DOI: http://dx.doi.org/10.22092/ijwpr.2014.6135

فصلنامهٔ علمی – پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران

جلد ۲۹، شماره ۳، صفحه ۴۳۳-۴۲۲، (۱۳۹۳)

تأثیر پیش‌تیمار با آب داغ بر بازده و ویژگی‌های خمیرکاغذ نیمه‌شیمیایی سولفیت خنثی کاه گندم

احمدرضا سرائیان[1*] و سوده ژند [2]

۱*- نویسنده مسئول، دانشیار گروه صنایع خمیر و کاغذ دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

پست‌الکترونیک: saraeyan@yahoo.com

۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد صنایع خمیر و کاغذ دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: مهر ۱۳۹۲ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱۳۹۳

چکیده

در این تحقیق تأثیر پیش تیمار آب جوش بر بازده و ویژگی‌های فیزیکی و مقاومتی خمیرکاغذ نیمه شیمیایی سولفیت خنثی (NSSC) کاه گندم (رقم زاگرس) استان گلستان بررسی شد. نمونه‌های کاه خردشده با آب جوش به نسبت ۱۰ به ۱ در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ دقیقه پیش تیمار شدند، پخت‌ها در دمای ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد با نسبت ثابت سولفیت سدیم به هیدروکسید سدیم ۵ به ۱ انجام شد. به‌منظور بررسی تأثیر هیدروکسید سدیم بر مقاومت‌های کاغذ، در بعضی پخت‌ها فقط از ۱۰٪ سولفیت سدیم استفاده شد. پس از پخت، خمیرکاغذها توسط پالایشگر آزمایشگاهی PFI mill (در محدوده درجه‌ی روانی ۲۵ ± ۳۸۰ میلی‌لیتر (CSF)) پالایش شدند و بازده کل و عدد کاپای آنها تعیین گردید. کاغذ دست‌ساز ۶۰ گرمی براساس استاندارد TAPPI ساخته شد. نتایج نشان داد که پیش‌تیمار اثر معنی‌داری در افزایش مقاومت‌های مکانیکی کاغذها به‌جز شاخص مقاومت به ترکیدن داشت. نتایج نشان داد با افزایش مواد شیمیایی پخت، به‌ویژه هیدروکسید سدیم درجه‌روانی، بازده و ضخامت کاغذ کاهش و مقدار دانسیته آن افزایش یافت.

واژه‌های کلیدی: کاه گندم، خمیرکاغذ نیمه شیمیایی سولفیت خنثی، درجه‌روانی، ویژگی‌های فیزیکی و مقاومتی.

مقدمه

افزایش سریع استفاده از الیاف پسماند محصولات کشاورزی برای تولید خمیرکاغذ به‌ویژه در کشورهای فقیر به لحاظ منابع چوبی (مانند چین و هند) وجود دارد. در حال حاضر ۱۴ کشور خمیرکاغذ خود را فقط از طریق استفاده از منابع الیاف کشاورزی تهیه می‌کنند. بیش از ۲۰ کشور ۵۰٪ یا بیشتر ظرفیت خمیرکاغذ خود را از طریق استفاده از منابع کشاورزی به‌دست می‌آورند. در سال ۱۹۹۸ بیش از ۱۱ درصد ظرفیت خمیرکاغذ جهان توسط الیاف منابع کشاورزی فراهم شده بود که این مقدار در سال ۱۹۷۴ فقط ۶/۹ درصد گزارش شد. در سال ۱۹۹۷ بیش از ۴۶ درصد کل خمیرکاغذ تولیدشده از منابع غیرچوبی در جهان با استفاده از کاه و کلش بوده است (ParsapaJouh, 2002).

Kashani (۱۹۹۷) تولید خمیرکاغذ با روش سودای سرد از کاه گندم و کلش برنج را بررسی کرده و دامنه بازده خمیرکاغذ را برای کاه گندم بین ۷۵ – ۷۱ درصد و برای کلش برنج ۷۱ – ۵۹ درصد بیان نمود.

Moradian (۲۰۰۲) شرایط کاغذ ساخته‌شده به روش شیمیایی– مکانیکی (CMP)[1] از کاه گندم را مورد بررسی قرارداد و دامنه بازده خمیرکاغذ برای پخت‌های سولفیت سدیم– کربنات سدیم ۸۸ – ۸۶ درصد و برای سود سوزآور

1- Chemi Mechanical Pulp

را ۸۲ – ۷۲ درصد گزارش کرد و نتیجه گرفت که پخت‌های با سولفیت سدیم دارای بازده، وازده الک و مصرف انرژی پالایش زیادتر از سود سوزآور بوده است، زیرا سود سوزآور فعال‌تر از سولفیت سدیم بوده و در طی پخت، لیگنین و پلی‌ساکاریدهای بیشتری را حل می‌کند. به همین دلیل بازده تولید خمیرکاغذ حاصل از آن کم است و الیاف بهتر تفکیک‌شده درنتیجه وازده الک کمتری دارد.

Saraeyan (۲۰۰۳) امکان تولید خمیرکاغذ به روش مکانیکی پراکسید قلیایی (APMP)[1] از کاه گندم خراسان را بررسی کرد و نتیجه گرفت که با افزایش مقدار قلیایی جذب‌شده توسط کاه درجه روشنی خمیرکاغذهای تهیه‌شده کاهش و مقدار مقاومت افزایش می‌یابد. بیشترین بازده (۷۲/۳۶٪) از خمیرکاغذ دو مرحله‌ای پیش‌تیمار شده با آب سرد به مدت ۱۰ دقیقه و بالاترین درجه روشنی ۳۳/۸٪ مربوط به خمیرکاغذ دو مرحله‌ای پیش‌تیمار شده با آب جوش به مدت ۱۰ دقیقه بود. همچنین کمترین بازده (۶۱/۲۵٪) و کمترین درجه روشنی از خمیرکاغذ یک مرحله‌ای پیش‌تیمار شده با سود سوزآور ۱۰٪ به مدت ۲۰ دقیقه بود.

Aravamuthan & Yayin (۱۹۹۲) بهینه‌سازی پخت کاه گندم با استفاده از کربنات سدیم– هیدروکسید سدیم ($Na_2CO_3 - NaOH$) را بررسی کردند. بازده خمیرکاغذ تولیدی با توجه به زمان و دیگر شرایط ۶۲ – ۵۲ درصد متغیر بوده و افزایش کربنات سدیم زمان پخت را کاهش می‌دهد.

Raja & Irmak (۱۹۹۳) با استفاده از کربنات سدیم و هیدروکسید سدیم اقدام به تهیه کاغذ فلوتینگ از کاه گندم کردند. نتایج بررسی نشان داد که پخت حاوی هیدروکسید سدیم بیشتر، آسان‌تر پالایش می‌شود و انرژی مصرفی کمتری لازم دارد. همچنین در اثر کم شدن هیدروکسید سدیم زمان پخت زیادتر می‌شود و مقدار کربوهیدرات حل‌شده افزایش می‌یابد.

Hosseini (۲۰۰۴) تحقیقی را در مورد استفاده از کاه گندم در فرایند NSSC انجام داد. شرایط پخت در دو سطح حرارتی ۱۶۵ و ۱۷۵ درجه سانتی‌گراد، زمان در سه سطح ۲۰، ۳۰ و ۴۰ دقیقه و درصد مواد شیمیایی در سه سطح سولفیت سدیم (۱۲، ۱۴ و ۱۶٪) بود. بعد از اتمام پخت و ساخت کاغذ دست‌ساز ۶۰ گرمی، مشخص شد که تیمار ۱۷۵ درجه سانتی‌گراد در پخت ۳۰ دقیقه و ۱۶٪ مواد شیمیایی در دو ویژگی شاخص مقاومت به ترکیدن و مقاومت به تاخوردگی بیشترین مقدار را نشان داد که به‌ترتیب برابر ۵/۳۳۲۰ $Kpam^2/g$ و ۳/۱ log بودند. لازم به ذکر است بازده تیمار فوق ۵۱/۱۰٪ بود.

Ahmadi (۲۰۱۰) تولید خمیرکاغذ نیمه شیمیایی سولفیت خنثی (NSSC) از ساقه کلزا را مورد بررسی قرار داد. شرایط پخت در سه سطح ۲۰، ۴۰ و ۶۰ دقیقه و مواد شیمیایی در ۵ سطح ۸، ۱۰، ۱۲، ۱۴ و ۱۶ درصد بر مبنای NaOHبا نسبت مایع پخت به ساقه کلزا ۸ به ۱ انتخاب شد. نتایج نشان داد که با افزایش هر دو عامل زمان پخت و درصد مواد شیمیایی بازده کاهش یافته است.

هدف از پیش تیمار با آب جوش

Browing (۱۹۶۷) اظهار داشت 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 غیر آلی و خیلی از مواد فنلی است. تیمار طولانی‌مدت با آب داغ منجر به آبکافت مواد دیواره سلولی و 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.

هدف از این تحقیق بررسی امکان تولید خمیرکاغذ NSSC از کاه گندم و همچنین تأثیر پیش‌تیمار آب جوش بر روی ویژگی‌های فیزیکی و پالایش‌پذیری خمیرکاغذ حاصل است.

مواد و روش‌ها

نمونه کاه گندم مورد استفاده در این بررسی از مزارع علی‌آباد واقع در ۴۰ کیلومتری شهرستان گرگان (استان گلستان) تهیه و نمونه‌ها به قطعات ۵ – ۳ سانتی‌متر خرد

1- Alkaline Peroxide Mechanical Pulp

شدند. ساخت خمیرکاغذ با استفاده از روش نیمه‌شیمیایی سولفیت‌خنثی (سولفیت سدیم– هیدروکسید سدیم) انجام گرفت. پخت‌ها در دمای ۱۶۰°C و زمان ۳۰ دقیقه با ۱۰٪ سولفیت سدیم و ۲٪ هیدروکسید سدیم (برای خنثی کردن اسیدهای آلی آزاد شده در هنگام فرایند پخت) انجام شد. نسبت مایع پخت به کاه ۱۰ به ۱ در نظر گرفته شد و هر پخت با دو تکرار انجام شد. مشخصات فرایند پخت در قالب ۴ تیمار بشرح جدول ۱ اعمال گردید.

جدول ۱- شرایط مختلف خمیرکاغذ سازی NSSC کاه گندم

شماره تیمار	شرایط پیش تیمار و پخت	کد
۱	پیش تیمار با آب جوش به مدت ۳۰ دقیقه و پخت با ۱۰٪ سولفیت سدیم به مدت ۳۰ دقیقه	A
۲	پیش تیمار با آب جوش به مدت ۳۰ دقیقه و پخت با ۱۰٪ سولفیت سدیم و ۲٪ هیدروکسید سدیم به مدت ۳۰ دقیقه	B
۳	۱۰٪ سولفیت سدیم و ۲٪ هیدروکسید سدیم به مدت ۳۰ دقیقه	C
۴	۱۰٪ سولفیت سدیم به مدت ۳۰ دقیقه	D

خمیر سازی با استفاده از دیگ پخت آزمایشگاهی انجام شد. بعد از هر پخت مایع پخت جداسازی شد و پس از شستشو و پالایش اولیه (با استفاده از دفیبراتور آزمایشگاهی) شستشوی خمیرکاغذ توسط دو الک با منافذ ۲۰ مش و ۲۰۰ مش به‌منظور دستیابی به الیاف قابل قبول انجام گردید. پالایش ثانویه روی خمیرکاغذها توسط پالایشگر آزمایشگاهی طبق دستورالعمل T۲۴۸ sp–۰۰ آئین‌نامه TAPPI و درجه روانی آنها طبق دستورالعمل ۰۴ - T۲۲۷om- آئین‌نامه TAPPI اندازه‌گیری شد. پس از رساندن درجه‌روانی خمیرکاغذها به حدود ۳۸۰ml, CSF، از این خمیرکاغذها براساس دستورالعمل T ۲۰۵ sp – ۰۲ آئین‌نامه TAPPI کاغذ دست‌ساز ۶۰ گرمی ساخته شد.

ویژگی‌های کاغذهای دست‌ساز مطابق با دستورالعمل‌های آیین‌نامه TAPPI بشرح جدول ۲ اندازه‌گیری شد.

مقادیر دانسیته کاغذ محاسبه و تجزیه و تحلیل ویژگی‌های فیزیکی کاغذ دست‌ساز با استفاده از آزمون فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و گروه‌بندی میانگین‌های ویژگی‌های حاصل با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

جدول ۲- استانداردهای اندازه‌گیری ویژگی‌های نوری و مقاومتی نمونه‌های کاغذ دست‌ساز

ماتی	T ۴۵۲ – om – ۰۱
مقاومت در برابر پاره شدن	T ۴۱۴ – om – ۰۴
مقاومت در برابر ترکیدن	T ۴۰۳ – om – ۰۲
طول پاره شدن	T ۴۹۴ – om – ۰۱
مقاومت در برابر کشش	T ۴۹۴ – om – ۰۱
مقاومت به لهیدگی حلقوی (RCT)	T ۸۱۸ – cm – ۹۷
سفتی	T ۴۸۹ – om – ۰۲

نتایج

مقادیر بازده کل، بازده بعد از الک و عددکاپای خمیرکاغذها در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳- بازده و عدد کاپای خمیرکاغذهای شاهد و پیش تیمار شده با آب جوش در دمای ۱۶۰°C به مدت ۳۰ دقیقه

تیمار	سولفیت سدیم (٪)	هیدروکسید سدیم (٪)	بازده کل (٪)	بازده بعد از الک (٪)	عدد کاپا
پیش تیمار با آب جوش	۱۰	۰	۵۴/۶۳	۴۴/۲۶	۶۲/۷۵
		۰	۵۶/۵	۴۵/۲۶	۶۱/۳۰
		۲	۵۵/۴۶	۴۲/۰۶	۵۶/۱۶
		۲	۵۴/۳۲	۴۲/۸۰	۵۳/۴۱
شاهد	۱۰	۰	۶۰/۸	۴۲/۲۸	۱۰۰/۲۰
		۰	۶۰/۶۵	۴۹/۲۸	۱۰۲/۴۴
		۲	۵۵	۴۹/۳۶	۶۵/۵۸
		۲	۵۷/۷۰	۴۸/۲۳	۷۰

بازده خمیرکاغذ به‌عنوان یک شاخص مهم در فرآوری آن مطرح است. این ویژگی عموماً تحت تأثیر ساختار شیمیایی و آناتومیکی ماده اولیه و فرایند به‌کار گرفته شده برای تهیه خمیرکاغذ قرار می‌گیرد.

جدول ۴- تأثیر پیش تیمار با آب جوش بر بازده و عدد کاپا

تیمار	سود (٪)	بازده*(٪)	بازده بعد از الک (٪)	عدد کاپا
شاهد	۰	^{a}۶۰/۰۳۳	^{c}۴۲/۲۸	^{a}۹۲/۹۴۰
	۲	^{ab}۵۵/۷۵۰	^{b}۴۹/۳۶	^{b}۶۶/۲۸۵
پیش‌تیمار با آب جوش	۰	^{b}۵۴/۳۹۳	^{b}۴۵/۲۶	^{b}۷۳/۵۱۳
	۲	^{b}۵۳/۷۶۰	^{c}۴۲/۸۰	^{c}۷۳/۵۴۰

*بازده محاسبه شده و بازده کل براساس کاه اولیه است.

نتایج گروه‌بندی آزمون دانکن بازده و عدد کاپا نشان می دهد که بین هر عامل پیش‌تیمار با خمیرکاغذ شاهد اختلاف معنی‌داری وجود دارد، همچنین بین پیش‌تیمارها اختلاف معنی‌داری از لحاظ بازده وجود دارد. طبق نتایج حاصل بیشترین مقدار بازده (گروه a) مربوط به خمیرکاغذ شاهدی است که در پخت آن از مواد شیمیایی کمتری (۱۰ درصد سولفیت سدیم) استفاده‌شده است و کمترین مقدار بازده (گروه b) مربوط به خمیرکاغذ پیش تیمار شده با آب جوش است که در پخت آن از مواد شیمیایی بیشتری (۱۰ درصد سولفیت سدیم به همراه ۲ درصد هیدروکسید سدیم) استفاده‌شده است. نتایج تأثیر تعداد دور پالایشگر بر درجه روانی و ضخامت خمیرکاغذها در جدول ۴ خلاصه شده است.

جدول ۵- تأثیر تعداد دور پالایشگر بر درجه روانی و ضخامت خمیرکاغذ

تیمار	تعداد دور پالایشگر	درجه روانی بعد از پالایشگر (CSF)	ضخامت کاغذ (μ)
A	۲۰۰۰	۴۰۰	۲۱۰/۶
B	۱۰۰۰	۳۸۰	۱۳۴
C	۳۰۰۰	۳۸۵	۱۴۴
D	۴۵۰۰	۴۰۰	۱۲۷/۶

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر مستقل پیش‌تیمار با آب جوش بر میزان زردی و ماتی کاغذ

تیمار	سود (٪)	زردی (٪)	ماتی (٪)
شاهد	۰	[a]۵۴/۳۳۳	[a] ۹۹/۶۰۰۰
	۲	[b]۵۲/۹۶۶۷	[b]۹۸/۹۳۳
پیش‌تیمار با آب جوش	۰	[a]۵۳/۹۶۶۷	[b]۹۸/۹۳۳۳
	۲	[c]۵۱/۲۰۰۰	[b]۹۸/۷۳۳۳

ماتی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس میزان ماتی کاغذ NSSC کاه گندم در تیمارهای مختلف در سطح اعتماد ۹۹ درصد معنی‌دار شد. نتایج گروه‌بندی آزمون دانکن نشان می دهد که بین عوامل 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 سولفیت سدیم استفاده‌شده و کمترین مقدار ماتی (گروه b) مربوط به خمیرکاغذ پیش تیمار شده با آب جوش است که از مواد شیمیایی بیشتری در پخت آن استفاده شده است (جدول ۶).

زردی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس میزان زردی کاغذ NSSC کاه گندم در تیمارهای مختلف در سطح اعتماد ۹۹ درصد معنی‌دار شد. نتایج گروه‌بندی آزمون دانکن نشان می‌دهد که بین عوامل پیش‌تیمار با خمیرکاغذ شاهد اختلاف معنی‌داری وجود دارد، همچنین بین پیش‌تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری از لحاظ زردی وجود دارد. طبق نتایج حاصل بیشترین مقدار زردی (گروه a) مربوط به خمیرکاغذ شاهدی است که در پخت آن فقط از سولفیت سدیم استفاده‌شده و کمترین مقدار زردی (گروه c) مربوط به خمیرکاغذ پیش‌تیمار شده با آب جوش است (جدول ۶).

خواص فیزیکی کاغذهای دست‌ساز

جدول ۷- تأثیر پیش‌تیمار با آب جوش بر ویژگی‌های فیزیکی کاغذ

تیمار	سود (٪)	ضخامت (µ)	حجیمی (cm^3/g)	دانسیته (g/cm^3)
شاهد	۰	[a]۲۱۰/۰۰۶	[a]۳/۵۰۰۰	[c]۰/۲۵۶۶۷
	۲	[c] ۱۳۴/۴۳۳	[c]۲/۱۷۰۰	[a]۰/۴۴۳۳۳
پیش تیمار با آب جوش	۰	[b]۱۴۴/۰۰۰	[b]۲/۷۶۳۳	[b]۰/۳۷۶۶۷
	۲	[d]۱۲۷/۶۶۷	[c]۲/۰۸۰۰	[a]۰/۴۶۰۰۰

ضخامت

نتایج حاصل از تجزیه واریانس میزان ضخامت کاغذ در تیمارهای مختلف در سطح اعتماد ۹۹ درصد معنی‌دار شد. نتایج گروه‌بندی آزمون دانکن نشان می‌دهد که بین هر عامل پیش‌تیمار با خمیرکاغذ شاهد در سطح اعتماد ۹۹ درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد، همچنین بین پیش‌تیمارها اختلاف معنی‌داری از لحاظ ضخامت وجود دارد. طبق نتایج به‌دست‌آمده بیشترین مقدار ضخامت (گروه a) مربوط به خمیرکاغذ شاهدی است که در پخت آن فقط از سولفیت سدیم استفاده‌شده است و کمترین مقدار ضخامت (گروه d) مربوط به خمیرکاغذ پیش‌تیمار شده‌ای است که در پخت آن از مواد شیمیایی بیشتری استفاده شده است (جدول ۷).

دانسیته

نتایج حاصل از تجزیه واریانس میزان دانسیته کاغذ NSSC کاه گندم در تیمارهای مختلف در سطح اعتماد ۹۹ درصد معنی‌دار شده است. نتایج گروه‌بندی آزمون دانکن نشان می‌دهد که بین هر عامل پیش تیمار با خمیرکاغذ شاهد در سطح اعتماد ۹۹ درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد، همچنین بین پیش‌تیمارها اختلاف معنی‌داری از لحاظ دانسیته وجود دارد. طبق نتایج به‌دست‌آمده بیشترین مقدار دانسیته (گروه a) مربوط به خمیرکاغذ پیش‌تیمار شده‌ای است که در پخت آن از مواد شیمیایی بیشتری استفاده‌شده است؛ و کمترین مقدار دانسیته (گروه c) مربوط به خمیرکاغذ شاهدی است که در پخت آن فقط از سولفیت سدیم استفاده شده است (جدول ۷).

حجیمی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس حجم ویژه کاغذ در تیمارهای مختلف در سطح اعتماد ۹۹ درصد معنی‌دار شد. نتایج گروه‌بندی آزمون دانکن نشان می‌دهد که بین هر عامل پیش‌تیمار با خمیرکاغذ شاهد در سطح اعتماد ۹۹ درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد، همچنین بین پیش تیمارها اختلاف معنی‌داری از لحاظ حجم ویژه وجود دارد. روند تغییر میزان حجم ویژه کاغذ در تیمارهای مختلف به این شرح است که حجیمی (Bulk) خمیرکاغذ شاهدی که در پخت آن فقط از سولفیت سدیم استفاده‌شده بیشتر از خمیرکاغذ پیش‌تیمار شده با آب جوش است که در پخت آن از مواد شیمیایی کمتری استفاده شده است و حجیمی خمیرکاغذ شاهد که در پخت آن از مواد شیمیایی بیشتری استفاده شده است بیشتر از خمیرکاغذ پیش‌تیمار شده با آب جوش است که در پخت آن از مواد شیمیایی بیشتری استفاده شده است (جدول ۷).

تعیین خواص مقاومتی کاغذهای دست‌ساز

جدول ۸- مقایسه میانگین اثر مستقل پیش تیمار با آب جوش

تیمار	سود (٪)	شاخص ترکیدن ($kPam^2/g$)	شاخص پاره شدن (mNm^2/g)
شاهد	۰	^{c}۱/۴۰۶۶۷	^{c}۳/۹۱۰۰
	۲	^{a}۲/۴۸۰۰۰	^{b}۴/۱۷۰۰
پیش‌تیمار با آب جوش	۰	^{b}۱/۹۵۰۰۰	^{b}۴/۳۱۳۳
	۲	^{a}۲/۴۱۶۶۷	^{a}۴/۹۶۶۷

جدول ۹- مقایسه میانگین اثر مستقل پیش تیمار با آب جوش

تیمار	سود (٪)	طول پاره شدن (km)	سفتی (mNm/kg)
شاهد	۰	^{c}۳/۰۱۰۰	^{c}۳/۸۳۳۳
	۲	^{b}۳/۹۶۳۳	^{b}۵/۰۰۰۰
پیش‌تیمار با آب جوش	۰	^{a}۴/۳۷۶۷	^{b}۵/۰۳۳۳
	۲	^{a}۴/۴۹۰۰	^{a}۵/۷۶۶۷

جدول ۱۰- مقایسه میانگین اثر مستقل پیش تیمار با آب جوش

تیمار	سود (٪)	مقاومت به کشش (Nm/g)	مقاومت به لهیدگی حلقوی (N)
شاهد	۰	^{c}۲۹/۵۵۰	^{a}۶۴/۱۲۰
	۲	^{b}۳۹/۲۶۰	^{b}۵۶/۴۵۷
پیش‌تیمار با آب جوش	۰	^{a}۴۳/۳۵۷	^{a}۶۳/۳۶۰
	۲	^{a}۴۳/۷۸۰	^{a}۶۲/۳۰۷

شاخص مقاومت به ترکیدن

نتایج حاصل از تجزیه واریانس شاخص ترکیدن کاغذ NSSC کاه گندم در تیمارهای مختلف در سطح اعتماد ۹۹ درصد معنی‌دار شد. نتایج گروه‌بندی آزمون دانکن نشان می‌دهد که بین عوامل پیش‌تیمار با خمیرکاغذ شاهد اختلاف معنی‌داری وجود دارد و بین پیش تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری از لحاظ این مقاومت وجود دارد. طبق نتایج حاصل روند تغییر میزان شاخص ترکیدن کاغذ در تیمارهای مختلف بشرح زیر است.

خمیرکاغذ شاهدی که در پخت آن از مواد شیمیایی بیشتری استفاده‌شده است (۱۰٪ سولفیت سدیم به همراه ۲٪ هیدروکسید سدیم) بیشتر از خمیرکاغذ پیش‌تیمار شده با آب جوش است که در پخت آن از مواد شیمیایی بیشتری استفاده‌شده است و خمیرکاغذ پیش‌تیمار شده با آب جوش که در پخت آن فقط از سولفیت سدیم استفاده‌شده نیز بیشتر از خمیرکاغذ شاهدی است که در پخت آن فقط از سولفیت سدیم استفاده‌شده است. طبق نتایج حاصل افزایش مواد شیمیایی پخت باعث افزایش این شاخص شده است (جدول ۸).

مقاومت به پاره شدن

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مقاومت به پاره شدن کاغذ NSSC کاه گندم در تیمارهای مختلف در سطح اعتماد ۹۹ درصد معنی‌دار شد. نتایج گروه‌بندی آزمون دانکن نشان می‌دهد که بین عوامل پیش تیمار با خمیرکاغذ شاهد اختلاف معنی‌داری وجود دارد، همچنین بین پیش‌تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری از لحاظ این مقاومت وجود دارد. طبق نتایج حاصل روند تغییر میزان مقاومت به پاره شدن کاغذ در تیمارهای مختلف به این شرح است که مقاومت به پاره شدن خمیرکاغذ پیش تیمار شده با آب جوش که در پخت آن از سولفیت سدیم به همراه هیدروکسید سدیم استفاده‌شده است بیشتر از مقاومت به پاره شدن خمیرکاغذ پیش تیمار شده با آب جوش است و کمترین مقدار مقاومت به پاره شدن (گروه c) مربوط به خمیرکاغذ شاهدی است که در پخت آن فقط از سولفیت سدیم استفاده شده است. طبق نتایج حاصل روند تغییر میزان مقاومت کششی کاغذ در تیمارهای مختلف به این شرح است که مقاومت به کشش خمیرکاغذ پیش تیمار شده با آب جوش که در پخت آن از سولفیت سدیم به همراه هیدروکسید سدیم استفاده‌شده است بیشتر از مقاومت به کشش خمیرکاغذ پیش تیمار شده با آب جوش است که در پخت آن از مواد شیمیایی کمتری استفاده‌شده است و مقاومت به کشش خمیر کاغذ شاهدی که در پخت آن از سولفیت سدیم به همراه هیدروکسید سدیم استفاده‌شده است نیز بیشتر از مقاومت به کشش خمیرکاغذ شاهدی است که در پخت آن فقط از سولفیت سدیم استفاده‌شده است (جدول ۱۰).

طول پاره شدن

نتایج حاصل از تجزیه واریانس میزان طول پاره شدن کاغذ NSSC کاه گندم در تیمارهای مختلف در سطح اعتماد ۹۹ درصد معنی‌دار شده است. نتایج گروه‌بندی آزمون دانکن نشان می‌دهد که بین عوامل پیش‌تیمار با خمیرکاغذ شاهد اختلاف معنی‌داری وجود دارد، همچنین بین پیش‌تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری از لحاظ این مقاومت وجود دارد. طبق نتایج حاصل روند تغییر میزان طول پارگی کاغذ در تیمارهای مختلف به این شرح است که طول پاره شدن خمیرکاغذ پیش تیمار شده با آب جوش که در پخت آن از سولفیت سدیم به همراه هیدروکسید سدیم استفاده‌شده است بیشتر از طول پاره شدن خمیرکاغذ پیش

مقاومت به کشش

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مقاومت به کشش کاغذ NSSC کاه گندم در تیمارهای مختلف در سطح اعتماد ۹۹ درصد معنی‌دار شد. نتایج گروه‌بندی آزمون دانکن نشان می‌دهد که بین عوامل پیش‌تیمار با خمیرکاغذ شاهد اختلاف معنی‌داری وجود دارد، همچنین بین پیش تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری از لحاظ این مقاومت وجود دارد. طبق نتایج حاصل بیشترین مقاومت به کشش (گروه a) مربوط به خمیرکاغذ پیش تیمار شده با آب جوش است و کمترین مقدار مقاومت به کشش (گروه c) مربوط به خمیرکاغذ شاهدی است که در پخت آن فقط از سولفیت سدیم استفاده شده است. طبق نتایج حاصل روند تغییر میزان مقاومت کششی کاغذ در تیمارهای مختلف به این شرح است که مقاومت به کشش خمیرکاغذ پیش تیمار شده با آب جوش که در پخت آن از سولفیت سدیم به همراه هیدروکسید سدیم استفاده‌شده است بیشتر از مقاومت به کشش خمیرکاغذ پیش تیمار شده با آب جوش است که در پخت آن از مواد شیمیایی کمتری استفاده‌شده است و مقاومت به کشش خمیر کاغذ شاهدی که در پخت آن از سولفیت سدیم به همراه هیدروکسید سدیم استفاده‌شده است نیز بیشتر از مقاومت به کشش خمیرکاغذ شاهدی است که در پخت آن فقط از سولفیت سدیم استفاده‌شده است (جدول ۱۰).

طول پاره شدن

نتایج حاصل از تجزیه واریانس میزان طول پاره شدن کاغذ NSSC کاه گندم در تیمارهای مختلف در سطح اعتماد ۹۹ درصد معنی‌دار شده است. نتایج گروه‌بندی آزمون دانکن نشان می‌دهد که بین عوامل پیش‌تیمار با خمیرکاغذ شاهد اختلاف معنی‌داری وجود دارد، همچنین بین پیش‌تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری از لحاظ این مقاومت وجود دارد. طبق نتایج حاصل روند تغییر میزان طول پارگی کاغذ در تیمارهای مختلف به این شرح است که طول پاره شدن خمیرکاغذ پیش تیمار شده با آب جوش که در پخت آن از سولفیت سدیم به همراه هیدروکسید سدیم استفاده‌شده است بیشتر از طول پاره شدن خمیرکاغذ پیش

تیمار شده با آب جوش است که در پخت آن از مواد شیمیایی کمتری استفاده‌شده است و طول پاره شدن خمیر کاغذ شاهدی که در پخت آن از سولفیت سدیم به همراه هیدروکسید سدیم استفاده‌شده است نیز بیشتر از طول پاره شدن خمیرکاغذ شاهدی است که در پخت آن فقط از سولفیت سدیم استفاده‌شده است (جدول ۸).

سفتی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس میزان سفتی کاغذ NSSC کاه گندم در تیمارهای مختلف در سطح اعتماد ۹۹ درصد معنی‌دار شده است. نتایج گروه‌بندی آزمون دانکن نشان می‌دهد که بین عوامل پیش تیمار 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 سفتی (گروه a) مربوط به خمیرکاغذ پیش‌تیمار شده با آب جوش است و کمترین مقدار مقاومت سفتی (گروه c) مربوط به خمیرکاغذ شاهدی است که در پخت آن فقط از سولفیت سدیم استفاده‌شده است (جدول ۹).

مقاومت به لهیدگی حلقوی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس میزان مقاومت به لهیدگی حلقوی کاغذ NSSC کاه گندم در تیمارهای مختلف در سطح اعتماد ۹۹ درصد معنی‌دار شده است. نتایج گروه‌بندی آزمون دانکن نشان می‌دهد که بین عوامل 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 لهیدگی حلقوی (گروه a) مربوط به خمیرکاغذ شاهدی است که فقط از سولفیت سدیم در پخت آن استفاده‌شده است و کمترین مقدار مقاومت به لهیدگی حلقوی (گروه b) مربوط به خمیرکاغذ شاهدی است که در پخت آن از سولفیت سدیم به همراه سود سوزآور استفاده‌شده است (جدول ۱۰).

بحث

در این تحقیق تأثیر پیش‌تیمار آب جوش بر بازده، دانسیته و پالایش‌پذیری خمیرکاغذ نیمه‌شیمیایی سولفیت خنثی (NSSC) کاه گندم (رقم زاگرس) استان گلستان بررسی شد. در بررسی امکان تولید خمیرکاغذ به روش مکانیکی پراکسید قلیایی (APMP)[1] از کاه گندم خراسان که توسط Saraeyan (۲۰۰۳) انجام شد بیشترین بازده (۷۲/۳۶٪) از خمیرکاغذ دو مرحله‌ای پیش تیمار شده با آب سرد به مدت ۱۰ دقیقه و همچنین کمترین بازده (۶۱/۲۵٪) از خمیرکاغذ یک مرحله‌ای پیش تیمار شده با سود سوزآور ۱۰٪ به مدت ۲۰ دقیقه بود که مشابه با خمیرکاغذ شاهد در این بررسی است.

در تحقیق دیگری که توسط Latibari (۲۰۰۶) بر روی تعیین شرایط بهینه پخت خمیرکاغذ از کاه گندم به روش سولفیت خنثی انجام شد، بیشترین بازده با ۵۷/۴٪ مربوط به خمیرکاغذ تهیه‌شده در دمای پخت ۱۶۵°C، سولفیت سدیم ۱۴٪، کربنات سدیم ۶٪ و ۲۰ دقیقه پخت بود که مشابه با بازده خمیرکاغذ پیش تیمار شده با آب جوش بر مبنای کاه پیش تیمار شده در این تحقیق است.

در بررسی ساخت خمیرکاغذ شیمیایی- مکانیکی رنگ‌بری شده از کاه گندم توسط Latibari (۲۰۱۱)، خمیرکاغذها در شرایط قلیایی ۱۰، ۱۲، ۱۴ و ۱۶ درصد، دمای ۹۵°C و به مدت ۴۰ دقیقه تهیه شدند. خمیرکاغذهایی که با درصدهای کمتری از قلیا تهیه شدند ضخامتی در حدود ضخامت خمیرکاغذهای پیش‌تیمار شده با آب جوش این بررسی داشتند. در واقع افزایش سود سوزآور به ترکیبات شیمیایی می‌تواند باعث افزایش pH مایع پخت، نفوذ بیشتر، لیگنین‌زدایی بهتر، انعطاف‌پذیرتر شدن الیاف و درنتیجه کاهش ضخامت کاغذ شود.

در بررسی ساخت خمیرکاغذ شیمیایی- مکانیکی رنگ‌بری شده از کاه گندم که توسط Latibari (۲۰۱۱) انجام شد دانسیته خمیرکاغذ با ۱۰٪ قلیا مشابه دانسیته خمیرکاغذ شاهد در این بررسی بود. افزایش مواد شیمیایی باعث افزایش دانسیته کاغذ می‌شود. به‌طورکلی پیش‌تیمار باعث افزایش دانسیته می‌شود. مقادیر دانسیته کاغذ به‌دست‌آمده از این تحقیق قابل مقایسه با دانسیته خمیرکاغذ NSSC مورد استفاده در کارخانه چوب و کاغذ مازندران (g/cm^3) ۰/۵۲ است.

1- Alkaline Peroxide Mechanical Pulp

در بررسی تولید خمیرکاغذ CMP از کاه گندم که توسط Moradian (۲۰۰۳) انجام شد، خمیرکاغذها با درصدهای متفاوت ۶، ۸ و ۱۰ درصد سولفیت سدیم و درصدهای ۶، ۸ و ۱۰ از سود سوزآور در زمان‌های ۲۰، ۳۰ و ۴۰ دقیقه تهیه شدند و دانسیته خمیرکاغذ با ۱۰٪ سولفیت سدیم مشابه دانسیته خمیرکاغذ پیش‌تیمارشده با آب جوش با ۲٪ سود سوزآور در این بررسی بود.

گزارش شد ساخت خمیرکاغذ شیمیایی- مکانیکی رنگ‌بری شده از کاه گندم توسط Latibari (۲۰۱۱) خمیرکاغذی که با ۱۶٪ قلیا تهیه شد دارای حجم ویژه‌ای مشابه حجم ویژه خمیرکاغذ پیش‌تیمار شده با آب جوش با ۲٪ هیدروکسید سدیم بود.

شاخص مقاومت به ترکیدن خمیرکاغذ APMP کاه گندم در دو زمان ۱۰ و ۲۰ دقیقه را Sarayian (۲۰۰۳) به‌ترتیب برای پیش تیمار با آب‌سرد ۰/۹۸۴ و ۰/۸۹۴ $kPam^2/g$ و برای پیش‌تیمار با آب جوش ۱/۱۹۵ و ۱/۱۴۸ $kPam^2/g$ تعیین کرد که تقریباً مشابه نتایج به‌دست‌آمده است و نیز شاخص مقاومت به پاره شدن را در زمان‌های ۱۰ و ۲۰ دقیقه به‌ترتیب در کاه گندم‌های پیش‌تیمار شده با آب سرد ۳/۵۵۶ و ۳/۰۸۴ mNm^2/g و در کاه گندم‌های پیش‌تیمار شده با آب جوش ۳/۹۰۵ و ۳/۷۹۳ mNm^2/g تعیین کرد که کمتر از نتایج به‌دست‌آمده در این بررسی است.

Kamrani (۲۰۰۷) شاخص مقاومت به ترکیدن خمیرکاغذ APMP کاه گندم را برای خمیرکاه‌گندم شاهد ۰/۷۵ $kPam^2/g$ به دست آورد که کمتر از نتایج به‌دست‌آمده در این بررسی است، همچنین شاخص مقاومت به پاره شدن خمیرکاغذ را برای خمیر شاهد ۲/۶۲ mNm^2/g تعیین کرد که کمتر از نتایج حاصل از این بررسی است.

Patel و همکاران (۱۹۸۵) در نتایج به‌دست‌آمده از خمیرکاغذهای تهیه شده از روش سودا (۱۰ درصد قلیایی) و سولفیت قلیایی (با نسبت شش به شش، همچنین چهار به شش هیدروکسید سدیم و سولفیت سدیم) در دمای ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ ساعت، مقدار فاکتور ترکیدن این خمیرکاغذها را به‌ترتیب ۱۹، ۱۷ و ۱۷ (حدود ۱/۹، ۱/۷ و ۱/۷ $kPam^2/g$) گزارش کرده‌اند. این مقادیر در مقایسه با خمیر شاهد بیشتر ولی در مقایسه با خمیرکاغذهای پیش‌تیمار شده با آب جوش کمتر است. همچنین مقدار فاکتور پاره شدن خمیرکاغذها را به‌ترتیب ۲۶/۱، ۲۹/۲۷ و ۲۷/۶ (حدود ۲/۶۱، ۲/۹۲، ۲/ ۷۶ mNm^2/g)گزارش کرده‌اند که در مقایسه با نتایج این بررسی به‌مراتب کمتر بوده است و طول پاره شدن این خمیرکاغذها با مقدار سولفیت به قلیای شش را به ترتیب ۴/۸، ۵ و ۵/۶ km گزارش کرده‌اند که این مقادیر نزدیک به داده‌های به دست آمده از خمیر کاغذ پیش تیمار شده با آب جوش است.

Ali و همکاران (۱۹۹۱) با روش‌های سودا و سولفیت خنثی در شرایط متفاوت (در دمای ۱۶۵ درجه سانتی‌گراد، زمان بین ۱۵ تا ۱۸۰ دقیقه و مقدار مواد شیمیایی بین ۶ تا ۱۵ درصد) از کاه گندم پاکستان خمیرکاغذ ساختند. مقادیر شاخص مقاومت در برابر ترکیدن خمیرکاغذهای سودا و سولفیت خنثی را به‌ترتیب بین ۳ /۲-۱/۵ و ۲/۴-۲ $kPam^2/g$ گزارش کرده‌اند که مقادیر کمتر آن (۲ و ۱/۵) با نتایج به‌دست‌آمده از خمیرکاغذهای پیش‌تیمار شده با آب جوش همخوانی دارد. مقدار این شاخص برای خمیرکاغذ NSSC مورد استفاده در کارخانه چوب و کاغذ مازندران (۲/۱۲ $kPam^2/g$) است. همچنین مقادیر اندیس مقاومت به پاره شدن خمیرکاغذهای سودا و سولفیت خنثی را به‌ترتیب ۳/۵ تا ۴/۴ و ۳/۷ تا ۴/۴ تعیین کرده‌اند که در حدود مقاومت‌های به‌دست‌آمده است و نیز مقادیر طول پاره شدن خمیرکاغذهای سودا و سولفیت خنثی را به‌ترتیب ۳/۳-۵ و ۴ تا ۵/۱۵ گزارش کردند که حدود نتایج به‌دست‌آمده از خمیرکاغذهای پیش‌تیمار شده است (۳/۰۱ تا ۴/۴).

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

به‌طورکلی با افزایش مواد شیمیایی مقدار شاخص مقاومت به پاره شدن 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 پیش تیمار با آب جوش نسبت به پیش تیمار قلیایی بیشتر

است. مقدار این شاخص برای خمیرکاغذ NSSC مورد استفاده در کارخانه چوب و کاغذ مازندران (mNm^2/g) ۵ است.

طبق نتایج حاصل، مقاومت به کشش حاصل از خمیرکاغذ پیش‌تیمار شده با آب جوش در مقایسه با سایر خمیرکاغذها بیشتر بوده که می‌توان این‌گونه تفسیر کرد که پیش‌تیمار با آب جوش، کاه گندم را واکشیده و نرم می‌کند و باعث انحلال بخشی از همی‌سلولزها و مقادیر ناچیزی از لیگنین و مواد استخراجی و سیلیس کاه می‌شود، درنتیجه باعث کارایی بهتر تیمار اصلی (پخت خمیر) در جداسازی الیاف کاه شده و خمیرکاغذ حاصل کیفیت بهتری برای تبدیل به کاغذ دارد یعنی در هم رفته و فشرده‌تر می‌شود و سطح اتصال بهتری ایجاد می‌کند (Saraeyan, 2003).

بیشترین شاخص مقاومت به کشش (۴۳/۷۸۰) مربوط به کاه پیش‌تیمار شده با آب جوش است که در پخت آن از مواد شیمیایی بیشتری (۲٪ سود سوزآور به همراه ۱۰٪ سولفیت سدیم) استفاده شد و کمترین آن (۲۹/۵۵۰) مربوط به خمیرکاغذ شاهدی است که در پخت آن از مواد شیمیایی کمتر (۱۰٪ سولفیت سدیم) استفاده شد.

مقدار شاخص مقاومت به کشش برای خمیرکاغذ NSSC مورد استفاده در کارخانه چوب و کاغذ مازندران (Nm/g) ۳۵ است. Misra (۱۹۸۰) طول پاره شدن خمیرکاغذ سودای کاه گندم رنگ‌بری نشده را ۷۶۰۰ متر اندازه‌گیری کرده است که در مقایسه با این بررسی بیشتر است.

طبق نتایج حاصل طول پاره شدن خمیرکاغذ پیش‌تیمار شده با آب جوش در مقایسه با خمیرکاغذ شاهد بیشتر است که می‌توان آن را این‌گونه تفسیر کرد که پیش‌تیمار با آب جوش، کاه گندم را واکشیده و نرم می‌کند و باعث انحلال بخشی از همی‌سلولزها و مقادیر ناچیزی از لیگنین و مواد استخراجی و سیلیس کاه می‌شود. در نتیجه باعث کارایی بهتر تیمار اصلی (پخت خمیر) در جداسازی الیاف کاه شده و خمیرکاغذ حاصل کیفیت بهتری برای تبدیل به کاغذ دارد یعنی در هم رفته و فشرده‌تر می‌شود و سطح اتصال بهتری ایجاد می‌کند (Saraeyan, 2003).

مقدار طول پاره شدن برای خمیرکاغذ NSSC مورد استفاده در کارخانه چوب و کاغذ مازندران ۳/۵km است. 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 پاره شدن تقریباً مشابهی با خمیرکاغذهای کاه گندم حاصل از فرایندهای شیمیایی متفاوت باشد.

طبق نتایج حاصل روند تغییر میزان سفتی کاغذ در تیمارهای مختلف به این شرح است که سفتی خمیرکاغذ پیش‌تیمار شده با آب جوش که در پخت آن از سولفیت سدیم به همراه هیدروکسید سدیم استفاده شده است بیشتر از سفتی خمیرکاغذ پیش تیمار شده با آب جوش است که در پخت آن از مواد شیمیایی کمتری استفاده شده است و سفتی خمیرکاغذ شاهدی که در پخت آن از سولفیت سدیم به همراه هیدروکسید سدیم استفاده شده است نیز بیشتر از سفتی خمیرکاغذ شاهدی است که در پخت آن فقط از سولفیت سدیم استفاده شده است.

بیشترین سفتی (۵/۷۶۶۷ mNm/kg) مربوط به کاه پیش‌تیمار شده با آب جوش است که در پخت آن از مواد شیمیایی بیشتری (۲٪ سود سوزآور به همراه ۱۰٪ سولفیت سدیم) استفاده شد و کمترین آن (۳/۸۳۳۳ mNm/kg) مربوط به خمیرکاغذ شاهدی است که در پخت آن از مواد شیمیایی کمتر (۱۰٪ سولفیت سدیم) استفاده شده است.

طبق نتایج حاصل، مقاومت سفتی حاصل از خمیرکاغذ پیش‌تیمار شده با آب جوش در مقایسه با خمیرکاغذ شاهد از مقادیر بیشتری برخوردار است. پیش‌تیمار بر ساختار کاه گندم و سست و واکشیده کردن آن، همچنین انحلال و حذف مقداری از ترکیبات فرعی (آلی و معدنی) و بخش ناچیزی از لیگنین و همی سلولز کاه تأثیر گذاشته و باعث افزایش نقش تیمار اصلی می‌شود و جداسازی الیاف کاه گندم به نحو ساده‌تر و سالم‌تری انجام می‌گردد و خمیر از کیفیت بهتری برای تبدیل به کاغذ برخوردار می‌شود (Saraeyan, 2003).

مقدار مقاومت سفتی برای خمیرکاغذ NSSC مورد استفاده در کارخانه چوب و کاغذ مازندران (mNm/kg) ۴/۸۳ است.

طبق نتایج حاصل، روند تغییر میزان مقاومت به لهیدگی حلقوی کاغذ در تیمارهای مختلف به این شرح است که مقاومت به لهیدگی حلقوی خمیرکاغذ شاهدی که فقط از سولفیت سدیم در پخت آن استفاده‌شده است بیشتر از خمیرکاغذ پیش‌تیمار شده با آب جوش است که در پخت آن فقط از سولفیت سدیم استفاده شده است و نیز مقاومت به لهیدگی حلقوی خمیرکاغذ پیش‌تیمارشده با آب جوش که در پخت آن از سولفیت سدیم به

همراه سود سوزآور استفاده‌شده است بیشتر از خمیرکاغذ شاهدی است که در پخت آن از سولفیت سدیم به همراه سود سوزآور استفاده‌شده است.

طبق نتایج حاصل مقاومت به لهیدگی حلقوی حاصل از خمیرکاغذ پیش‌تیمار شده با آب جوش در مقایسه با خمیرکاغذ شاهد بیشتر است. استفاده از پیش‌تیمار تأثیر مطلوبی بر افزایش مقاومت به لهیدگی حلقوی ندارد و افزایش مصرف مواد شیمیایی باعث کاهش این مقاومت می‌شود و بیشترین مقدار این مقاومت (۶۴/۱۲ N) را کاه گندم شاهدی دارد که فقط از سولفیت سدیم در پخت آن استفاده شده است، زیرا در این مورد نقش ماده اولیه مؤثر بیشتر بوده و استفاده از قلیا باعث افت این مقاومت می‌شود.

مقدار مقاومت به لهیدگی حلقوی برای خمیرکاغذ NSSC مورد استفاده در کارخانه چوب و کاغذ مازندران برای کاغذ ۱۲۰ گرمی (N) ۱۸۶ است.

منابع مورد استفاده

-Ahmadi, M., Faezipour, M., Jahan Latibari, A., and Hedjazi, A., 2010. Investigation on Neutral Sulfite Semi-Chemical Pulping of Reapseed (Canola)Residues. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research Vol. 25 No. (1).Pp: 113-127.

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

- Aravamuthan, R.G., and Yayin, I., 1992. Optimization of caustic-carbonate pulping of wheat straw for corrugating medium. TAPPI.

–Atchison, J., and Gavern, M. 1987. Data on Non-wood Plant Fibers in Pulp and Paper Manufacture, TAPPI Press. Vol. 3, Pp: 61

- Browning, B .L. 1967. Methods of Wood Chemistry. Vol. 1. Interscience Publishments. Pp:130.

- Hemmasi. A.H., Samariha. A., 2005. Study of substitution possibility of bagasse semi chemical pulp instead of division of wood pulp for production of floating paper in Mazandaran wood and paper Complex. Jornal of Agricultural Sciences, Islamic Azad University Vol. 11 No. (4), Pp: 177-186.

- Hurter, P., 2002. Eng: Physical Properties Of Corrugating Medium Content Papers Produce With Non-wood Pulp, Hurter Consult Incorporated, p.139.

- Jahan Latibari, A., 2012. Investigation on production of bleachable chemi-mechanical pulp from wheat straw. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research Vol. 26 No. (4), Pp: 634-646.

- Jahan Latibari, A., Hoseini, E., Resalati H., and Fakhrian. A. 2007. A Determination of the Optimum NSSC Pulping Condition of Wheat Straw for Corrugated Medium Production. Journal of the Iranian Natural Res., Vol. 59, No. 4, Pp:903-919.

-Kaldor, A. F., and Kenaf, 1992. An alternate fiber for the pulp and paper industries in developing and developed countries, TAPPI, 75(10), 141.

- Kamrani, S., Sarayan, A.R., and Akbarpour, I. 2010. Studying from the Properties of Chemi-Mechanical Pulping and Alkaline Peroxide Mechanical Pulping of Wheat Straw Golestan provinc. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research Vol. 25 No. (1).Pp: 32-47.

- Kashani, P., 1997. Survey of Paper Resistances of Wheat srtaw and Rice made from cold soda method. MSc, Thesis. Department of Wood and Paper Engineering, College of Agriculture and Natural Resources, Gorgan, 100 Pages.

- 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.

- Moradian, M. 2002. Investigation of Producing of CMP Pulp from Wheat Straw. MS Thesis, School of Natural Resources and Marine Sciences. Tarbiat Modarres University. 69 Pages.

-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: 145-151.

- Roger M. Rowell., Raymond A. Young., and Judith K. Rowell., Translated by: Faezipour, M. Kabourani, A and Parsapajouh, D. Paper and Composites from Agro-Based Resources. ISBN: 964- 03- 4628- 4. Pp: 318-248.

- Saraeyan, A.R., 2003. Study on Possibility of Making White High Yield Pulp With APMP Method From Khorasan Wheat Straw. PhD. Thesis, Tehran University, 244 Pages.

- Sarkhosh Rahmani, F., and Talaeipoor, M., 2008. Study on the Soda- AQ Wheat Straw Pulping for Making Flouting. Iranian Journal of Pazhoohesh & Sazandegi Vol. 21, Pp: 164-170.

- Smook, G.A., 1934. Hand Book for Pulp & Paper Technologists, Translated by: Mirshokraei, S.A. ISBN: 964- 7006- 88- 8. 500 Pages.

Effect of boiling water pre-treatment on the yield, physical, optical and mechanical properties of neutral sulfite semi chemical pulp from wheat straw

A.R. Saraeyan[1*] and S. Zhand[2]

1*-Corresponding author, Associate Professor, Dept. of Pulp and paper Industries ,Faculty of Wood and Paper Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran, Email: saraeyan@yahoo.com.
2- M.Sc., Wood &Paper Industrial Engineering, Department of Pulp and Paper Sciences and Technology, Gorgan University of Science and Natural Resourses, Gorgan, Iran

Received: Oct., 2013 Accepted: May, 2014

Abstract

In this study, the effect of boiling water pre-treatment on yield, optical, physical and mechanical properties of NSSC (Neutral Sulfite Semi Chemical) pulp from Zagroos wheat straw (Golestan province) was investigated. Chopped wheat straw was pretreated in boiling water for 30 minutes, water to straw ratio of 10:1. NSSC pulping was carried out at constant pulping conditions including liquor to straw ratio of 10:1, maximum pulping temperature of 160ºC and 30 minutes pulping time. In order to study the effect of NaOH on strength properties of paper, in some trails only Na_2S0_3 were used. Pulping was followed by defibration in laboratory refiner to reach 380±25mlCSF freeness. Handsheets at 60gr/m² were made from each pulp. The strength properties were determined on the basis of TAPPI standard. Results show that pre-treatment imparted a significant increasing effect on the strength properties of papers such as tensile, burst, breaking length, stiffness and density, except RCT strength. Increasing the chemical charge specially NaOH improved the pulp freeness, yield and handsheet density but the handsheet thickness was reduced.

Key words: Wheat straw, neutral sulfite semi chemical pulp, freeness, physical, optical and mechanical properties.