

بررسی ویژگیهای کاغذ حاصل از باگاس به روش نیمه شیمیایی سولفیت خنثی

احمد ثمریها

دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع چوب و کاغذ واحد علوم و تحقیقات و عضو باشگاه پژوهشگران جوان

امیر هومن حمصی

استادیار گروه مهندسی صنایع چوب و کاغذ، واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی (تهران)، مؤلف مسئول

سید احمد میرشکرای

دانشیار گروه شیمی دانشگاه پیام نور

سید محمد جواد سپیده دم

استادیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

چکیده

این تحقیق با هدف بررسی خصوصیات خمیر و کاغذ حاصل از باگاس انجام شد. به منظور تهیه خمیر کاغذ، باگاس مغززدایی شده به روش تر از کارخانه کاغذ پارس واقع در استان خوزستان تهیه گردید. پخت به مدت ۳۰ و ۴۰ دقیقه با روش نیمه شیمیایی سولفیت خنثی و بکارگیری مواد شیمیایی متداول در کارخانه چوب و کاغذ مازندران به میزان ۱۰ و ۲۰٪ بر اساس ماده خشک مصرفی انجام پذیرفت. سپس خمیرها توسط پالایشگر PFI Mill تا درجه روانی 410 ± 25 CSF پالایش شدند و از هر نمونه خمیر، کاغذ دست ساز ۱۲۷ گرمی تهیه گردید. در نهایت مقاومتهای مکانیکی کاغذهای دست ساز اندازه گیری و با نتایج حاصل از تحقیقات سایر پژوهشگران مقایسه شد. برای بررسی خواص مقاومتی کاغذهای دست ساز، استاندارد TAPPI مورد استفاده قرار گرفت. بررسی ها نشان داد که با افزایش مواد شیمیایی و زمان پخت، بازده خمیر کاهش و عمده خواص مکانیکی کاغذهای حاصله نظیر مقاومت به له شدن در حالت حلقه (RCT)، سفتی، مقاومت در برابر کشش، مقاومت در برابر ترکیدن و طول پاره شدن افزایش می یابد. لازم به ذکر است که شاخص مقاومت در برابر پاره شدن کاهش یافت که دلیل آنرا می توان به لزوم پالایش بیشتر مربوط دانست.

واژه های کلیدی: باگاس، خمیر کاغذ، فرآیند نیمه شیمیایی سولفیت خنثی، زمان پخت، درصد مواد شیمیایی، خواص کاغذ

مقدمه

صنعت کاغذ کشور به تدریج مشکل تامین مواد اولیه خود را بیشتر احساس کرده و لازم است همگام با استفاده از فناوریهای جدید، گام های عملی و موثری برای کشف منابع جدید بر دارد، ضمن اینکه باید به بهبود کیفیت و کمیت محصول تولیدی خود نیز توجه بنماید. در زمینه ماده اولیه جای هیچ گونه شکی نیست که منابع لیگنوسلولزی غیر چوبی قادرند نقش مهمی در صنعت کاغذ ایفا نمایند، بطوریکه در سالهای اخیر گرایش زیادی به استفاده از فرآورده های جانبی محصولات کشاورزی در تولید خمیر و کاغذ مشاهده شده است. در میان مازاد محصولات کشاورزی موجود در کشور، باگاس مناسبترین ماده اولیه برای تولید خمیر و کاغذ محسوب می گردد، زیرا علاوه بر خصوصیات فنی مطلوب، به مقدار بسیار زیاد در جنوب کشور تولید می شود.

یکی از مهمترین فرآیندهای تولید کاغذ، فرآیند نیمه شیمیایی سولفیت خنثی می باشد. این فرآیند که بیشتر برای تولید خمیر کاغذهای پربازده از پهن برگان مورد استفاده قرار می گیرد، از مهمترین فرآیندهای نیمه شیمیایی مورد استفاده در جهان به شمار می رود. در این فرآیند که به اختصار NSSC نامیده می شود، از مایع پخت سولفیت سدیم استفاده می شود که برای خنثی کردن اسیدهای آلی آزاد شده از ماده لیگنو سلولزی در حین پخت با مقادیر اندکی کربنات سدیم یا هیدروکسید سدیم و یا بیکربنات سدیم بافر می گردد (۱). از این مواد شیمیایی به منظور تیمار مقدماتی استفاده می شود و در نهایت، جداسازی الیاف با استفاده از فرآیندهای مکانیکی تکمیل می گردد (۱۲).

خمیر کاغذهای تولید شده با فرآیند NSSC عمدتاً برای تولید کاغذ کنگره ای استفاده می شوند. کاغذ کنگره ای از جمله پر مصرف ترین انواع کاغذهای دنیاست که برای تهیه لایه میانی مقوای کنگره ای به کار رفته و در کارتن سازی و صنایع بسته بندی مصرف زیادی دارد. این لایه سفتی مورد نیاز برای مقوای کارتن را تامین می کند.

در این راستا، نگگی (۱۹۸۳)، مطالعاتی را بر روی تولید خمیر کاغذ از چوب درختان سریع الرشد گونه های مختلف بوسيله فرآیند نیمه شیمیایی سولفیت خنثی (NSSC) انجام داد. نتایج این تحقیق نشان داد که بازده بدست آمده از فرآیند NSSC بیشتر از سایر فرآیندها بوده است و در بین گونه های سریع الرشد پهن برگ، پالونیا یکی از مطلوبترین گونه های درختی است (۲).

جدول ۱- نتایج آزمایشهای مقاومتی کاغذهای حاصل از آفتابگردان

درجه روانی (CSF)		
۳۷۲	۳۲۸	
۳۴/۴۱۵	۴۱/۲۸۶	شاخص مقاومت به کشش (N.m/gr)
۳/۶۱۱	۴/۲۰۹	طول پاره شدن (Km)
۱/۶۹۲	۲/۰۱۷	شاخص مقاومت به ترکیدن (Kpa.m2/gr)
۵/۷۰۷	۶/۰۶۰	شاخص مقاومت به پاره شدن (mN.m2/gr)
۱/۸۵۱۷	۱/۹۳۷	مقاومت به له شدگی حلقه ای (KN/m)
۷۰۲/۴	۶۸۵/۵	سفتی (KN/m)

رودی (۱۳۸۰)، مطالعاتی در خصوص ساخت کاغذ با روش نیمه شیمیایی سولفیت خنثی با استفاده از ساقه گیاه آفتابگردان انجام داد. نتایج حاصل از مقاومتهای کاغذ ۱۲۷ گرمی در جدول ۱ خلاصه شده است (۶).

افرابند پی (۱۳۸۲)، خواص کاغذ حاصل از اختلاط صنوبر دلتوئیدس و پالونیا به روش نیمه شیمیایی سولفیت خنثی را مطالعه کرد. ترکیبات مختلف مواد اولیه و برخی از خواص مقاومتی کاغذ حاصله در جدول ۲ درج شده است.

جدول ۲- نتایج آزمایشهای مقاومتی کاغذهای حاصل از اختلاط صنوبر و پالونیا

نوع خمیر	مقاومت به لهشدهگی	سفتی (KN/m)	شاخص مقاومت به کشش	شاخص مقاومت	شاخص مقاومت	طول پاره شدن
	حلقه‌ای (KN/m)		(N.m/gr)	(mN.m2/gr)	به ترکیدن (Kpa.m2/gr)	(Km)
۱۰۰٪ صنوبر	۱/۸۲۶	۸۳۲/۴	۹/۴۶۴	۷/۷۵۸	۴/۸۲۷۳	۷/۶۴۲
۹۰٪ صنوبر ۱۰٪ پالونیا	۱/۸۱۰۳	۸۵۴/۶۳۲۳	۸/۶۳۹	۷/۵۴۰۶	۴/۵۲۷۷	۶/۹۶۴۷
۸۰٪ صنوبر ۲۰٪ پالونیا	۱/۷۳۶۳	۸۲۰/۰	۷/۷	۷/۲۴۶	۴/۴۰۱	۶/۴۰۴
۷۰٪ صنوبر ۳۰٪ پالونیا	۱/۵۱۲۳	۷۴۲/۲	۷/۹۶۴	۶/۴۰۴۳	۴/۲۰۹	۵/۸
۱۰۰٪ پالونیا	۱/۳۴۱۷	۶۷۳/۵۲۲۳	۶/۴۵۵	۵/۲۶۲۷	۳/۰۹۶۷	۵/۲۳۴

طبق تحقیقات ایشان، افزودن ۱۰ درصد خمیر پالونیا به خمیر صنوبر قابل قبول بوده و تاثیر چندانی بر خواص مقاومتی کاغذ نداشته و از نظر آماری نیز در مقایسه با کاغذ خالص صنوبر کاهش معنی داری در شاخصهای مقاومتی کاغذ حاصله مشاهده نمی گردد. از طرفی اختلاط خمیر پالونیا به نسبت بیش از ۱۰ درصد، باعث کاهش قابل ملاحظه برخی خصوصیات مقاومتی مانند مقاومت در برابر ترکیدن، طول پاره شدن و مقاومت کششی می شود، ولی تاثیر چندانی بر روی مقاومت در برابر پاره شدن، سفتی و مقاومت به لهشدهگی حلقه‌ای ندارد (۲).

همکاران (۱۹۵۷)، فرایند سولفیت خنثی برای تهیه خمیر از باگاس را مورد ارزیابی قرار دادند. ایشان دریافتند که فرایند NSSC در مقایسه با فرایندهای قلیایی، خمیرهایی با مقاومت‌های تا اندازه‌ای پایین تر ولی با بازده و روشنی بیشتر تولید می کند. البته فرایند NSSC نسبت به فرایندهای سودا و کرافت به زمان‌های پخت طولانی تر و مواد شیمیایی بیشتری نیاز دارد (۱۰).

فخریان و همکاران (۱۳۷۹)، تحقیقی به منظور بررسی ویژگیهای خمیر کاغذ چوب گونه اکالیپتوس میکروتکای منطقه دهنوی نورآباد ممسنی استان فارس انجام دادند. در این مطالعه با استفاده از روش سولفیت خنثی و با در نظر گرفتن مقادیر سولفیت سدیم از ۱۰ الی ۱۴ درصد، بیکربنات سدیم از ۴ تا ۸ درصد و زمان پخت ۳۰ و ۴۵ دقیقه، بازده خمیر کاغذها بین ۶۴/۵۹ الی ۷۰/۹۱ درصد و عدد کاپای آنها بین ۱۸۹/۵-۱۳۰/۶ بدست آمد. به منظور تهیه کاغذ دست ساز، خمیر کاغذها تا رسیدن به درجه روانی ۴۳۵ میلی لیتر CSF پالایش شدند. شاخص‌های مقاومت به ترکیدن، پارگی و طول پاره شدن کاغذهای دست ساز ساخته شده بترتیب بین $۲/۸۹۰ \text{Kpam}^2/\text{g}$ - $۱/۷۲۲$ ، $۷/۴۶۰$ - $۸/۲۶۲ \text{Nm}^2/\text{g}$ و $۴/۱۱$ - $۵/۱۴۰ \text{Km}$ گزارش شده است (۹).

حسینی (۱۳۸۳)، در مورد استفاده از گندم با استفاده از فرآیند NSSC مطالعاتی انجام داد. در این تحقیق حرارت در دوسطح (۱۶۵ و ۱۷۵ درجه سانتی گراد)، زمان در سه سطح (۲۰، ۳۰ و ۴۰ دقیقه) و درصد مواد شیمیایی با

سه سطح سولفیت سدیم (۱۲، ۱۴ و ۱۶٪) اعمال گردید. بعد از اتمام پخت و ساخت کاغذ دست‌ساز ۶۰ گرمی مشخص شد که تیمار ۱۷۵ درجه سانتی‌گراد، ۳۰ دقیقه و ۱۶٪ سولفیت سدیم در دو ویژگی شاخص مقاومت به ترکیدن و مقاومت به تاشدن بالاترین مقادیر را نشان می‌دهد که بترتیب عبارت بسودند از $5/3220 \text{ Kpa.m}^2/\text{gr}$ و $3/1 \log$. لازم بذکر است که بازده تیمار فوق ۵۱/۱۰ درصد گزارش شده است (۴).

خاصی پور (۱۳۷۹)، تحقیقاتی را در مورد استفاده از باگاس استان مازندران در فرآیند NSSC انجام داد. نتایج حاصل از مقاومتهای کاغذهای ۶۰ گرمی حاصله در دو درجه روانی ۳۲۵ و ۳۷۵ CSF در جدول ۳ نشان داده شده است (۵).

جدول ۳- نتایج آزمایشهای مقاومتی کاغذهای حاصل از باگاس

درجه روانی (CSF)		
۳۷۵	۳۲۵	
۵۶/۱۳۰	۴۹/۶۸۶	شاخص مقاومت به کشش (N.m/gr)
۵/۷۲۰	۵/۰۶۳	طول پاره شدن (Km)
۳/۵۹۶	۳/۰۷۳	شاخص مقاومت به ترکیدن (Kpa.m ² /gr)
۶/۵۲۳	۶/۵۰۰	شاخص مقاومت به پاره شدن (mN.m ² /gr)
۰/۳۳۳۳	۰/۳۱۴۶	مقاومت به له شدگی حلقه ای (KN/m)

Hurter (۲۰۰۲)، به مطالعه تولید خمیر کاغذ از مواد اولیه غیر چوبی بخصوص باگاس و انواع کاه پرداخت. نتایج تحقیقات او نشان داد که مقاومت طول پارگی (متر)، فاکتور مقاومت به ترکیدن ($\text{Kpa.m}^2/\text{gr}$) و له شدگی حلقوی (RingCrush) کاغذهای کنگره‌ای حاصله از باگاس به ترتیب ۵۵۱۰، ۳۲، ۳۸ و کلش برنج ۳۲۷۰، ۲۰/۸، ۲۶ بوده است (۱۱).

با توجه به آنچه ذکر شد، این مطالعه با هدف دستیابی به شرایط بهینه تولید خمیر و کاغذ از باگاس موجود در جنوب کشور و با استفاده از فرآیند نیمه شیمیایی سولفیت خنثی انجام شده است.

مواد و روش‌ها

نمونه‌های باگاس مورد استفاده از کارخانه پارس واقع در استان خوزستان تهیه گردید و به منظور انجام عملیات پخت خمیر و تهیه کاغذ به مرکز تحقیقات کارخانه صنایع چوب و کاغذ مازندران انتقال یافت. نمونه‌ها از باگاس تازه و بعد از مرحله "مغز زدائی تر" از مسیر خط تولید جمع آوری گردید.

پخت خمیر از باگاس طی چهار تیمار مختلف انجام و در هر چهار پخت از دو ماده شیمیایی سولفیت سدیم و بیکربنات سدیم به غلظت ($230/33 \text{ gr/Lit}$) بر پایه Na_2O و بر مبنای وزن خشک مصرفی استفاده گردید لازم به ذکر است مواد شیمیایی یاد شده از خط تولید کارخانه چوب و کاغذ مازندران تهیه شد. مشخصات فرآیندی پخت در قالب چهار تیمار به شرح ذیل اعمال گردید:

تیمار ۱: زمان پخت (۳۰ دقیقه)، درصد مواد شیمیایی (۱۰ درصد)

تیمار ۲: زمان پخت (۳۰ دقیقه)، درصد مواد شیمیایی (۲۰ درصد)

تیمار ۳: زمان پخت (۴۰ دقیقه)، درصد مواد شیمیایی (۱۰ درصد)

تیمار ۴: زمان پخت (۴۰ دقیقه)، درصد مواد شیمیایی (۲۰ درصد)

در ادامه عملیات پخت خمیر با شرایط ذیل انجام شد:

نسبت مایع پخت به ماده اولیه: (L/w) ۱۰/۱. این نسبت بدلیل زیاد بودن حجم به وزن باگاس انتخاب شد (۸).

درجه حرارت پخت ۱۷۰ درجه سانتی گراد.

زمان پخت به ترتیب ۳۰ و ۴۰ دقیقه.

مواد شیمیایی پخت به ترتیب ۱۰ و ۲۰ درصد وزن خشک باگاس.

پس از انجام عملیات پخت، خمیر کاغذ شستشو داده شد و بازده آن تعیین گردید. سپس خمیرهای حاصله بوسیله دفیبراتور آزمایشگاهی دفیبره شد. پالایش ثانویه خمیرها مطابق آئین نامه شماره T248-Om88 استاندارد TAPPI بوسیله دستگاه PFI Mill تا درجه روانی 410 ± 25 انجام گرفت. پس از ساخت کاغذ دست ساز از هر چهار خمیر مطابق آئین نامه شماره T220-Om88 استاندارد TAPPI، خواص مقاومتی کاغذهای یاد شده بر اساس روشهای استاندارد TAPPI به شرح زیر انجام پذیرفت.

T818 om-87	مقاومت به له شدن در حالت حلقه
T494 om-88	سفتی
T494 om-88	شاخص مقاومت در برابر کشش
SCAN P11:73	شاخص مقاومت در برابر پاره شدن
403 om-91	شاخص مقاومت در برابر ترکیدن
T494 om-88	طول پاره شدن

به طور کلی از هر نمونه خمیر به عنوان تیمار استفاده و کاغذ دست ساز ۱۲۷ گرمی از آنها تهیه شد. در نهایت هر یک از خواص مقاومتی با سه تکرار اندازه گیری و به منظور مقایسه میانگین مقاومتی کاغذهای حاصله، آزمون تجزیه واریانس و دانکن با استفاده از نرم افزار SPSS انجام شد.

نتایج

بازده خمیرهای حاصل از پخت باگاس تحت شرایط حاکم بر تیمارهای مختلف و با استفاده از فرآیند نیمه شیمیایی سولفیت خنثی در جدول ۴ نشان داده شده است.

جدول ۴ - بازده خمیر حاصل از پخت نیمه شیمیایی سولفیت خنثی باگاس تحت شرایط مختلف

شرایط پخت			
درجه حرارت پخت °C	زمان پخت (دقیقه)	درصد مواد شیمیایی (%)	میانگین بازده (%)
۱۷۰	۳۰	۱۰	۸۴/۴۱
		۲۰	۷۴/۹۵
		۱۰	۸۱/۷۳
	۴۰	۲۰	۷۲/۷۶
			۰/۳۹۳

تجزیه واریانس نتایج حاصله که به عنوان نمونه در جدول ۵ ارائه شده، حاکی از آنستکه از نظر آماری بین مقادیر بازده چهار خمیر مورد بررسی در سطح احتمال ۵٪، اختلاف معنی دار وجود دارد.

جدول ۵- تجزیه واریانس مقادیر بازده خمیر کاغذ

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F محاسباتی	سطح معنی داری
بین گروهها	۳	۲۷۲/۶۵۱	۹۰/۸۸۴	۱۸۳/۵۲۹	۰/۰۰۰
خطا	۸	۳/۹۶۲	۰/۴۹۵		
کل	۱۱	۲۷۶/۶۱۳			

همچنین مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که میانگین بازده خمیرهای حاصل از تیمارهای متفاوت، در چهار گروه مختلف قرار می‌گیرند. جدول ۶ نتایج حاصل از آزمون دانکن را نشان می‌دهد.

جدول ۶- مقایسه میانگین‌های مقادیر بازده خمیر کاغذ

شماره تیمار	بازده %	گروه			
		۱	۲	۳	۴
تیمار ۴	۷۲/۷۶				
تیمار ۲	۷۴/۹۵		۷۴/۹۵		
تیمار ۳	۸۱/۷۳			۸۱/۷۳	
تیمار ۱	۸۴/۴۱				۸۴/۴۱

برای ساخت کاغذ دست‌ساز، درجه روانی در محدوده 410 ± 25 C.S.F مورد نیاز است. به همین منظور، فرآیند پالایش با استفاده از پالایشگر مدل PFI Mill، تا حصول درجه روانی خمیرها به حدود 410 ± 25 C.S.F اعمال گردید. در جدول ۷ تعداد دور پالایشگر برای رسیدن به درجه روانی نهایی مشخص شده است.

جدول ۷- تعداد دور پالایشگر و درجه روانی نهایی

نام گروه خمیر	تیمار	تعداد دور پالایشگر	درجه روانی بعد از پالایشگر (CSF)
۱	۳۰ دقیقه ۱۰ درصد مواد شیمیایی	۱۰۴۰۰	۴۲۷
۲	۳۰ دقیقه ۲۰ درصد مواد شیمیایی	۲۶۰۰	۴۳۳
۳	۴۰ دقیقه ۱۰ درصد مواد شیمیایی	۹۰۰۰	۴۲۰
۴	۴۰ دقیقه ۲۰ درصد مواد شیمیایی	۲۹۰۰	۴۲۸

مقاومت به له شدن در حالت حلقه^۱

با توجه به اطلاعات جدول تجزیه واریانس، می‌توان نتیجه گرفت که بین مقادیر مقاومت به له شدن در حالت حلقه چهار نوع کاغذ ساخته شده در سطح احتمال ۵٪، از نظر آماری اختلاف معنی دار وجود دارد. همچنین مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که در سطح احتمال ۵٪، تیمارهای (۳۰ دقیقه - ۱۰٪) و (۴۰ دقیقه - ۱۰٪) با هم در یک گروه قرار داشته و از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بین آنها وجود ندارد. همچنین تیمارهای (۳۰ دقیقه - ۲۰٪) و (۴۰ دقیقه - ۲۰٪) با هم در یک گروه قرار گرفته و از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بین دو گروه وجود ندارد. جدول ۸ نتایج حاصل از آزمون دانکن را نشان می‌دهد.

جدول ۸- مقایسه میانگین‌های مقادیر مقاومت به له شدن در حالت حلقه کاغذهای دست ساز

شماره تیمار	بازده٪	مقاومت به له شدن در حالت حلقه	
		گروه ۱	گروه ۲
تیمار ۱	۸۴/۴۱	۱/۲۳	۱/۲۳
تیمار ۳	۸۱/۷۳	۱/۲۶۴	۱/۲۶۴
تیمار ۲	۷۴/۹۵	۱/۴۹۴	۱/۴۹۴
تیمار ۴	۷۲/۷۶	۱/۶۲۱	۱/۶۲۱

سفتی^۱

با توجه به اطلاعات جدول تجزیه واریانس، می‌توان نتیجه گرفت که بین مقادیر سفتی چهار نوع کاغذ ساخته شده، در سطح احتمال ۵٪، از نظر آماری اختلاف معنی‌دار وجود دارد. همچنین مقایسه میانگین‌ها حاکی از آنستکه میانگین سفتی کاغذهای حاصله از تیمارها در چهار گروه مختلف قرار می‌گیرند. جدول ۹ نتایج حاصل از آزمون دانکن را نشان می‌دهد.

جدول ۹- مقایسه میانگین‌های مقادیر سفتی کاغذهای دست ساز

شماره تیمار	بازده٪	سفتی (KN/m)	گروه			
			۱	۲	۳	۴
تیمار ۱	۸۴/۴۱	۴۳۵/۳۳	۴۳۵/۳۳			
تیمار ۳	۸۱/۷۳	۴۵۷		۴۵۷		
تیمار ۲	۷۴/۹۵	۶۸۰/۴			۶۸۰/۴	
تیمار ۴	۷۲/۷۶	۷۱۵/۴				۷۱۵/۴

شاخص مقاومت در برابر کشش^۲

با توجه به اطلاعات جدول تجزیه واریانس، می‌توان نتیجه گرفت که بین مقادیر شاخص مقاومت در برابر کشش چهار نوع کاغذ ساخته شده در سطح احتمال ۵٪ از نظر آماری اختلاف معنی‌دار وجود دارد. همچنین مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که در سطح احتمال ۵٪، تیمارهای (۳۰ دقیقه - ۱۰٪) و (۴۰ دقیقه - ۱۰٪) با هم در یک گروه قرار گرفته و از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بین آنها وجود ندارد. همچنین تیمارهای (۳۰ دقیقه - ۲۰٪) و (۴۰ دقیقه - ۲۰٪) با هم در یک گروه قرار می‌گیرند و از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بین دو گروه وجود ندارد. جدول ۱۰ نتایج حاصل از آزمون دانکن را نشان می‌دهد.

شاخص مقاومت در برابر پاره شدن^۳

با توجه به اطلاعات جدول تجزیه واریانس، می‌توان نتیجه گرفت که بین مقادیر شاخص مقاومت در برابر پاره شدن چهار نوع کاغذ ساخته شده در سطح احتمال ۵٪، از نظر آماری اختلاف معنی‌دار وجود دارد. همچنین مقایسه میانگین‌ها حاکی از آنستکه میانگین شاخص مقاومت در برابر پاره شدن کاغذهای حاصله از تیمارها در چهار گروه مختلف قرار می‌گیرند. جدول ۱۱ نتایج حاصل از آزمون دانکن را نشان می‌دهد.

جدول ۱۰- مقايسه ميانگين هاي مقادير شاخص مقاومت در برابر ككش كاغذهاي دست ساز

شماره تيمار	بازده %	شاخص مقاومت در برابر ككش		گروه
		(N.m/gr)		
تيمار ۱	۸۴/۴۱	۲۹/۳۹۸	۲۹/۳۹۸	۱
تيمار ۳	۸۱/۷۳	۳۱/۰۵۵	۳۱/۰۵۵	۱
تيمار ۲	۷۴/۹۵	۵۵/۲۹۶	۵۵/۲۹۶	۲
تيمار ۴	۷۲/۷۶	۵۷/۳۱۷	۵۷/۳۱۷	۲

جدول ۱۱- مقايسه ميانگين هاي مقادير شاخص مقاومت در برابر پاره شدن كاغذهاي دست ساز

شماره تيمار	بازده %	شاخص مقاومت در برابر پاره شدن			
		(mN.m ^۲ /gr)			
تيمار ۳	۸۴/۴۱	۴/۳۰۹	۴/۳۰۹	۱	۴
تيمار ۱	۸۱/۷۳	۴/۴۴۹	۴/۴۴۹	۲	۳
تيمار ۴	۷۲/۷۶	۶/۷۱۶	۶/۷۱۶	۳	۲
تيمار ۲	۷۴/۸۵	۷/۳۸۶	۷/۳۸۶	۴	۱

شاخص مقاومت در برابر تركيدن^۱

با توجه به اطلاعات جدول تجزيه واريانس، مي توان نتيجه گرفت كه بين مقادير شاخص مقاومت در برابر تركيدن چهار نوع كاغذ ساخته شده در سطح احتمال ۵٪، از نظر آماری اختلاف معنی دار وجود دارد. همچنين مقايسه ميانگين ها نشان مي دهد كه در سطح ۵٪، تيمارهاي (۳۰ دقيقه - ۱۰٪) و (۴۰ دقيقه - ۱۰٪) با هم در يك گروه قرار داشته و از نظر آماری اختلاف معنی داری بين آنها وجود ندارد. لازم به ذكر است بين ميانگين هاي حاصل از تيمار (۳۰ دقيقه - ۲۰٪) و تيمار (۴۰ دقيقه ۲۰٪) و همچنين دو تيمار گروه اول از نظر آماری اختلاف معنی داری وجود دارد. جدول ۱۲ نتايج حاصل از آزمون دانكن را نشان مي دهد.

جدول ۱۲- مقایسه میانگین های مقادیر شاخص مقاومت در برابر ترکیدن کاغذهای دست ساز

شماره تیمار	بازده %	شاخص مقاومت در برابر ترکیدن		
		گروه ۱	گروه ۲	گروه ۳
تیمار ۱	۸۴/۴۱	۱/۴۷۵	۱/۴۷۵	۱/۴۷۵
تیمار ۳	۸۱/۷۳	۱/۴۷۹	۱/۴۷۹	۱/۴۷۹
تیمار ۲	۷۴/۹۵	۲/۸۸	۲/۸۸	۲/۸۸
تیمار ۴	۷۲/۷۶	۳/۱۷۶	۳/۱۷۶	۳/۱۷۶

طول پاره شدن^۱

با توجه به اطلاعات جدول تجزیه واریانس، می توان نتیجه گرفت که بین مقادیر طول پاره شدن چهار نوع کاغذ ساخته شده در سطح احتمال ۵٪، از نظر آماری اختلاف معنی دار وجود دارد. همچنین مقایسه میانگین ها حاکی از آنستکه میانگین طول پاره شدن کاغذهای حاصله از تیمارها در چهار گروه مختلف قرار می گیرند. جدول ۱۳ نتایج حاصل از آزمون دانکن را نشان می دهد.

جدول ۱۳- مقایسه میانگین های مقادیر طول پاره شدن کاغذهای دست ساز

شماره تیمار	بازده %	طول پاره شدن (Km)			
		گروه ۱	گروه ۲	گروه ۳	گروه ۴
تیمار ۱	۸۴/۴۱	۲/۹۹۶	۲/۹۹۶	۲/۹۹۶	۲/۹۹۶
تیمار ۳	۸۱/۷۳	۳/۱۶۶	۳/۱۶۶	۳/۱۶۶	۳/۱۶۶
تیمار ۲	۷۴/۸۵	۵/۶۳۸	۵/۶۳۸	۵/۶۳۸	۵/۶۳۸
تیمار ۴	۷۲/۷۶	۵/۸۴۳	۵/۸۴۳	۵/۸۴۳	۵/۸۴۳

1-Breaking Length

بحث و نتیجه گیری

نتایج حاکی از آنستکه با افزایش درصد مواد شیمیایی و زمان پخت، بازده خمیر کاهش می‌یابد. همچنین خمیر کاغذ، بهتر پالایش شده و با تعداد دور پالایش پائینتری، درجه روانی مورد نظر در فرآیند ساخت کاغذ مربوطه حاصل می‌گردد (۳).

بررسی خواص مقاومتی کاغذهای حاصل از خمیر کاغذ نیمه شیمیایی سولفیت خنثی حاصل از باگاس نشان می‌دهد که کاغذ حاصل از تیمار (۴۰ دقیقه - ۲۰٪ مواد شیمیایی) دارای خواص مقاومتی بهتری بوده و مقادیر مقاومت به له شدن در حالت حلقه، سفتی، شاخص مقاومت به کشش، شاخص مقاومت به ترکیدن و طول پاره شدن آن در مقایسه با کاغذهای حاصل از سایر تیمارها بیشتر است. علت این موضوع را می‌توان به خارج شدن بیشتر لیگنین در حین فرآیند پخت نسبت داد، زیرا حضور لیگنین سبب سفت شدن الیاف، محدود شدن واکشیدگی الیاف در آب، تاثیر منفی بر اتصال بین الیاف از طریق احاطه همی سلولزها و در نهایت ایجاد کاغذی با مقاومت پایین و ماتی بالا می‌گردد (۷).

تنها شاخص مقاومت به پاره شدن کاغذ حاصل از تیمار (۴۰ دقیقه - ۲۰٪ مواد شیمیایی) از کاغذ حاصل از تیمار (۳۰ دقیقه - ۲۰٪ مواد شیمیایی) کمتر بود که دلیل آنرا می‌توان به پالایش بیشتر در تیمار اول نسبت داد. همانطور که می‌دانیم، پالایش باعث کوتاه شدن طول الیاف می‌شود که تاثیر عمده آن روی شاخص مقاومت به پاره شدن است (۱۱).

در نهایت با توجه به اینکه باگاس در واقع یکی از فرآورده‌های جانبی تولید شکر از نیشکر بوده که به وفور در جنوب کشور در دسترس است و در ضمن مقاومت کاغذهای حاصل از آن از حداقل مقاومتی که برای کاغذ کنگره ای تعریف شده بیشتر است، می‌تواند ماده اولیه مناسبی برای ساخت کاغذ کنگره ای محسوب شود.

پیشنهادات

- ۱- با توجه به کمبود شدید ماده اولیه چوبی واحدهای صنعتی خمیر و کاغذ کشور پیشنهاد می‌شود از باگاس بعنوان ماده اولیه در فرآیند سولفیت خنثی برای تولید خمیر کاغذ استفاده شود.
- ۲- تاثیر درجه روانی بر روی خواص مقاومتی خمیر کاغذ سولفیت خنثی باگاس مورد مطالعه قرار گیرد.
- ۳- تاثیر اختلاط خمیر NSSC باگاس با خمیر NSSC کارخانه چوب و کاغذ مازندران مورد بررسی قرار گیرد.

سپاسگزاری

ضمن تقدیر و تشکر از زحمات آقایان مهندس ابراهیمی و مهندس آزادی (کارشناسان بخش کاغذ مرکز تحقیقات کارخانه صنایع چوب و کاغذ مازندران)، از تمامی افرادی که در این تحقیق ما را یاری نموده اند، سپاسگزاری می‌نماییم.

منابع و مآخذ:

- ۱- اسموک، گری. ترجمه: میرشکرایی، س.ا. (۱۳۷۴) تکنولوژی خمیر کاغذ، انتشارات دانشگاه پیام نور، تهران، جلد اول، چاپ اول، ۲۷۱ صفحه.
- ۲- افرابند پی، الیاس (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.
- ۳- ثمریها، احمد (۱۳۸۴) بررسی ویژگیهای خمیر کاغذ نیمه شیمیایی سولفیت خنثی از باگاس. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.
- ۴- حسینی، احسان (۱۳۸۳) بررسی امکان تهیه خمیر کاغذ از کاه گندم به روش سولفیت خنثی (NSSC) جهت تهیه کاغذ کنگره ای. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس.
- ۵- خاصی پور، فرزین (۱۳۸۱). بررسی تولید خمیر کاغذ نیمه شیمیایی سولفیت خنثی از باگاس مازندران و ارزیابی آن به منظور تولید کاغذ کنگره ای در صنایع چوب و کاغذ مازندران. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس.
- ۶- رودی، ح. (۱۳۸۱). بررسی تولید خمیر کاغذ نیمه شیمیایی سولفیت خنثی از ساقه آفتابگردان و ارزیابی آن به منظور تولید کاغذ کنگره ای در صنایع چوب و کاغذ مازندران. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس.
- ۷- سراییان، ا. (۱۳۸۲). بررسی امکان تولید خمیر کاغذ پر بازده سفید با روش مکانیکی پراکسید قلیایی (APMP) از کاه گندم (خراسان). رساله دکتری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران
- ۸- صالحی، کامیار (۱۳۷۹)، بررسی و تعیین ویژگی های خمیر کاغذ شیمیایی مکانیکی بازده زیاد از باگاس. تحقیقات چوب و کاغذ شماره ۱۰، نشریه شماره ۲۳۲ موسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع
- ۹- فخریان، عباس. حسین زاده، عبدالرحمن. گلبابائی، فرداد (۱۳۷۹) بررسی ویژگیهای خمیر کاغذ چوب گونه اکالیپتوس میکروتکا و کاربرد آنها. تحقیقات چوب و کاغذ شماره ۱۳، نشریه شماره ۲۵۵ موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع.
- 10-Captein, A.A., Knapp, S.B., Watt, R.A., and Wethern, J.D., Sugarcane bagasse as a fibrous papermaking material, V, Neutral Sulfite of Hawaiian bagasse, TAPPI, 40 (8), 620, 1957.
- 11-Hurter, p, Eng: Physical Properties Of Corrugating Medium Content Papers Produce With Non-wood Pulp, Hurter Consult Incorporated April 2002.
- 12-Urmanbetova Aselia, 2001. Type of Paper and Containerboard, Containerboard Grades and tests. Glossary of Mead Corporation available: <http://www.mead.com>.

Investigating the Properties of Paper Made from Bagasse by Neutral Sulfite Semichemical Process

A. Samariha

MS.c. Research Student of Wood & Paper Industrial Engineering, Science & Research Campus, Islamic Azad University, Member of Young Researchers Club

A-H. Hemmasi*

Assistant Professor, Wood & Paper Industrial Engineering Dept., Science & Research Campus (Tehran) / Corresponding Author

S. A. Mirshokraei

Associate Professor, Chemistry Department, Payame Noor University

S. M. J. Sepidehdam

Assistant Professor., Wood & Paper Industries and Science Department., Islamic Azad University, Karaj

Abstract

This research was performed to study the properties of pulp and paper prepared from bagasse. Depithed bagasse (Wet method) was prepared from Pars pulp and paper mill, Khozestan province. The cooks was done for 30 and 40 minutes by neutral sulfite semi chemical process using the cooking liquor of Mazandaran pulp and paper mill having 10% and 20% chemicals on the basis of dry bagasse weight. Then, the pulps were refined up to 410 ± 25 CSF by using PFI Mill refiner. Then, hand sheet 127 gr/m² were made from different samples of pulps and the strength properties of hand sheet were measured. For study the resistant properties of hand sheet papers, used the TAPPI standard. The studies shows that with increasing chemicals and cooking time, the yield decreased, but the resistance indexes of paper such as Ring crush Test (RCT), Stiffness, Tensile Strength, Burst Strength, Breaking Length was increased. The exception was tear Strength that decreased due to increased refining.

Keywords: Bagasse, Pulp, NSSC, Cooking time, Chemicals Percentage, Paper Properties.

* Corresponding Author