – om – ٠١
-	مقاومت در برابر پاره شدن	T ٤١٤ – om – ٠٤
-	مقاومت در برابر ترکیدن	T ٤٠٣ – om – ٠٣
-	طول پاره شدن	T ٤٩٤ – om – ٠١
-	مقاومت در برابر کشش	T ٤٩٤ – om – ٠١
-	مقاومت به لهیدگی حلقوی (RCT)	T ٨١٨ – cm – ٩٧
-	سفتی	T ٤٨٩ – om – ٠٢

نتایج

جدول ۳- مقایسه بازده خمیر کاغذ NSSC کاه‌گندم پس از هر یک از مراحل فرآوری آن

عامل پیش‌تیمار	بازده مرحله پیش تیمار	مرحله تیمار اصلی			
		NaOH	Na_2SO_3	بازده (قبل از پالایش)	بازده پس از پالایش	انحلال پس از پالایش
شاهد	–	٠	١٠	٦٠/١٠	٤٥/٧٨	٥٤/٢٢
	–	٢	١٠	٥٧/٨٥	٤٥/٦٦	٥٤/٣٤
هیدروکسید سدیم ١٪	٧٨/٦	٠	١٠	٥٥/٤٨	٤١/٧٩	٥٨/٢١
	–	١/٤٨	١٠	٥٣/٢١	٤٢/٩٧	٥٧/٠٣
	–	٢	١٠	٥٢/٧٣	٤٤/٨٢	٥٥/١٨
هیدروکسید سدیم ١٪	٧٨/٢	٢	١٠	٥٦/٩٩	٥٣/٤٦	٤٦/٥٤
هیدروکسید سدیم ٢٪	٧٦/٦	٠	١٠	٦٠/٦٢	٤١/١٨	٥٨/٨٢

* وزن بر مبنای کاه پیش‌تیمار شده

جدول ٤- گروه‌بندی میانگین‌های اثر مستقل پیش‌تیمار با آب‌جوش بر بازده و عددکاپا

تیمار	هیدروکسید سدیم (٪)	بازده (٪)	عددکاپا
شاهد	٠	[a] ٦٠ /٠٣٣	[a] ٩٢ /٩٤٠
	٢	[ab] ٥٥/٧٥٠	[b] ٦٦/٢٨٥
پیش‌تیمار با آب جوش	٠	[b] ٥٤/٣٩٣	[b] ٧٣/٥١٣
	٢	[b] ٥٣/٧٦٠	[c] ٧٣/٥٤٠

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر مستقل پیش‌تیمار با هیدروکسید سدیم ۱٪ بر بازده و عددکاپا

تیمار	هیدروکسید سدیم (٪)	بازده (٪)	عددکاپا
شاهد	۰	^{a}۶۰/۰۳۳	^{a}۹۲/۹۴۰
	۲	^{b}۵۵/۷۵۰	^{b}۶۶/۲۸۵
پیش‌تیمار با هیدروکسید سدیم ۱٪	۰	^{ab}۵۵/۴۸۰	^{c}۵۱/۸۰۳
	۱/۴۸	^{b}۵۳/۲۱	^{c}۴۵/۱۲۸
	۲	^{b}۵۲/۷۳۸	^{c}۵۰/۶۸۰

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر مستقل پیش‌تیمار با آب جوش * بر بازده و عددکاپا

تیمار	هیدروکسید سدیم (٪)	بازده (٪)	عددکاپا
شاهد	۰	^{a}۶۰/۰۳۳	^{a} ۹۲/۹۴۰
	۲	^{ab}۵۵/۷۵۰	^{b}۶۶/۲۸۵
پیش‌تیمار با آب‌جوش *	۲	^{a}۵۸/۶۶۵	^{b}۵۹/۰۶۳

* وزن بر مبنای کاه پیش‌تیمار شده

جدول ۷- مقایسه میانگین اثر مستقل پیش‌تیمار با هیدروکسید سدیم ۲٪ بر بازده و عددکاپا

تیمار	هیدروکسید سدیم (٪)	بازده (٪)	عددکاپا
شاهد	۰	^{a}۶۰/۰۳۳	^{a} ۹۲/۹۴۰
	۲	^{b}۵۵/۷۵۰	^{a}۶۶/۲۸۵
پیش‌تیمار با هیدروکسید سدیم ۲٪	۰	^{a}۵۹/۳۹۵	^{a}۹۰/۲۳۸

جدول ۸- مقایسه میانگین اثر مستقل پیش‌تیمار با هیدروکسید سدیم ۱٪ * بر بازده و عددکاپا

تیمار	هیدروکسید سدیم (٪)	بازده (٪)	عددکاپا
شاهد	۰	a۶۰/۰۳۳	a ۹۲/۹۴۰
	۲	a۵۵/۷۵۰	b۶۶/۲۸۵
پیش‌تیمار با هیدروکسید سدیم ۱٪ *	۰	a۵۶/۹۹۵	c۵۲/۱۹۰

*(وزن بر مبنای کاه پیش‌تیمار شده)

نتایج گروه‌بندی آزمون دانکن نشان می‌دهد که بین هر عامل پیش‌تیمار با خمیرکاغذ شاهد از لحاظ بازده اختلاف معنی‌داری وجود دارد، همچنین بین پیش‌تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری وجود دارد. طبق نتایج حاصل بیشترین مقدار بازده (گروه a) مربوط به خمیرکاغذ شاهد می‌باشد و کمترین مقدار بازده (گروه b) مربوط به خمیرکاغذ پیش‌تیمار شده با هیدروکسید سدیم ۱٪ است. طبق نتایج حاصل روند تغییر بازده در تیمارهای مختلف به این شرح است که بازده خمیرکاغذ پیش‌تیمار شده با آب‌جوش بیشتر از بازده خمیرکاغذ پیش‌تیمارشده با هیدروکسید سدیم ۱٪ است و بازده خمیرکاغذ پیش‌تیمار با هیدروکسید سدیم ۱٪ نیز بیشتر از بازده خمیرکاغذ پیش‌تیمار با هیدروکسید سدیم ۲٪ می‌باشد.

نتایج نشان دادند که بازده خمیرکاغذ NSSC کاه‌گندم پیش‌تیمار با آب‌جوش نسبت به شاهد کمتر است، زیرا در پیش‌تیمار با آب‌جوش بخشی از ترکیبات استخراجی، نشاسته و همی‌سلولزها حل می‌شوند. البته میزان انحلال با میزان قلیای مصرف شده هماهنگ

Archive of SID

www.SID.ir

می‌باشد، به‌نحوی‌که بیشترین میزان انحلال (۵۸/۸۲٪) مربوط به افزایش ۲ درصدی هیدروکسید سدیم در پیش‌تیمار می‌باشد. میزان انحلال کاه‌گندم پیش‌تیمار با قلیا نسبت به کاه‌گندم پیش‌تیمار با آب‌جوش بیشتر می‌باشد. علت این پدیده را می‌توان از یک طرف به بیشتر بودن مقدار مواد قابل حل در هیدروکسید سدیم ۱٪ در مقایسه با مواد قابل حل در آب جوش کاه‌گندم نسبت داد و از طرف دیگر می‌توان به انحلال بیشتر آن بخش از مواد قابل حل در قلیا با وزن مولکولی کم، نظیر مواد استخراجی، همی‌سلولزها و مقدار ناچیزی از لیگنین نسبت داد که منجر به کاهش بیشتر بازده می‌گردد. دلیل اصلی، حضور بیشتر مواد شیمیایی در کاه پیش‌تیمار شده با هیدروکسید سدیم است. زیرا در مرحله پیش‌تیمار بخشی از قلیا در کاه باقی می‌ماند که در مرحله پخت تأثیرگذار است.

جدول ۹- تأثیر تعداد دور پالایشگر بر درجه‌روانی و ضخامت خمیر کاغذ

تیمار	تعداد دور پالایشگر	درجه‌روانی بعد از پالایشگر (CSF)	ضخامت کاغذ (µm)
A	۲۲۰۰	٤۰۰	۲۱/۹٦
B	۲۰۰۰	۳۸۵	۱۳/٤۰
C	۱۵۰۰	٤۰۰	۱۲/٤۳
E	۲۰۰۰	٤۰۰	۱٤/٤۰
F	۱۰۰۰	۳۸۰	۱۲/۷٦
G	۱۵۰۰	۳۹۰	۱٤/۳۰
H	۳۰۰۰	۳٤۰	۱۳/٤٤
I	٤۵۰۰	٤۰۰	۲۱/٦۰

جدول ۱۰- مقایسه میانگین اثر مستقل پیش‌تیمار با آب جوش بر ماتی

تیمار	هیدروکسید سدیم (٪)	ماتی (٪)
شاهد	۰	^{a}۹۹/٦۰۰۰
	۲	^{b}۹۸/۹۳۳
پیش‌تیمار با آب جوش	۰	^{b}۹۸/۹۳۳۳
	۲	^{b}۹۸/۷۳۳۳

جدول ۱۱- مقایسه میانگین اثر مستقل پیش‌تیمار با هیدروکسید سدیم ۱٪ بر ماتی

تیمار	هیدروکسید سدیم (٪)	ماتی (٪)
شاهد	۰	^{a}۹۹/٦۰۰۰
	۲	^{b}۹۸/۹۳۳۳
پیش‌تیمار با هیدروکسید سدیم ۱٪	۰	^{c}۹۸/۲٦٦۷
	۱/٤۸	^{b}۹۸/۹۰۰۰
	۲	^{ab}۹۹/٤۰۰۰

جدول ۱۲- مقایسه میانگین اثر مستقل پیش‌تیمار با آب

تیمار	هیدروکسید سدیم (٪)	ماتی (٪)
شاهد	۰	^{a}۹۹/٦۰۰۰
	۲	^{ab}۹۸/۹۳۳۳
پیش‌تیمار با آب جوش*	۲	^{b}۹۸/۳۰۰۰

Archive of SID

www.SID.ir

خواص نوری، فیزیکی و مقاومتی کاغذهای دست‌ساز

بعد از پخت اصلی پالایش اولیه توسط دفیبراتور آزمایشگاهی انجام شد و پالایش ثانویه خمیر کاغذ طبق دستورالعمل شماره T۲٤۸-sp-۰۰ آئین‌نامه TAPPI توسط دستگاه پالایشگر PFI انجام گردید. به این منظور از ۵±۲٤ گرم خمیرکاغذ (معادل وزن خشک) با درصد خشکی ۱۰ درصد در دمای ۵±۲۰ درجه سانتی‌گراد استفاده شد. البته با تعیین تعداد دور مشخص به درجه‌روانی موردنظر می‌توان رسید، در این مرحله خمیرهای منتخب تا رسیدن به درجه‌روانی CSF ۲۵ ml ±۳۸۰ پالایش شدند.

جوش *بر ماتی نتایج گروه‌بندی آزمون دانکن نشان می‌دهد که بین هر عامل پیش‌تیمار با خمیرکاغذ شاهد اختلاف معنی‌داری وجود دارد، همچنین بین پیش‌تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری از لحاظ ماتی وجود دارد. طبق نتایج حاصل بیشترین مقدار ماتی (گروه a) مربوط به خمیرکاغذ شاهدی است که در پخت آن فقط از سولفیت‌سدیم استفاده شده و کمترین مقدار ماتی (گروه b) مربوط به خمیرکاغذ پیش‌تیمار با آب‌جوش (بر مبنای کاه پیش‌تیمار شده) می‌باشد. طبق نتایج حاصل روند تغییر میزان ماتی کاغذ در تیمارهای مختلف به این شرح است که ماتی خمیرکاغذ شاهدی که در پخت آن فقط از سولفیت سدیم استفاده شده است بیشتر از ماتی خمیرکاغذ پیش‌تیمار با هیدروکسید سدیم ۱٪ و ماتی خمیرکاغذ پیش‌تیمار با هیدروکسید سدیم ۱٪ بیشتر از ماتی خمیرکاغذ پیش‌تیمار با آب‌جوش است و ماتی خمیرکاغذ پیش‌تیمار با آب‌جوش بیشتر از ماتی خمیرکاغذ پیش‌تیمار با آب‌جوش (بر مبنای وزن کاه پیش‌تیمار شده) می‌باشد.

ویژگی‌های فیزیکی

جدول ۱۳- مقایسه میانگین اثر مستقل پیش‌تیمار با آب جوش بر ضخامت و دانسیته

تیمار	هیدروکسید سدیم (٪)	ضخامت (µ)	دانسیته (g/cm^3)
شاهد	۰	^{a}۲۱/ ٦۰۰۰	^{c}۰/۲۵٦٦۷
	۲	^{c}۱۳/٤٤۳۳	^{a}۰/٤٤۳۳۳
پیش‌تیمار با آب‌جوش	۰	^{b}۱٤/٤۰۰۰	^{b}۰/۳۷٦٦۷
	۲	۱۲/۷٦٦۷ bc	^{a}۰/٤٦۰۰۰

جدول ۱٤- مقایسه میانگین اثر مستقل پیش‌تیمار با هیدروکسید سدیم ۱٪ بر ضخامت و دانسیته

تیمار	هیدروکسید سدیم (٪)	ضخامت (µ)	دانسیته (g/cm3)
شاهد	۰	a۲۱/٦۰۰۰	b۰/۲۵٦٦۷
	۲	b۱۳/٤٤۳۳	a۰/٤٤۳۳۳
پیش‌تیمار با هیدروکسید سدیم ۱٪	۰	۱۲/۹٦۰۰ bc	a۰/٤٤۰۰۰
	۱/٤۸	c۱۲/٤۳۰۰	a۰/٤٦۷۳۳
	۲	b۱۳/٤۰۰۰	a۰/٤۰۰٤۳

جدول ۱۵- مقایسه میانگین اثر مستقل پیش‌تیمار با آب جوش *بر ضخامت و دانسیته

تیمار	هیدروکسید سدیم (٪)	ضخامت (µ)	دانسیته (g/cm3)
شاهد	۰	a۲۱/٦۰۰۰	c۰/۲۵٦٦۷
	۲	c۱۳/٤٤۳۳	a۰/٤٤۳۳۳
پیش‌تیمار با آب‌جوش *	۲	b۱٤/۳۰۰۰	b۰/۳٦٤٦۷

*وزن بر مبنای کاه پیش‌تیمار

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج گروه‌بندی آزمون دانکن نشان می‌دهد که بین هر عامل پیش‌تیمار با خمیرکاغذ شاهد اختلاف معنی‌داری وجود دارد، همچنین بین پیش‌تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری از لحاظ ضخامت وجود دارد. طبق نتایج حاصل بیشترین مقدار ضخامت (گروه a) مربوط به خمیرکاغذ شاهدی است که در پخت آن فقط از سولفیت‌سدیم استفاده شده و کمترین مقدار ضخامت (گروه c) مربوط به خمیرکاغذ پیش‌تیمار شده با هیدروکسید سدیم ۱ درصد می‌باشد. طبق نتایج حاصل روند تغییر میزان ضخامت کاغذ در تیمارهای مختلف به این شرح است که ضخامت خمیرکاغذ شاهد که در پخت آن فقط از سولفیت‌سدیم استفاده شده است بیشتر از ضخامت خمیرکاغذ پیش‌تیمار با آب‌جوش (بر مبنای وزن کاه پیش‌تیمار شده) است و ضخامت خمیرکاغذ پیش‌تیمار با آب‌جوش (بر مبنای وزن کاه پیش‌تیمار شده) بیشتر از خمیرکاغذ پیش‌تیمار با آب‌جوش است و ضخامت خمیرکاغذ پیش‌تیمار با آب‌جوش نیز بیشتر از ضخامت خمیرکاغذ پیش‌تیمار با هیدروکسید سدیم ۱٪ است. در واقع افزایش سود سوزآور به ترکیبات شیمیایی می‌تواند باعث افزایش pH مایع پخت، نفوذ بهتر و لیگنین‌زدایی بهتر و انعطاف‌پذیرتر شدن الیاف گردد. در مورد پیش‌تیمار قلیایی نیز همین نتیجه صدق می‌کند ولی افزودن مقدار بیشتر قلیا می‌تواند به دلیل تقویت کارایی تیمار اصلی و تولید الیاف نرم‌تر باعث کاهش ضخامت کاغذ شود. خمیر پیش‌تیمار شده با آب جوش (بر مبنای وزن کاه پیش‌تیمار شده) نسبت به کاغذ پیش‌تیمار شده با آب جوش از ضخامت بیشتری برخوردار است که این به دلیل نسبت بیشتر ماده اولیه باقیمانده در خمیر پیش‌تیمار شده و تأثیرپذیری کمتر این مواد ضمن پخت می‌باشد.

دانسیته

نتایج گروه‌بندی آزمون دانکن نشان می‌دهد که بین هر عامل پیش‌تیمار با خمیرکاغذ شاهد اختلاف معنی‌داری وجود دارد، همچنین بین پیش‌تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری از لحاظ دانسیته وجود دارد. طبق نتایج حاصل بیشترین مقدار دانسیته (گروه a) مربوط به خمیرکاغذ پیش‌تیمار شده با هیدروکسید سدیم ۱ درصد است و کمترین مقدار مقاومت دانسیته (گروه c) مربوط به خمیرکاغذ شاهدی است که در پخت آن فقط از سولفیت‌سدیم استفاده شده است. طبق نتایج حاصل روند تغییر میزان دانسیته کاغذ در تیمارهای مختلف به این شرح است که میزان دانسیته خمیرکاغذ پیش‌تیمار با هیدروکسید سدیم ۱٪ بیشتر از دانسیته خمیرکاغذ پیش‌تیمار با آب جوش است و میزان دانسیته خمیرکاغذ پیش‌تیمار با آب جوش بیشتر از دانسیته خمیرکاغذ پیش‌تیمار با آب‌جوش (بر مبنای کاه پیش‌تیمار شده) است و میزان دانسیته خمیرکاغذ پیش‌تیمار با آب‌جوش (بر مبنای کاه پیش‌تیمار شده) نیز بیشتر از دانیسته خمیر کاغذ شاهد است که در پخت آن فقط از سولفیت‌سدیم استفاده شده است.

مقاومت به ترکیدن

مقاومت در برابر ترکیدن عامل پیچیده‌ای از مقاومت به کشش و کشیده شدن کاغذ است. این مقاومت در حقیقت آزمون ضعیف‌ترین قسمت کاغذ است، بنابراین تحت تأثیر شکل‌گیری کاغذ قرار می‌گیرد، ولی جهت ماشین کاغذ در آن تأثیری ندارد. دو عامل مؤثر بر شاخص مقاومت در برابر ترکیدن کاغذ، طول فیبر و اتصال بین الیاف می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج گروه‌بندی آزمون دانکن نشان می‌دهد که بین هر عامل پیش‌تیمار با خمیرکاغذ شاهد اختلاف معنی‌داری وجود دارد و بین پیش‌تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری از لحاظ این مقاومت وجود دارد. طبق نتایج حاصل بیشترین مقدار مقاومت به ترکیدن (گروه a) مربوط به خمیرکاغذ پیش‌تیمار با هیدروکسید سدیم ۱٪ است و کمترین مقدار مقاومت به ترکیدن (گروه d) مربوط به خمیرکاغذ شاهدی است که در پخت آن فقط از سولفیت‌سدیم استفاده شده است. طبق نتایج حاصل روند تغییر میزان شاخص ترکیدن کاغذ در تیمارهای مختلف به این شرح است که شاخص ترکیدن خمیرکاغذ پیش‌تیمار با هیدروکسید سدیم ۱٪ بیشتر از شاخص ترکیدن خمیرکاغذ پیش‌تیمار با آب‌جوش است و شاخص ترکیدن خمیرکاغذ پیش‌تیمار با آب‌جوش نیز از شاخص ترکیدن خمیرکاغذ پیش‌تیمار با آب‌جوش (بر مبنای کاه پیش‌تیمار شده) بیشتر است و شاخص ترکیدن خمیرکاغذ پیش‌تیمار با آب‌جوش (بر مبنای کاه پیش‌تیمار شده) بیشتر از شاخص ترکیدن خمیرکاغذ شاهدی است که در پخت آن فقط از سولفیت سدیم استفاده شده است.

طبق نتایج حاصل مقاومت به ترکیدن کاغذ حاصل از خمیر کاه‌گندم پیش‌تیمار با هیدروکسید سدیم ۱٪ بیشتر از کاه‌گندم شاهد و پیش‌تیمار شده با آب جوش می‌باشد. زیرا کاه‌گندم پیش‌تیمار شده به‌ویژه با قلیا در مقایسه با کاه‌گندم شاهد باعث حذف برخی از ترکیبات کاه شده و کارایی تیمار اصلی را افزایش داده، بنابراین جداسازی الیاف کاه‌گندم پیش‌تیمار آسان‌تر بوده و الیاف بدست آمده بلندتر، سالم‌تر و از انعطاف‌پذیری و درهم‌رفتگی بیشتری برخوردار می‌باشد و به همین جهت کاغذهای بدست آمده از آنها شاخص ترکیدن بیشتری دارد.

خمیرکاغذ پیش‌تیمار شده با قلیا مقاومت به ترکیدن بمراتب بهتری از خمیر CRMP افرا (تیمار شده با ٤/۹ هیدروکسید سدیم و ٤/۲ درصد سولفیت سدیم) با شاخص ترکیدن ۱/٤ و حتی CRMP صنوبر (تیمار شده با ٤/۸ هیدروکسید سدیم و ٤/۲ درصد سولفیت سدیم) با شاخص ترکیدن ۲/۲ دارد.

جدول ١٦- مقایسه میانگین اثر مستقل پیش‌تیمار با آب جوش بر فاکتورهای اندازه‌گیری شده

تیمار	هیدروکسید سدیم (٪)	شاخص ترکیدن ($kPa.m^2/g$)	شاخص پاره شدن (mNm^2/g)
شاهد	۰	^{c}۱/٤۰٦٦۷	^{a}۳/۹۱۰۰
	۲	^{a}۲/٤۸۰۰۰	^{a}٤/۱۷۰۰
پیش‌تیمار با آب جوش	۰	^{b}۱/۹۵۰۰۰	^{a}٤/۳۱۳۳
	۲	^{a}۲/٤۱٦٦۷	^{a}٤/۹٦٦۷

جدول ۱۷- مقایسه میانگین اثر مستقل پیش‌تیمار با هیدروکسید سدیم ۱٪ بر فاکتورهای اندازه‌گیری شده

تیمار	هیدروکسید سدیم (٪)	شاخص ترکیدن ($k.Pa.m^2/g$)	شاخص پاره شدن (mNm^2/g)
شاهد	۰	^{d}۱/٤۰٦٦۷	^{b}۳/۹۱۰۰
	۲	^{b}۲/٤۸۰۰۰	^{b}٤/۱۷۰۰
پیش‌تیمار با هیدروکسید سدیم ۱٪	۰	^{ab}۲/۵۹٦٦۷	^{b}٤/۲۲۳۳
	۱/٤۸	^{a}۲/٦۷٦٦۷	^{a}٤/۸۹۳۳
	۲	^{c}۱/۸۱۳۳۳	^{a}٤/۹۲۳۳

جدول ۱۸- مقایسه میانگین اثر مستقل پیش‌تیمار با آب جوش (وزن بر مبنای کاه پیش‌تیمار شده) بر فاکتورهای اندازه‌گیری شده

تیمار	هیدروکسید سدیم (٪)	شاخص ترکیدن ($kPa.m^2/g$)	شاخص پاره شدن (mNm^2/g)
شاهد	۰	^{c}۱/٤۰٦٦۷	^{b}٤/۲۱۰۰
پیش‌تیمار با آب جوش *	۲	^{a} ۲/٤۸۰۰۰	^{b}٤/۱۷۰۰
	۲	^{b}۲/۱۰۳۳۳	^{a}٤/۹۱٦۷

Archive of SID
www.SID.ir

مقاومت به پاره شدن

مقاومت به پاره شدن به سه عامل، تعداد کلی الیافی که در معرض پاره شدن کاغذ قرار دارند، طول فیبر، شدت و مقاومت اتصال فیبر به فیبر بستگی دارد. تعداد الیافی که در معرض گسیختگی ورق قرار دارند تحت تأثیر وزن پایه کاغذ و انعطاف‌پذیری کاغذ قرار دارند (سرائیان، ۱۳۸۲).

نتایج گروه‌بندی آزمون دانکن نشان می‌دهد که بین هر عامل پیش‌تیمار با خمیرکاغذ شاهد اختلاف معنی‌داری وجود دارد، همچنین بین پیش‌تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری از لحاظ این مقاومت وجود دارد. طبق نتایج حاصل بیشترین مقدار مقاومت به پاره شدن (گروه a) مربوط به خمیرکاغذ پیش‌تیمار با آب‌جوش است و کمترین مقدار مقاومت به پاره شدن (گروه b) مربوط به خمیرکاغذ شاهدی است که در پخت آن فقط از سولفیت‌سدیم استفاده شده است. طبق نتایج حاصل روند تغییر میزان مقاومت به پاره شدن کاغذ در تیمارهای مختلف به این شرح است که مقاومت به پاره‌شدن خمیرکاغذ پیش‌تیمار با هیدروکسید سدیم ۱٪ بیشتر از مقاومت به پاره‌شدن خمیرکاغذ پیش‌تیمار با آب‌جوش (بر مبنای کاه پیش‌تیمار شده) است و مقاومت به پاره شدن خمیرکاغذ پیش‌تیمار با آب‌جوش (بر مبنای کاه پیش‌تیمار شده) بیشتر از مقاومت به پاره‌شدن خمیرکاغذ پیش‌تیمار با آب‌جوش است و مقاومت به پاره‌شدن خمیرکاغذ پیش‌تیمار با آب‌جوش بیشتر از مقاومت به پاره‌شدن خمیرکاغذ شاهدی است که در پخت آن فقط از سولفیت‌سدیم استفاده شده است.

طبق نتایج حاصل مقاومت به پاره شدن کاغذ حاصل از NSSC کاه‌گندم پیش‌تیمار با آب‌جوش در مقایسه با خمیرکاغذ شاهد بیشتر می‌باشد. علت این پدیده را می‌توان احتمالاً به بازده کمتر خمیرکاغذ پیش‌تیمار شده با آب‌جوش در مقایسه با خمیرکاغذ شاهد به علت حذف ترکیبات قابل حل در آب جوش و نیز همی‌سلولزهای ضعیف موجود در کاه‌گندم توسط پیش‌تیمار با آب‌جوش و کارایی بهتر پخت (تیمار اصلی) نسبت داد.

همچنین مقاومت به پاره‌شدن در کاغذ حاصل از NSSC کاه‌گندم پیش‌تیمار با هیدروکسید سدیم ۱٪ بیشتر از کاه‌گندم شاهد و خمیرکاغذ پیش‌تیمار شده با آب‌جوش و خمیرکاغذ پیش‌تیمار شده با آب جوش (بر مبنای کاه پیش‌تیمار شده) می‌باشد. زیرا در کاه‌گندم پیش‌تیمار با هیدروکسید سدیم ۱٪ احتمالاً محلول هیدروکسید سدیم با قابلیت نفوذ بیشتر در ساختار کاه‌گندم و ایجاد واکشیدگی زیادتر، انحلال بیشتر ترکیبات فرعی (که در ایجاد اتصال مناسب بین الیاف محدودیت ایجاد می‌کند) و همچنین انحلال بعضی از اجزای کربوهیدراتی، باعث کارایی بهتر تیمار اصلی، جدا شدن راحت‌تر الیاف و در نتیجه تولید الیاف بلندتر و سالم‌تر بیشتری می‌گردد. بنابراین زمینه درهم‌رفتگی مناسب‌تر الیاف را در جهت ایجاد شاخص پاره شدن بیشتر فراهم می‌آورد (سرائیان، ۱۳۸۲).

مقاومت به کشش

مقاومت به کشش در مقایسه با سایر اندازه‌گیری‌های مقاومتی مرسوم که بر روی کاغذ انجام می‌گیرد ویژگی اساسی‌تری می‌باشد. این مقاومت بیانگر ترکیبی از مقاومت‌های پاره‌شدن، تاخوردن و ترکیدن بوده که از پیچیدگی بیشتری برخوردارند.

شدت و کیفیت اتصال الیاف مهمترین عامل مؤثر بر مقاومت به کشش است. افزایش اتصال که در اثر افزایش

Archive of SID

www.SID.ir

پالایش و یا افزایش پرس تر ایجاد می‌گردد مقاومت به کشش را بالا می‌برد (سرائیان، ۱۳۸۲).

نتایج گروه‌بندی آزمون دانکن نشان می‌دهد که بین هر عامل پیش‌تیمار با خمیرکاغذ شاهد اختلاف معنی‌داری وجود دارد، همچنین بین پیش‌تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری از لحاظ این مقاومت وجود دارد. طبق نتایج حاصل بیشترین مقدار مقاومت به کشش (گروه a) مربوط به خمیرکاغذ پیش‌تیمار با هیدروکسید سدیم ۱٪ است و کمترین مقدار مقاومت به کشش (گروه c) مربوط به خمیرکاغذ شاهدی است که در پخت آن فقط از سولفیت‌سدیم استفاده شده است. طبق نتایج حاصل روند تغییر میزان مقاومت به کشش کاغذ در تیمارهای مختلف به این شرح است که مقاومت به کشش خمیرکاغذ پیش‌تیمار با هیدروکسید سدیم ۱٪ بیشتر از مقاومت به کشش خمیرکاغذ پیش‌تیمار با آب‌جوش است و مقاومت به کشش خمیرکاغذ پیش‌تیمار با آب‌جوش بیشتر از مقاومت به کشش خمیرکاغذ پیش‌تیمار با آب‌جوش (برمبنای کاه پیش‌تیمار شده) است. مقاومت به کشش خمیرکاغذ پیش‌تیمار با آب‌جوش (بر مبنای کاه پیش‌تیمار شده) نیز بیشتر از مقاومت به کشش خمیرکاغذ شاهدی است که در پخت آن فقط از سولفیت‌سدیم استفاده شده است.

طبق نتایج حاصل مقاومت به کشش حاصل از خمیرکاغذ پیش‌تیمار با هیدروکسید سدیم ۱٪ در مقایسه با سایر خمیرکاغذها بیشتر بوده که می‌توان این گونه تفسیر کرد که پیش‌تیمار به‌ویژه با محلول هیدروکسید سدیم ۱٪ نسبت به آب‌جوش کاه‌گندم را بیشتر واکشیده و نرم می‌کند. پیش‌تیمار باعث انحلال بخشی از همی‌سلولزها و مقادیر ناچیزی از لیگنین و مواد استخراجی و سیلیس کاه شده، در نتیجه باعث کارایی بهتر تیمار اصلی (پخت خمیر) در جداسازی الیاف کاه شده، بنابراین از کیفیت برتری جهت تبدیل به کاغذ یعنی درهم‌رفتن و فشرده‌تر شدن و ایجاد سطح اتصال بهتری برخوردار می‌باشد.

طول‌پاره شدن

نتایج گروه‌بندی آزمون دانکن نشان می‌دهد که بین هر عامل پیش‌تیمار با خمیرکاغذ شاهد اختلاف معنی‌داری وجود دارد، همچنین بین پیش‌تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری از لحاظ این مقاومت وجود دارد. طبق نتایج حاصل بیشترین مقدار مقاومت طول پاره‌شدن (گروه a) مربوط به خمیرکاغذ پیش‌تیمار با هیدروکسید سدیم ۱٪ است و کمترین مقدار مقاومت طول پاره‌شدن (گروه c) مربوط به خمیرکاغذ شاهدی است که در پخت آن فقط از سولفیت‌سدیم استفاده شده است. طبق نتایج حاصل روند تغییر میزان طول پاره‌شدن کاغذ در تیمارهای مختلف به این شرح است که طول پاره‌شدن خمیرکاغذ پیش‌تیمار با آب‌جوش بیشتر از طول پاره‌شدن خمیرکاغذ پیش‌تیمار با هیدروکسید سدیم ۱٪ است و طول پاره‌شدن خمیرکاغذ پیش‌تیمار با هیدروکسید سدیم ۱٪ بیشتر از طول پاره‌شدن خمیرکاغذ پیش‌تیمار با آب‌جوش (بر مبنای کاه پیش‌تیمار) می‌باشد؛ و طول پاره‌شدن خمیرکاغذ پیش‌تیمار با آب‌جوش (بر مبنای کاه پیش‌تیمار) نیز بیشتر از طول پاره‌شدن خمیرکاغذ شاهدی است که در پخت آن فقط از سولفیت‌سدیم استفاده شده است.

طبق نتایج حاصل مقاومت طول پاره‌شدن حاصل از خمیرکاغذ پیش‌تیمار با هیدروکسید سدیم ۱٪ و خمیرکاغذ پیش‌تیمار با آب‌جوش مقادیر بسیار نزدیک به

Archive of SID

www.SID.ir

هم داشتند که این مقادیر در مقایسه با خمیرکاغذ شاهد بیشتر بوده که می‌توان آن را این گونه تفسیر کرد که پیش‌تیمار با محلول هیدروکسید سدیم ۱٪ و آب‌جوش، کاه‌گندم را بیشتر واکشیده و نرم می‌کند. پیش‌تیمار باعث انحلال بخشی از همی‌سلولزها و مقادیر ناچیزی از لیگنین و مواد استخراجی و سیلیس کاه شده، در نتیجه باعث کارایی بهتر تیمار اصلی (پخت خمیر) در جداسازی الیاف کاه شده، بنابراین از کیفیت برتری جهت تبدیل به کاغذ یعنی درهم‌رفتن و فشرده‌تر شدن و ایجاد سطح اتصال بهتری برخوردار می‌باشد.

جدول ۱۹- مقایسه میانگین اثر مستقل پیش‌تیمار با آب جوش بر فاکتورهای اندازه‌گیری شده

تیمار	هیدروکسید سدیم (٪)	طول پاره‌شدن (km)	حجم ویژه (g/cm^3)	سفتی (mNm/kg)
شاهد	۰	^{c}۳/۰۱۰۰	^{a}۳/۳٦٦٦۷	^{c}۳/۸۳۳۳
	۲	^{b}۳/۹٦۳۳	^{c}۱/۸۸٦٦۷	^{b}۵/۰۰۰۰
پیش‌تیمار با آب‌جوش	۰	^{a}٤/۳۷٦۷	^{b}۲/۳۳٦٦۷	^{b}۵/۰۳۳۳
	۲	^{a}٤/٤۹۰۰	^{c}۱/۸٦۰۰۰	^{a}۵/۷٦٦۷

جدول ۲۰- مقایسه میانگین اثر مستقل پیش‌تیمار با آب جوش بر فاکتورهای اندازه‌گیری شده

تیمار	هیدروکسید سدیم (٪)	مقاومت به کشش (Nm/g)	مقاومت به لهیدگی‌حلقوی (N)
شاهد	۰	^{c}۲۹/۵۵۰	^{a}٦٤/۱۲۰
	۲	^{b}۳۹/۲٦۰	^{b}۵٦/٤۵۷
پیش‌تیمار با آب‌جوش	۰	^{a}٤۳/۳۵۷	^{a}٦۳/۳٦۰
	۲	^{a}٤۳/۷۸۰	^{a}٦۲/۳۰۷

جدول ۲۱- مقایسه میانگین اثر مستقل پیش‌تیمار با هیدروکسید سدیم ۱٪ بر فاکتورهای اندازه‌گیری شده

تیمار	هیدروکسید سدیم (٪)	طول پاره‌شدن (km)	حجم ویژه (g/cm^3)	مقاومت به کشش (Nm/g)
شاهد	۰	^{c}۳/۰۱۰۰	^{a}۳/۳٦٦۷	^{c}۲۹/۵۵۰
	۲	^{b}۳/۹٦۳۳	^{b}۱/۸۸٦۷	^{b}۳۹/۲٦۰
پیش‌تیمار با هیدروکسید سدیم ۱٪	۰	^{a}٤/۷۳۳۳	^{b}۱/۸۵۳۳	^{a}٤٦/۳۳۳
	۱/٤۸	^{a}٤/٤۷٦۷	^{b}۱/۸۰۳۳	^{a}٤۳/۹۱۷
	۲	^{c}۳/۲۵۰۳	^{b}۱/۸٤۰۰	^{c}۳۱/۸۲۳

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲۲- مقایسه میانگین اثر مستقل پیش‌تیمار با هیدروکسید سدیم ۱٪ بر فاکتورهای اندازه‌گیری شده

تیمار	هیدروکسید سدیم (٪)	مقاومت به لهیدگی حلقوی (N)	سفتی (mNm/kg)
شاهد	۰	^{a}٦٤/١٢٠	^{e}٣/٨٣٣٣٣
	٢	^{b}٥٦/٤٥٧	^{c}٥/٠٠٠٠
پیش‌تیمار با هیدروکسید سدیم ۱٪	۰	^{b}٥٨/١٥٠	^{a}٦/١٣٣٣
	١/٤٨	^{b}٥٧/٩٣٣	^{b}٥/٧٠٠٠
	٢	^{b}٥٩/٤٦٧	^{d}٤/٢٣٣٣

جدول ۲۳- مقایسه میانگین اثر مستقل پیش‌تیمار با آب جوش (وزن بر مبنای کاه پیش‌تیمار شده) بر فاکتورهای اندازه‌گیری شده

تیمار	هیدروکسید سدیم (٪)	طول پاره‌شدن (km)	حجم ویژه (g/cm^3)	مقاومت به کشش (Nm/g)
شاهد	۰	^{b}٣/٠١٠٠	^{a}٣/٣٦٦٧	^{b}٢٩/٥٥٠
	٢	^{a}٣/٩٦٣٣	^{b}١/٨٨٦٧	^{a}٣٩/٢٦٠
پیش‌تیمار با آب‌جوش*	٢	^{a}٣/٧٤٣٣	^{b}٢/١١٣٣	^{a}٣٦/٩٣٧

* وزن بر مبنای کاه پیش‌تیمار شده

جدول ٢٤- مقایسه میانگین اثر مستقل پیش‌تیمار با آب‌جوش (وزن بر مبنای کاه پیش‌تیمار شده) بر فاکتورهای اندازه‌گیری شده

تیمار	هیدروکسید سدیم (٪)	مقاومت به لهیدگی حلقوی (N)	سفتی (mNm/kg)
شاهد	۰	^{a}٦٤/١٢٠	^{b}٣/٨٣٣٣
	٢	^{b}٥٦/٤٥٧	^{a}٥/٠٠٠
پیش‌تیمار با آب‌جوش*	٢	^{a}٦٥/٧٢٠	^{a}٥/٠٦٦٧

سفتی

سفتی یک خاصیت بی نهایت مهم در بسیاری از کاربردهای کاغذ محسوب می‌شود. به‌عنوان یک قاعده کلی، سفتی یکی از مهمترین خواص مکانیکی مقواهای مورد استفاده برای بسته‌بندی محسوب می‌شود. سفتی را می‌توان به‌عنوان تابعی از مدول یانگ و توان سوم ضخامت در نظر گرفت. به دلیل این ارتباط، ضخامت مهمترین خاصیت در کنترل سفتی است.

نتایج گروه‌بندی آزمون دانکن نشان می‌دهد که بین هر عامل پیش‌تیمار با خمیرکاغذ شاهد اختلاف معنی‌داری وجود دارد، همچنین بین پیش‌تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری از لحاظ این مقاومت وجود دارد. طبق نتایج

Archive of SID

www.SID.ir

حاصل بیشترین مقدار مقاومت سفتی (گروه a) مربوط به خمیرکاغذ پیش‌تیمار با هیدروکسید سدیم ۱٪ است که در پخت آن فقط از سولفیت‌سدیم استفاده شده و کمترین مقدار مقاومت سفتی (گروه e) مربوط به خمیرکاغذ شاهدی است که در پخت آن فقط از سولفیت‌سدیم استفاده شده است. طبق نتایج حاصل روند تغییر میزان سفتی کاغذ در تیمارهای مختلف به این شرح است که سفتی خمیرکاغذ پیش‌تیمار با هیدروکسید سدیم ۱٪ بیشتر از سفتی خمیرکاغذ پیش‌تیمار با آب‌جوش است و سفتی خمیرکاغذ پیش‌تیمار با آب‌جوش بیشتر از سفتی خمیرکاغذ پیش‌تیمار با آب‌جوش (بر مبنای کاه پیش‌تیمار شده) می‌باشد. میزان سفتی خمیرکاغذ پیش‌تیمار با آب‌جوش (بر مبنای کاه پیش‌تیمار شده) نیز بیشتر از سفتی خمیرکاغذ شاهدی است که در پخت آن فقط از سولفیت‌سدیم استفاده شده است.

طبق نتایج حاصل مقاومت سفتی حاصل از خمیرکاغذ پیش‌تیمار با هیدروکسید سدیم ۱٪ و خمیرکاغذ پیش‌تیمار با آب‌جوش مقادیر بسیار نزدیک به هم داشتند که این مقادیر در مقایسه با خمیرکاغذ شاهد بیشتر بوده است؛ پیش‌تیمار بر ساختار کاه‌گندم و سست و واکشیده کردن آن، همچنین انحلال و حذف مقداری از ترکیبات فرعی (آلی و معدنی) و بخش ناچیزی از لیگنین و همی‌سلولز کاه تأثیر گذاشته و باعث افزایش نقش تیمار اصلی شده و موجب جداسازی الیاف کاه‌گندم به نحو ساده‌تر و سالم‌تری شده و خمیر از کیفیت برتری جهت تبدیل به کاغذ برخوردار شده است.

مقاومت به لهیدگی‌حلقوی

نتایج گروه‌بندی آزمون دانکن نشان می‌دهد که بین هر عامل پیش‌تیمار با خمیرکاغذ شاهد اختلاف معنی‌داری وجود دارد. همچنین بین پیش‌تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری از لحاظ این مقاومت وجود دارد. طبق نتایج حاصل بیشترین مقدار مقاومت به لهیدگی‌حلقوی (گروه a) مربوط به خمیرکاغذ پیش‌تیمار با آب‌جوش(بر مبنای کاه پیش‌تیمار) است و کمترین مقدار مقاومت به لهیدگی‌حلقوی (گروه b) مربوط به خمیرکاغذ شاهدی است که در پخت آن از سولفیت‌سدیم به همراه هیدروکسید سدیم استفاده شده است. طبق نتایج حاصل روند تغییر میزان مقاومت به لهیدگی‌حلقوی کاغذ در تیمارهای مختلف به این شرح است که مقاومت به لهیدگی‌حلقوی خمیرکاغذ شاهدی که در پخت آن فقط از سولفیت سدیم استفاده شده است بیشتر از مقاومت به لهیدگی‌حلقوی خمیرکاغذ پیش‌تیمار با آب‌جوش (بر مبنای کاه پیش‌تیمار) است و مقاومت به لهیدگی‌حلقوی خمیرکاغذ پیش‌تیمار با آب‌جوش (بر مبنای کاه پیش‌تیمار) بیشتر از مقاومت به لهیدگی‌حلقوی خمیرکاغذ پیش‌تیمار با آب‌جوش است. میزان مقاومت به لهیدگی‌حلقوی خمیرکاغذ پیش‌تیمار با آب‌جوش بیشتر از میزان مقاومت به لهیدگی‌حلقوی در خمیرکاغذ پیش‌تیمار با هیدروکسید سدیم ۱٪ می‌باشد و مقاومت به لهیدگی‌حلقوی در خمیرکاغذ پیش‌تیمار با هیدروکسید سدیم ۱٪ نیز بیشتر از مقاومت به لهیدگی‌حلقوی در خمیرکاغذ شاهدی است که در پخت آن از سولفیت‌سدیم به همراه هیدروکسید سدیم استفاده شده است.

طبق نتایج حاصل مقاومت به لهیدگی‌حلقوی حاصل از خمیرکاغذ پیش‌تیمار با آب‌جوش (وزن بر مبنای کاه پیش‌تیمار) و خمیرکاغذ پیش‌تیمار با آب‌جوش مقادیر بسیار نزدیک به هم داشتند که این مقادیر در مقایسه با خمیرکاغذ شاهد و پیش‌تیمار با هیدروکسید سدیم ۱ درصد بیشتر می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

بحث

شاخص مقاومت به ترکیدن خمیرکاغذ APMP کاه‌گندم در دو زمان ۱۰ و ۲۰ دقیقه را سرائیان (۱۳۸۲) به‌ترتیب برای کاه‌گندم پیش‌تیمار با هیدروکسید سدیم ۱ درصد ۳/۲۲۱ و ۳/۱۶۹ $kPa.m^2/g$ گزارش نمود که تقریباً مشابه نتایج بدست آمده می‌باشد. همچنین شاخص مقاومت به ترکیدن را در دو زمان ۱۰ و ۲۰ دقیقه به‌ترتیب برای پیش تیمار با آب‌سرد ۰/۹۸٤ و ۰/۸۹٤ $kPa.m^2/g$ برای پیش‌تیمار با آب‌جوش ۱/۱۹۵ و ۱/۱٤۸ $kPa.m^2/g$ تعیین کرد. میزان این شاخص در کاه‌گندم پیش‌تیمار با هیدروکسید سدیم ۱ درصد ۳/۲۲۱ و ۳/۱۶۹ $kPa.m^2/g$ گزارش نمود که تقریباً مشابه نتایج بدست آمده می‌باشد. همچنین شاخص مقاومت به پاره‌شدن را در زمان‌های ۱۰ و ۲۰ دقیقه به‌ترتیب در کاه‌گندم‌های پیش‌تیمار با آب‌سرد ۳/۵۵٦ و ۳/۰۸٤ mNm^2/g و در کاه‌گندم‌های پیش‌تیمار با آب‌جوش ۳/۹۰۵ و ۳/۷۹۳ mNm^2/g و در کاه‌گندم پیش‌تیمار با هیدروکسید سدیم ۱ درصد (۱۰ درصد براساس کاه خشک) ۵/۷٤٤ و ۵/۸۸۸ mNm^2/g تعیین کرد که مشابه نتایج بدست آمده می‌باشد.

در نتایج بدست آمده از خمیرکاغذهای تهیه شده از روش سودا (۱۰ درصد قلیایی) و سولفیت‌قلیایی (با نسبت شش به شش همچنین چهار به شش هیدروکسید سدیم و سولفیت‌سدیم) در دمای ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ ساعت، Patel و همکاران (۱۹۸۵) مقدار فاکتور ترکیدن این خمیرکاغذها را به‌ترتیب ۱۹، ۱۷ و ۱۷ (حدود ۱/۹، ۱/۷ و ۱/۷ $kPa.m^2/g$) گزارش کرده‌اند. این مقادیر در مقایسه با خمیرکاغذ شاهد بیشتر ولی در مقایسه با خمیرکاغذهای پیش‌تیمار شده با هیدروکسید سدیم ۱ درصد و آب‌جوش کمتر می‌باشد. همچنین طول پاره‌شدن این خمیرکاغذها را به‌ترتیب ٤/۸، ۵ و ۵/٦ km گزارش کرده‌اند که مقدار سولفیت‌قلیایی با نسبت شش به شش مشابه مقادیر بدست آمده در خمیر پیش‌تیمار شده با آب‌جوش می‌باشد.

با روش‌های سودا و سولفیت خنثی در شرایط متفاوت (در دمای ۱٦۵ درجه سانتی‌گراد، زمان بین ۱۵۰ تا ۱۸۰ دقیقه و مقدار مواد شیمیایی بین ٦ تا ۱۵ درصد) از کاه‌گندم پاکستان خمیرکاغذ ساخته شد. Ali و همکاران (۱۹۹۱) مقادیر شاخص مقاومت در برابر ترکیدن خمیرکاغذهای سودا و سولفیت‌خنثی را به‌ترتیب ۲/۳-۱/۵ و ۲/٤-۲ $kPa.m^2/g$ گزارش کرده‌اند که مقادیر بیشتر آن (۲/۳ و ۲/٤) با نتایج بدست آمده از خمیرکاغذهای پیش‌تیمار با هیدروکسید سدیم ۱٪ همخوانی دارد؛ و مقادیر اندیس مقاومت به پاره‌شدن خمیرکاغذهای هیدروکسید سدیم و سولفیت‌خنثی را به‌ترتیب ۳/۵ تا ٤/٤ و ۳/۷ تا ٤/٤ تعیین کرده‌اند که در مقایسه با این بررسی از فرایندهای با پیش‌تیمار هیدروکسید سدیم یک درصد بمراتب کمتر بوده و در حدود مقاومت‌های بدست آمده از خمیر شاهد می‌باشند. همچنین مقادیر طول پاره‌شدن خمیرکاغذهای سودا و سولفیت‌خنثی را به‌ترتیب ۳/۳-۵ و ٤ تا ۵/۱۵ گزارش کردند که مشابه نتایج بدست آمده از خمیرکاغذهای پیش‌تیمارشده می‌باشد (٤/۱ تا ٤/۷). به‌هرحال مقایسه نتایج به‌دست آمده از این بررسی با نتایج سایر محققان نشان می‌دهد که با انجام فرایند شیمیایی-مکانیکی می‌توان خمیرکاغذهایی ساخت که دارای طول پاره‌شدن تقریباً مشابهی با خمیرکاغذهای کاه‌گندم از فرایندهای شیمیایی متفاوت و حتی فرایند هیدروکسید سدیم، به‌عنوان یکی از گسترده‌ترین روش‌های فرآوری خمیرکاغذ از کاه‌گندم باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

شاخص مقاومت به پاره‌شدن خمیرکاغذ APMP کاه‌گندم را کامرانی (۱۳۸٦) برای خمیرکاغذ شاهد ۲/٦۲ mNm^2/g و برای خمیرکاغذ حاصل از کاه‌گندم پیش‌تیمارشده با هیدروکسید سدیم یک درصد ۵/٦۵ mNm^2/g تعیین کرد که معادل نتیجه حاصل از کاه‌گندم پیش‌تیمارشده با هیدروکسید سدیم یک درصد در این بررسی می‌باشد.

مقدار مقاومت طول پاره‌شدن برای خمیرکاغذ NSSC مورد استفاده در کارخانه چوب و کاغذ مازندران ۳/۵ km می‌باشد که کمتر از مقادیر حاصل از پیش‌تیمار با هیدروکسید سدیم می‌باشد.

مقدار شاخص مقاومت به پاره‌شدن برای خمیرکاغذ NSSC مورد استفاده در کارخانه چوب و کاغذ مازندران ۵(mNm^2/g) می‌باشد که در مقایسه با نتایج بدست آمده در این بررسی بیشتر می‌باشد.

مقدار شاخص مقاومت به ترکیدن برای خمیرکاغذ NSSC مورد استفاده در کارخانه چوب و کاغذ مازندران ($kPa.m^2/g$) ۲/۱۲ می‌باشد

مقدار شاخص مقاومت به کشش برای خمیرکاغذ NSSC مورد استفاده در کارخانه چوب و کاغذ مازندران (Nm/g) ۳۵ می‌باشد که کمتر از مقادیر بدست آمده در این بررسی می‌باشد.

مقدار مقاومت سفتی برای خمیرکاغذ NSSC مورد استفاده در کارخانه چوب و کاغذ مازندران (mNm/kg) ٤/۸۳ می‌باشد که در مقایسه با مقادیر حاصل از پیش‌تیمار کمتر می‌باشد.

مقدار مقاومت به لهیدگی‌حلقوی برای خمیرکاغذ NSSC مورد استفاده در کارخانه چوب و کاغذ مازندران برای کاغذ ۱۲۰ گرمی(N) ۱۸٦ می‌باشد که بیشتر از مقادیر بدست آمده در این بررسی می‌باشد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از اندازه‌گیری بازده نشان داد که بیشترین میزان بازده خمیر کاغذ مربوط به خمیر کاغذ شاهدی است که در پخت آن از سود سوزآور استفاده نشده است و کمترین میزان بازده مربوط به خمیر کاغذ پیش‌تیمار شده با سود سوزآور ۱٪ می‌باشد که در زمان فرایند پخت آن از مواد شیمیایی بیشتری (۲٪ سود سوزآور به همراه ۱۰٪ سولفیت سدیم) استفاده شد. به طور کلی استفاده از پیش‌تیمار باعث کاهش بازده می‌شود که این کاهش بازده در پیش‌تیمار قلیایی نسبت به آب جوش مؤثرتر بود. همچنین استفاده بیشتر از مواد شیمیایی در پخت اصلی باعث کاهش بازده می‌شود.

بیشترین ضخامت کاغذهای تهیه شده (۲۱/٦۰۰) مربوط به خمیر کاغذ شاهدی است که در پخت آن از سود سوزآوری استفاده نشده است. خمیر کاغذهای پیش‌تیمار شده با آب جوش که در پخت آن از مواد شیمیایی بیشتر (۲٪ سود سوزآور به همراه ۱۰٪ سولفیت سدیم) استفاده شد در مقایسه با خمیر کاغذ دارای مواد شیمیایی کمتر (۱۰٪ سولفیت سدیم) از ضخامت کمتری برخوردارند. در واقع افزایش سود سوزآور به ترکیبات شیمیایی می‌تواند باعث افزایش pH مایع پخت، نفوذ بهتر و لیگنین‌زدایی بهتر و انعطاف‌پذیرتر شدن الیاف گردد. در مورد پیش‌تیمار قلیایی نیز همین نتیجه صدق می‌کند ولی افزودن مقدار بیشتر قلیا می‌تواند به دلیل تقویت کارایی تیمار اصلی و تولید الیاف نرم‌تر باعث کاهش ضخامت کاغذ شود. خمیر پیش‌تیمار شده با آب جوش (برمبنای وزن کاه پیش‌تیمار

Archive of SID

www.SID.ir

شده) نسبت به کاغذ پیش‌تیمار شده با آب جوش از ضخامت بیشتری برخوردار است که این به‌دلیل نسبت بیشتر ماده اولیه باقیمانده در خمیر پیش‌تیمار شده و تأثیرپذیری کمتر این مواد ضمن پخت می‌باشد.

بیشترین دانسیته کاغذ (۰/٤٦٧٣٣) مربوط به خمیر کاغذ پیش‌تیمار شده با سود سوزآور ۱٪ می‌باشد که در پخت آن از ۱/٤۸٪ سود سوزآور استفاده شد. استفاده بیشتر از قلیا در پخت باعث کاهش دانسیته کاغذ می‌شود و به‌طورکلی پیش‌تیمار باعث افزایش دانسیته می‌شود، به‌طوری‌که اثر پیش‌تیمار قلیایی نسبت به پیش‌تیمار با آب جوش مشهودتر است. افزایش مواد شیمیایی باعث افزایش دانسیته کاغذ می‌شود.

در مورد ماتی، پیش‌تیمار تأثیر قابل توجهی ندارد و تقریباً همه کاغذها روند مشابهی دارند. بیشترین شاخص مقاومت به پاره شدن (٤/۹٦٦۷) مربوط به کاه پیش‌تیمار شده با آب جوش می‌باشد که در پخت آن از مواد شیمیایی بیشتری (۲٪ سود سوزآور به همراه ۱۰٪ سولفیت سدیم) استفاده شد و کمترین آن (۳/۹۱۰۰) مربوط به خمیر شاهدی است که در پخت آن از مواد شیمیایی کمتر (۱۰٪ سولفیت سدیم) استفاده شد. به‌طورکلی با افزایش مواد شیمیایی مقدار این مقاومت افزایش می‌یابد. استفاده از پیش‌تیمار اثر مطلوبی روی این شاخص داشته و باعث افزایش شاخص مقاومت به پاره شدن می‌شود و این اثر در مورد پیش‌تیمار با آب جوش نسبت به پیش‌تیمار قلیایی بیشتر است.

بیشترین شاخص مقاومت به ترکیدن (۲/٦۷٦٦۷) مربوط به خمیر کاغذ پیش‌تیمار شده با قلیا می‌باشد که در پخت آن از ۱/٤۸ درصد سود سوزآور استفاده شد. مقاومت به ترکیدن به مقاومت پیوند بین الیاف بستگی دارد، البته استفاده بیشتر از قلیا باعث تقویت پخت و خمیر شدن کاه و تولید کاغذ قویتر می‌گردد. استفاده از پیش‌تیمار اثر مطلوبی روی این شاخص داشته و باعث افزایش شاخص مقاومت به ترکیدن می‌شود و این اثر در مورد پیش‌تیمار قلیایی نسبت به پیش‌تیمار با آب جوش بیشتر است.

طول پاره شدن که با شاخص مقاومت به کشش رابطه مستقیمی دارد نیز با اعمال پیش‌تیمار بهبود می‌یابد و استفاده از پیش‌تیمار اثر مطلوبی روی این شاخص داشته و باعث افزایش طول پاره شدن می‌شود و این اثر در مورد پیش‌تیمار قلیایی نسبت به پیش‌تیمار با آب جوش بیشتر است. به‌طوری‌که بیشترین طول پاره شدن (٤/۷۳۳۳) و بیشترین شاخص مقاومت به کشش (٤٦/۳۳۳) مربوط به کاه پیش‌تیمار شده با سود سوزآور ۱٪ می‌باشد که در پخت آن از مواد شیمیایی کمتری (۱۰٪ سولفیت سدیم) استفاده شده است.

سفتی کاغذ تحت تأثیر ضخامت و دانسیته کاغذ قرار دارد. استفاده بیشتر از مواد شیمیایی باعث افزایش دانسیته و آن نیز سبب افزایش سفتی می‌شود. استفاده از پیش‌تیمار تأثیر مثبتی بر روی افزایش سفتی دارد و این اثر در مورد پیش‌تیمار قلیایی نسبت به پیش‌تیمار با آب جوش مشهودتر است و اثر پیش‌تیمار نسبت به اثر استفاده از مواد شیمیایی بیشتر غالب است. به‌طوری که بیشترین مقدار سفتی (٦/۱۳۳۳) مربوط به کاه‌گندم پیش‌تیمار شده با سود سوزآور ۱٪ می‌باشد که در پخت آن از مواد شیمیایی کمتر (۱۰٪ سولفیت سدیم) استفاده شد. البته استفاده بیشتر از قلیا باعث تخریب بیشتر همی‌سلولزها و کاهش اتصالات و مقدار سفتی می‌شود و این اثر در کاه پیش‌تیمار شده با قلیا هنگامی‌که از قلیای بیشتر برای پخت استفاده شد قابل مشاهده است.

استفاده از پیش‌تیمار تأثیر مطلوبی بر افزایش مقاومت به لهیدگی حلقوی ندارد و افزایش مصرف مواد شیمیایی

Archive of SID

www.SID.ir

باعث کاهش این مقاومت می‌شود و بیشترین مقدار این مقاومت (٦٥/٧٢٠) را کاه‌گندم پیش‌تیمار شده با آب جوش (بر مبنای کاه پیش‌تیمار شده) دارد، زیرا در این مورد نقش ماده اولیه مؤثر بیشتر بوده و استفاده از قلیا باعث افت این مقاومت می‌شود.

منابع مورد استفاده

- افرا بند پی، ا.، ۱۳۸۲. بررسی مقایسه ای خواص کاغذ حاصل از صنوبر دلتوئیدس و پالونیا به روش نیمه شیمیایی سولفیت خنثی. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده مهندسی چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۹٦ صفحه.
- پارساپژوه، د.، فائزی پور، م. و کبورانی، ع.، ۱۳۸۱. کاغذ و مواد چندسازه از منابع زراعی. (ترجمه) انتشارات دانشگاه تهران. صفحات ۳۱۸-۲٤۸.
- ثمریها، ا.، حمصی، ا.ه.، میر شکرایی، ا. و سپیده دم، م.ج.، ۱۳۸٤. بررسی ویژگی‌های کاغذ حاصل از باگاس به روش نیمه شیمیایی سولفیت خنثی. مجله علمی- پژوهشی علوم کشاورزی، سال یازدهم، شماره۲. صفحه ۲۳۳.
- لتیباری، ا.ج.، حسینی، ا.، رسالتی، ح. و فخریان، ع.، ۱۳۸۵. تعیین شرایط بهینه پخت خمیر کاغذ از کاه‌گندم به روش NSSC برای ساخت کاغذ کنگره ای. فصلنامه منابع طبیعی ایران، سال پنجاه و نهم، شماره ٤، صفحه ۹۰۳.
- حمصی، ا.ه.، ثمریها، ا.، ۱۳۸٤. بررسی امکان جایگزینی خمیر نیمه شیمیایی باگاس برای تولید کاغذ کنگره‌ای در مجتمع چوب و کاغذ مازندران، مجله علمی- پژوهشی علوم کشاورزی، سال یازدهم، شماره ٤. صفحه ۱۷۷.
- سرائیان، ا.،۱۳۸۲.بررسی امکان تولید خمیر کاغذ پربازده سفید با روش مکانیکی پر اکسید قلیایی (APMP) از کاه‌گندم خراسان. رساله دکتری. دانشگاه تهران.
- کاشانی، پ.، ۱۳۷٦. بررسی مقاومت‌های کاغذ ساخته شده از کاه‌گندم و کلش برنج به روش سودای سرد. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی چوب و کاغذ دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۱۰۰ صفحه.
- کامرانی، س.، سرائیان، ا. و اکبرپور، ا.، ۱۳۸۹. بررسی ویژگی‌هایCMP وAPMP کاه‌گندم رقم تجن، مجله علمی پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران، شماره ۱، جلد ۲۵، صفحه ۳۲ .
- میر شکرایی، س. ا.، ۱۳۷٤. تکنولوژی خمیر کاغذ، (ترجمه) انتشارات دانشگاه پیام نور، تهران، جلد اول، چاپ اول، ۲۷۱ صفحه.

-Ali, S. H., Mughis, A., Shabbir, A.U., 1991. Neutral Sulfite Pulping of Wheat straw in Non-Wood Plant Fiber Pulping, TAPPI Press, No. 20.

-Browning, B.L., 1967. Methods of Wood Chemistry. Vol. 1. Interscience Publishments.

-Clark, T. F., Wolff, I. A., 1962. Search for New Fiber crops, Part7, Kenaf and Wood Pulp Blends, TAPPI, No. 45

-Hurter, P., 2002. Eng: Physical Properties Of Corrugating Medium Content Papers Produce With Non-wood Pulp, Hurter Consult Incorporated.

-Misra, D.K., 1980. Pulping and Bleaching of Non-Wood Fibers, Pulp and Paper Chemistry and Chemical Technology, Vol. 1, 3rd edition. New York, 504.

Patel, R. J., Angadujavar, C.S., Rao, Y.S., 1985. Non-Wood Fiber Plants for Papermaking, Non-Wood Plant Fiber Pulping, Prog, Rept, No.15, TAPPI Press, Atlantha, 77.

-Raja, A. and Irmak, Y., 1993. Optimizing alkalin pulping of wheat straw to produce corrugating medium. Tappi Journal. Vol. 76, No. 1, Pp: 145-15

Archive of SID

www.SID.ir

Comparison of hot water and alkaline pre-treatments on the properties of wheat straw NSSC pulp

Zhand, S.[1]*, Masoudifar, M.[2], Saraeian, A.R.[3] and Ghasemian, A.[3]

1*- Corresponding Author, M.Sc., Student, Faculty of Wood and Paper Engineering, Department of Wood and Paper Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran., E-mail: soodeh.zhand@yahoo.com
2- M.Sc., Student, Composite Products Engineering, Zabol University, Zabol, Iran.
3- Associate Professor, Faculty of Wood and Paper Engineering, Department of Wood and Paper Science and Technologies Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran.

Received: May, 2013 Accepted: Oct., 2013

Abstract

The purpose of this study was to compare the properties of wheat straw (Zagros sp) collected in Golestan province NSSC pulp under alkaline pretreatment with 1% sodium hydroxide and boiling pretreatment. Wheat Straw pretreatment with 1% sodium hydroxide and hot water at water to straw ration of 10 to 1 was conducted at 70℃ for half an hour. NSSC pulping was carried out at constant pulping condition including liquor to straw ratio of 5:1, maximum temperature at 160ºC for 30 minutes. In order to study the effect of sodium hydroxide on strength properties of paper in some cases only Na_2S0_3 was used. After pulping, defibration was carried out by laboratory refiner to reach 380±25ml (CSF). Sixty gram/m² hand sheets were prepared from each pulp. The strength properties were determined according to TAPPI standard. Results showed that with the exception of RCT strength, pretreatment had significant effect on increasing the strength properties of papers and by alkaline pretreatment, brightness of the pulps decreased and tensile strength, burst strength, breaking length, stiffness and density increased. Using chemical pretreatment especially sodium hydroxide resulted in reduction in yield and brightness level and improvement in strength of the pulps.

Key words: Wheat straw, neutral sulfite semi chemical pulp, pretreatment, strength properties.

Archive of SID

www.SID.ir