

محمدرضا دهقانی فیروزآبادی^{۱*}، افشین توسلی^۲، سعید مهدوی^۳

*۱- مسئول مکاتبات، استادیار، گروه صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، m_r_dehghani@mail.ru

۲- دانشجوی دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی - واحد علوم و تحقیقات تهران

۳- استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات علوم چوب و فرآورده‌های آن، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور
تاریخ دریافت: آذر ۱۳۸۶
تاریخ پذیرش بهمن ۱۳۸۶

چکیده

مطالعه حاضر با هدف امکان استفاده از خمیر سودای پوست کنف به جای خمیر الیاف بلند وارداتی در بهبود کیفیت کاغذ حاصل از خمیر سودای باگاس انجام پذیرفت. بدین منظور خمیر سودای باگاس با عدد کاپای ۱۳/۵ (مشابه با عدد کاپای خمیر سودای باگاس کارخانه کاغذ پارس) و خمیر سودای پوست کنف با عدد کاپای ۲۱/۶ (مشابه با عدد کاپای خمیر کرافت الیاف بلند وارداتی رنگبری نشده) تهیه گردید. درصد بازده برای خمیرهای سودای باگاس و پوست کنف با اعداد کاپای ذکر شده به ترتیب ۴۸/۹ و ۵۵/۶ بدست آمد. در این بررسی دمای بیشینه پخت ۱۶۵ درجه سانتیگراد، قلیائیت ۲۰ درصد بر مبنای هیدروکسید سدیم و نسبت مایع پخت به چوب ۸ به ۱ در نظر گرفته شد. هر سه خمیر تا درجه روانی ۴۰۰ ml, CSF پالایش گردیدند.

با مقادیر اختلاط ۰، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد از خمیر الیاف بلند وارداتی و خمیر سودای پوست کنف با ۸۰، ۹۰، ۱۰۰ و ۷۰ درصد خمیر سودای باگاس کاغذهای دست ساز تهیه گردید. در درصدهای اختلاط یکسان، کاغذهای حاصل از اختلاط خمیر پوست کنف با خمیر باگاس ضخامت بیشتری از کاغذهای حاصل از اختلاط خمیر الیاف بلند وارداتی با خمیر باگاس داشتند. تفاوت در مقادیر شاخص مقاومت به ترکیدگی و طول پاره شدن کاغذهای حاصل از اختلاط ۳۰٪ خمیر سودای پوست کنف و خمیر سودای باگاس با کاغذهای حاصل از اختلاط ۳۰٪ خمیر کرافت الیاف بلند وارداتی و خمیر سودای باگاس معنی دار نبود. مقاومت به پارگی و ماتی کاغذهای حاصل از اختلاط ۳۰٪ خمیر سودای پوست کنف با ۷۰٪ خمیر سودای باگاس به مراتب از خمیرهای حاصل از خمیر الیاف بلند وارداتی و سودای باگاس با همان درصد اختلاط بیشتر بود. بنابراین، خمیر سودای پوست کنف می تواند جایگزین مناسبی برای خمیر الیاف بلند وارداتی جهت بهبود ویژگی های فیزیکی و مقاومتی کاغذهای حاصل از خمیر سودای باگاس باشد.

واژه‌های کلیدی: کنف، عدد کاپا، درجه روانی، طول پاره شدن، ماتی

مقدمه

پسماند آنها به منظور تولید خمیر کاغذ معطوف گردد. در این میان باگاس با توجه به حجم زیاد تولید و برنامه های تولید آینده مهمترین و اصلی ترین ماده غیر چوبی مناسب برای تهیه کاغذ محسوب می گردد.

تقاضای روزافزون برای کاغذ از یک طرف و کاهش منابع چوبی جنگلی به ویژه در کشورهای نظیر ایران از طرف دیگر، سبب شده است تا در سالهای اخیر توجه بیشتری به سوی استفاده از محصولات کشاورزی و

خمیری با کیفیت مناسب از پوست کنف بدست می‌دهد [۴].

Harsnal (۱۹۹۷) ضمن تهیه خمیر سودا از کنف در سه دمای ۱۴۰، ۱۵۰ و ۱۶۰ درجه سانتیگراد، انرژی فعال‌سازی را برای تولید خمیر از پوست، مغز و کل ساقه کنف به ترتیب ۶۸، ۹۲ و ۷۵ کیلوژول بر مول محاسبه کرد و اعلام نمود در مقایسه با سوزنی برگان، انرژی فعال سازی در خمیرسازی کنف، بسیار کمتر است [۵].

Khristova و همکاران (۱۹۹۸) در بررسی تولید خمیر سودا - آنتراکینون از کنف و مخلوط‌سازی آن در بهبود کیفیت خمیر حاصل از آفتابگردان بیان داشتند که تولید خمیر سودا - آنتراکینون از پوست کنف، بازده بیشتری (۶۳٪) نسبت به خمیر مشابه از مغز آن دارد. آنها در تحقیق خود به این نتیجه رسیدند که تولید خمیر سودا - آنتراکینون از کل ساقه کنف با قلیای فعال ۱۴ درصد (بر مبنای Na_2O) در مخلوط با خمیر سودا آنتراکینون آفتابگردان مغز گیری شده، خمیری با خصوصیات مقاومتی بهتر بدست می‌دهد و با افزایش خمیر کنف تا ۳۰ درصد، کاغذ های چاپ و تحریر و بسته بندی بسیار مناسبتری تولید می‌گردد [۷].

یحیی همزه (۱۳۷۸) پس از بررسی ویژگیهای خمیرهای ساخته شده از ساقه کنف به روشهای سودا، سودا آنتراکینون و کرافت در سه سطح قلیای ۱۶، ۱۸ و ۲۰ درصد نتیجه گیری نمود که استفاده از پوست ساقه کنف برای تولید کاغذ بسیار مناسب می‌باشد [۲].

Rowell و Han (۱۹۹۹) در کتاب خود با عنوان ویژگیهای کنف، میانگین طول و قطر الیاف پوست کنف را به ترتیب ۵ میلیمتر و ۲۱ میکرون و طول و قطر الیاف باگاس را به ترتیب ۱/۷ میلیمتر و ۲۰ میکرون گزارش کردند [۸].

Ververis و همکاران (۲۰۰۳) در دانشگاه آتن یونان به بررسی ابعاد الیاف و میزان لیگنین و سلولز چند گیاه چوبی نظیر کنف، نی و پنبه و قابلیت کاربرد آنها در خمیر

با وجود مزایای بسیار زیاد باگاس به عنوان ماده خام در تولید کاغذ، بدلیل کم بودن مقاومت های کاغذ حاصل از این ماده، خمیر دیگری با ویژگی های مناسب نیاز است تا با خمیر باگاس مخلوط گردد و مقاومت های مکانیکی کاغذ حاصل را تا حد مطلوبی بالا برد. به طور معمول، برای بهبود خصوصیات مقاومتی خمیر سودای باگاس در ایران حدود ۳۰-۲۰ درصد خمیر شیمیایی الیاف بلند سوزنی برگ به آن اضافه می‌کنند.

گیاه یکساله کنف (*Hibiscus cannabinus*) به عنوان ماده خام مناسب برای تولید کاغذ در بسیاری از کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه شناخته شده است؛ اما به طور عمده در آمریکا، هند، چین، استرالیا، ژاپن و تایلند کشت می‌شود [۶].

ساقه کنف از دو قسمت مجزا تشکیل شده است که الیاف این دو بخش از نظر مورفولوژیکی و شیمیایی با یکدیگر متفاوتند. با این وجود، هر دو قسمت در تولید محصولات کاغذی به کار می‌روند. الیاف پوست طولی در حدود ۵-۲/۵ میلیمتر دارند و ۴۰-۳۵ درصد وزن کل ساقه را تشکیل می‌دهند. الیاف کوتاهاتر مغز، حدود ۷/۰-۵/۰ میلیمتر طول دارند و ۶۵-۶۰ درصد وزن ساقه را تشکیل می‌دهند. الیاف پوست خصوصیات فوق العاده‌ای در تولید کاغذ دارند و مشابه الیاف سوزنی برگان می‌باشند؛ در حالی که الیاف مغز خصوصیات مشابه با ویژگیهای الیاف پهن برگان دارند [۸].

استفاده از ساقه کنف در صنایع خمیر و کاغذ، زمینه فعالیت های پژوهشی مختلفی در نقاط مختلف جهان در سال های اخیر بوده است.

Han و همکاران (۱۹۹۵) شرایط بهینه خمیر سازی سودا - آنتراکینون را بر روی ساقه کنف مورد بررسی قرار دادند. آنها اعلام داشتند که قلیای فعال کمتر از ۱۰ درصد برای تولید خمیر سودا از کنف مناسب نمی‌باشد. پخت به مدت ۲ ساعت در دمای ۱۶۰ درجه سانتیگراد با ۱۲ درصد غلظت قلیای فعال و ۱۵/۰ درصد آنتراکینون،

از ایستگاه تحقیقات پنبه ورامین، کارخانه چوب و کاغذ مازندران و کارخانه کاغذ پارس تهیه گردیدند. نمونه برداری از تمامی مواد کاملاً تصادفی بود. پوست های جدا شده از ساقه کنف به قطعاتی به طول ۴-۳ سانتیمتر تبدیل و به منظور جلوگیری از تبادلات رطوبتی، در کیسه های پلی اتیلنی نگهداری شدند.

در این تحقیق، به منظور انجام عملیات خمیر سازی از دیگ پخت چهار محفظه‌ای یک لیتری با امکان کنترل همزمان دما برای هر محفظه استفاده شد. پس از انجام چند پخت آزمایشی، شرایط بهینه پخت بدین شرح تعیین گردید: درجه حرارت ۱۶۵ درجه سانتیگراد، قلیائیت ۲۰ درصد بر مبنای هیدروکسید سدیم، مقدار ماده مورد استفاده در هر محفظه معادل ۵۰ گرم ماده خشک (پوست کنف یا باگاس)، نسبت مایع پخت به ماده خام ۸ به ۱ زمان نیز به عنوان عامل متغیر در نظر گرفته شد.

در این پژوهش اصل یکسان بودن عدد کاپای خمیر پوست کنف با عدد کاپای خمیر الیاف بلند وارداتی رعایت گردید. لذا ابتدا عدد کاپای خمیر الیاف بلند وارداتی با چند تکرار تعیین شد. سپس چندین پخت در زمان های مختلف برای پوست کنف صورت گرفت تا دامنه وسیعی از اعداد کاپای بیشتر و کمتر از عدد کاپای خمیر الیاف بلند وارداتی بدست آید. سپس منحنی های مختلف تغییرات عدد کاپای خمیر با زمان های متفاوت پخت در نرم افزار Excel ترسیم و معادلات رگرسیونی (لگاریتمی، پلی نومیال، توانی و...) و ضریب همبستگی آنها تعیین گردید. بر اساس ترتیب قرار گرفتن نقاط بدست آمده بر روی منحنی های ترسیمی، معادله بهترین منحنی برازش کننده به نقاط (بر اساس رگرسیون خطی و به روش کمترین مربعات) طبق نزدیک ترین ضریب همبستگی به عدد یک، انتخاب گردید. سپس در معادله تابع منتخب، به جای حرف Y، مقدار عدد کاپای مورد نظر برای خمیر سودای پوست کنف (برابر با مقدار عدد کاپای بدست آمده برای خمیر الیاف بلند وارداتی)،

سازی در مقایسه با پهن برگان و سوزنی برگان پرداختند. نتایج بررسی نشان داد که کنف با دو ناحیه مجزای پوست (۳۵٪) و مغز (۶۵٪) گیاه مناسبی برای کاغذ سازی است. الیاف پوست کنف در مقایسه با سوزنی برگان ضریب لاغری بیشتری دارند و در تولید کاغذ انتظار مقاومت مکانیکی زیادی از آنها می رود [۹].

ناصری (۱۳۸۴) در تحقیق خود به بررسی امکان جایگزینی خمیر کرافت حاصل از پوست کنف با الیاف بلند وارداتی در بهبود کاغذ حاصل از خمیر CMP پرداخت. نتایج استفاده از درجات مختلف اختلاط ۲۰، ۱۰ و ۳۰ درصد هر یک از خمیر های کرافت پوست کنف و الیاف بلند وارداتی در مخلوط با خمیر CMP نشان داد که اختلاط ۳۰ درصد خمیر کرافت پوست کنف و ۷۰ درصد خمیر CMP داخلی مناسبترین و بهترین ترکیب به لحاظ مجموع خواص کاغذ حاصل بوده است. ایشان در نهایت، جایگزینی کامل خمیر کرافت حاصل از پوست کنف با خمیر الیاف بلند وارداتی را در بهبود کیفیت کاغذ CMP داخلی در محدوده قابل قبول خواص فیزیکی، مقاومتی و نوری کاغذ امکان پذیر دانست [۳].

نظر به فقدان جنگل های سوزنی برگ در ایران و نیاز به صرف مقادیر زیادی ارز برای وارد کردن خمیر الیاف بلند، در این تحقیق تلاش شده است تا امکان استفاده از خمیر سودای پوست کنف به جای خمیر الیاف بلند وارداتی به عنوان تقویت کننده خمیر باگاس مورد بررسی قرار گیرد و ویژگی های فیزیکی و مکانیکی کاغذهای دست ساز حاصل از درصد های مختلف اختلاط خمیر سودای پوست کنف و الیاف بلند وارداتی با خمیر سودای باگاس تعیین و مقایسه گردند.

مواد و روش ها

کنف، خمیر الیاف بلند وارداتی رنگبری نشده و باگاس مغزگیری شده مورد نیاز در این تحقیق به ترتیب

اساس روابط L/D و 2P/C به ترتیب ضرایب درهم رفتگی و رانکل آنها محاسبه گردید.

درجه روانی خمیرهای تهیه شده بر اساس استاندارد شماره T227om-94 آئین نامه TAPPI اندازه گیری و با کمک دستگاه PFI، درجه روانی هر سه خمیر به مقدار CSF ۴۰۰ رسانیده شد.

بر اساس استاندارد T205om-88 آئین نامه TAPPI از خمیرهای حاصل مطابق با درصدهای اختلاط مندرج در جدول ۱، کاغذهایی (۵ تکرار برای هر درصد اختلاط) با وزن پایه 1 ± 60 گرم بر متر مربع تهیه شد. ویژگی های فیزیکی و مکانیکی آنها براساس استانداردهای TAPPI محاسبه گردید و برای مقایسه و گروه بندی نتایج از تجزیه واریانس و روش دانکن استفاده شد.

جایگزین گردید تا مقدار X که زمان پخت لازم برای رسیدن به عدد کاپای مذکور می باشد، بدست آید. سپس خمیرسازی با سه تکرار انجام گرفت و میانگین اعداد کاپا و بازده خمیر این سه تکرار اندازه گیری شد. همچنین، خمیر آزمایشگاهی سودای باگاس با عدد کاپای یکسان با خمیر سودای باگاس کارخانه کاغذ پارس با روش فوق تهیه گردید.

به منظور اندازه گیری ابعاد الیاف هر سه خمیر (خمیر کرافت الیاف بلند وارداتی، سودای پوست کنف و باگاس)، مقداری از هر یک از خمیرهای تهیه شده با زعفرانین رنگ آمیزی گردید. طول، قطر و ضخامت دیواره الیاف و قطر حفره آنها با استفاده از میکروسکپ و به کمک چشمی مدرج و لام میلی متری تعیین شد و بر

جدول ۱- نسبت اختلاط خمیرهای پوست کنف و الیاف بلند رنگبری نشده با خمیر باگاس

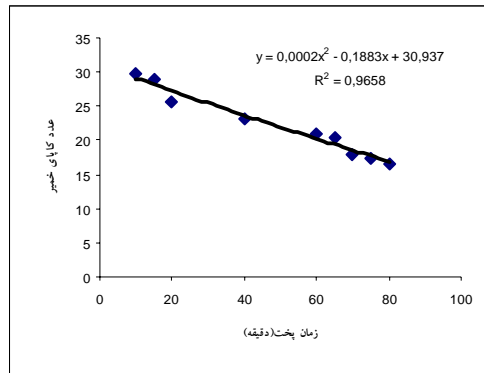
مقدار درصد خمیر								نوع خمیر	
-	-	۱۰۰	-	-	-	۳۰	۲۰	۱۰	پوست کنف
-	۱۰۰	-	۳۰	۲۰	۱۰	-	-	-	الیاف بلند وارداتی
۱۰۰	-	-	۷۰	۸۰	۹۰	۷۰	۸۰	۹۰	باگاس
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	مجموع

کاپای ۱۳/۵، نه دقیقه و بیست و پنج ثانیه و برای تهیه خمیر سودای پوست کنف با عدد کاپای ۲۱/۶، پنجاه و دو دقیقه و چهل و چهار ثانیه محاسبه شد. نتایج حاصل از اندازه گیری اعداد کاپای سه تکرار خمیرسازی در زمانهای پخت محاسبه شده، در جداول ۲ و ۳ ارائه شده است که میانگین آنها بسیار نزدیک به اعداد کاپای خمیرهای باگاس کارخانه کاغذ پارس و الیاف بلند وارداتی می باشد. میانگین درصد بازده خمیرهای سودای باگاس و پوست کنف با اعداد کاپای ذکر شده نیز به ترتیب ۴۸/۹ و ۵۵/۶ بدست آمد.

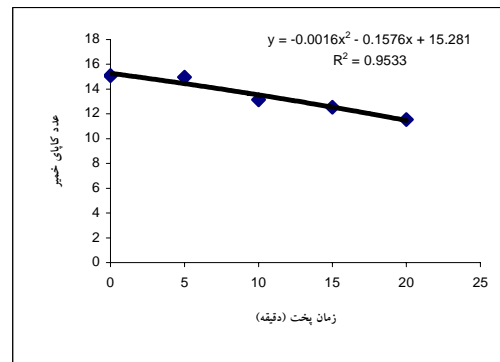
نتایج

الف- ویژگی های خمیر کاغذ و ابعاد الیاف

به منظور تهیه خمیر سودای باگاس با عدد کاپای حدود ۱۳/۵ (مشابه با عدد کاپای خمیر سودای باگاس کارخانه کاغذ پارس) و تهیه خمیر سودای پوست کنف با عدد کاپای حدود ۲۱/۶ (مشابه با عدد کاپای خمیر الیاف بلند وارداتی رنگ بری نشده، از دو معادله پلی نومیال و منحنی های مربوطه مشخص شده در شکل های ۱ و ۲ که بهترین معادله ها و منحنی های برازش کننده به نقاط بدست آمده می باشند، استفاده گردید. با توجه به معادلات مذکور، زمان لازم جهت تهیه خمیر سودای باگاس با عدد



شکل ۱- منحنی رابطه بین زمان پخت در دمای بیشینه و عدد کاپای خمیر سودای باگاس



شکل ۲- منحنی رابطه بین زمان پخت در دمای بیشینه و عدد کاپای خمیر سودای پوست کنف

جدول ۲- اعداد کاپای خمیرهای سودای باگاس در زمان پخت ۹ دقیقه و ۲۵ ثانیه

پخت ۱	پخت ۲	پخت ۳	میانگین
۱۳/۰۵	۱۲/۷۷	۱۳/۱	۱۲/۹۷

جدول ۳- اعداد کاپای خمیرهای سودای پوست کنف در زمان پخت ۵۲ دقیقه و ۴۴ ثانیه

پخت ۱	پخت ۲	پخت ۳	میانگین
۲۲/۶۱	۲۱/۹	۲۲/۳۴	۲۲/۲۸

CSF) ۴۰۰ مورد استفاده قرار می گیرند، در این تحقیق خمیر سودای پوست کنف، باگاس و کرافت الیاف بلند به ترتیب با ۱۰۰۰، ۲۵۰۰ و ۹۰۰۰ دور پالایش گردیدند تا درجه روانی هر سه خمیر به ۴۰۰ ml, CSF برسد (جدول ۵).

پس از اندازه گیری ابعاد پنجاه لیف از هر سه خمیر، میانگین هر یک از آنها محاسبه و ضرایب کاغذسازیشان نیز تعیین گردید که نتایج در جدول ۴ مندرج است. با توجه به اینکه در کارخانه کاغذ پارس، دو خمیر باگاس و الیاف بلند وارداتی با درجه روانی حدود (ml,

جدول ۴- میانگین ابعاد الیاف خمیرهای پالایش نشده و ضرایب کاغذسازي آنها

ماده خام	طول فیبر (L) mm	قطر فیبر (D) μm	قطر حفره (C) μm	ضخامت دیواره (P) μm	ضریب درهم رفتگی (L/D)	ضریب رانکل (2P/C)
پوست کنف	۳/۰	۱۹/۵	۳/۴	۷/۶	۱۵۴	۳/۵
الیاف بلند	۳/۲	۳۸/۴	۲۷/۴	۵/۵	۸۳	۰/۴
باگاس	۱/۲	۲۰/۵	۹/۸	۵/۴	۵۸	۱/۱

جدول ۵ - درجه روانی خمیرهای پوست کنف، باگاس و الیاف بلند رنگبری نشده قبل و بعد از پالایش

نوع خمیر	درجه روانی قبل از پالایش (CSF)	مقدار پالایش (تعداد دور)	درجه روانی بعد از پالایش (CSF)
پوست کنف	۶۱۰	۱۵۰۰	۳۷۰
		۱۰۰۰	۴۰۰
باگاس	۶۲۰	۳۵۰۰	۳۷۰
		۲۵۰۰	۴۰۰
الیاف بلند	۶۷۰	۸۰۰۰	۴۴۰
		۱۰۰۰۰	۲۹۰
		۹۰۰۰	۴۰۰

داری بین ضخامت کاغذهای دست ساز حاصل از درصدهای مختلف اختلاط خمیرهای مذکور وجود دارد (جدول ۶). در آزمون دانکن نیز مقادیر میانگین ضخامت کاغذها در ۵ گروه مجزا قرار گرفت.

ب- ویژگی های فیزیکی و مقاومتی کاغذهای دست

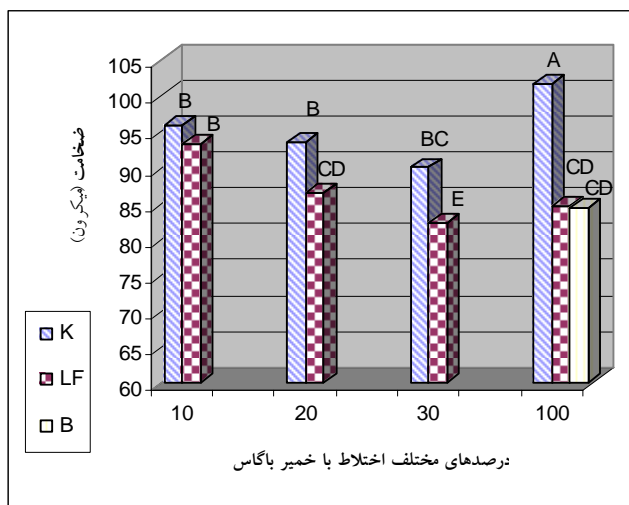
ساز

ضخامت

آزمون تجزیه واریانس مقادیر ضخامت کاغذهای ساخته شده، نشان داد که در سطح ۱ درصد اختلاف معنی

جدول ۶- آزمون تجزیه واریانس ضخامت کاغذهای دست ساز در درصدهای مختلف اختلاط

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F محاسبه شده	سطح معنی داری
تیمار	۱۶۴۲/۷۷۶	۸	۲۰۵/۳۴۷	۱۸/۲۸۱**	۰/۰۰۰
خطا	۴۰۴/۳۸۷	۳۶	۱۱/۲۳۳		
کل	۲۰۴۷/۱۶۳	۴۴			



شکل ۳- تغییرات ضخامت کاغذهای دست ساز

مقاومت به ترکیدگی

آزمون تجزیه واریانس مقادیر شاخص های مقاومت به ترکیدگی کاغذها نشان داد که در سطح ۱ درصد اختلاف معنی داری بین اندیس مقاومت به ترکیدگی کاغذهای حاصل وجود دارد (جدول ۷). بر اساس آزمون دانکن نیز میانگین مقادیر مقاومت به ترکیدگی در ۵ گروه قرار گرفت.

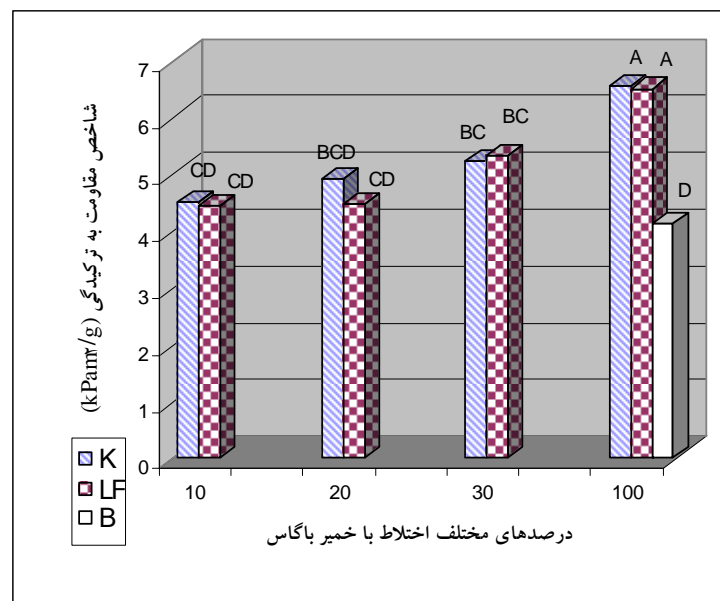
در درصدهای مختلف اختلاط، بیشترین ضخامت مربوط به خمیر حاصل از اختلاط ۱۰ درصد خمیر پوست کنف و ۹۰ درصد خمیر باگاس بود. با افزایش درصد اختلاط خمیر سودای پوست کنف و خمیر کرافت الیاف بلند وارداتی به خمیر سودای باگاس ضخامت کاغذ کاهش یافت و کاغذهای حاصل از اختلاط خمیر کرافت الیاف بلند وارداتی با خمیر سودای باگاس دارای ضخامت کمتری نسبت به کاغذهای حاصل از اختلاط خمیر سودای پوست کنف با خمیر سودای باگاس بودند (شکل ۳).

جدول ۷- آزمون تجزیه واریانس شاخص مقاومت به ترکیدگی کاغذهای دست ساز

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F' محاسبه شده	سطح معنی داری
تیمار	۲۲/۹۶۸	۸	۲/۸۷۱	۱۱/۲۰۲**	۰/۰۰۰
خطا	۹/۲۲۶	۳۶	۰/۲۵۶		
کل	۳۲/۱۹۵	۴۴			

باگاس می باشد که البته با اختلاط ۳۰ درصد خمیر سودای پوست کنف و ۷۰ درصد خمیر باگاس در آزمون دانکن در یک گروه قرار میگیرد.

با دقت در شکل ۴ ملاحظه می گردد که بیشترین شاخص مقاومت به ترکیدگی مربوط به کاغذ حاصل از اختلاط ۳۰ درصد خمیر الیاف بلند با ۷۰ درصد خمیر



شکل ۴- تغییرات شاخص مقاومت به ترکیدگی

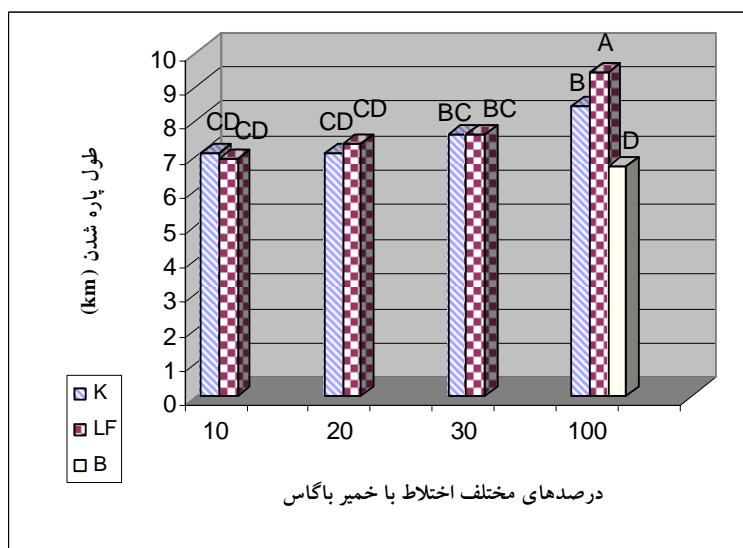
طول پاره شدن

۳۰٪ خمیر کرافت الیاف بلند و ۷۰٪ خمیر سودای باگاس با کاغذ حاصل از اختلاط ۳۰٪ خمیر سودای پوست کنف و ۷۰٪ خمیر سودای باگاس برابر است و هر دو در یک گروه قرار میگیرند.

در آزمون تجزیه واریانس مقادیر طول پاره شدن، اختلاف معنی داری بین میانگین ها در سطح یک درصد مشاهده گردید (جدول ۸) و آزمون دانکن نیز این مقادیر را در ۵ گروه مجزا قرار داد. همانگونه که در شکل ۵ مشاهده می شود، طول پاره شدن کاغذ حاصل از اختلاط

جدول ۸- آزمون تجزیه واریانس طول پاره شدن کاغذهای دست ساز در درجات مختلف اختلاط

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F محاسبه شده	سطح معنی داری
تیمار	۲۹/۲۷۲	۸	۳/۶۵۹	۱۶/۶۸۲**	۰/۰۰۰
خطا	۷/۸۹۶	۳۶	۰/۲۱۹		
کل	۳۷/۱۶۸	۴۴			



شکل ۵- تغییرات طول پاره شدن کاغذهای دست ساز

داد و آزمون دانکن این مقادیر را در ۷ گروه دسته بندی کرد (جدول ۹ و شکل ۶).

مقاومت به پارگی

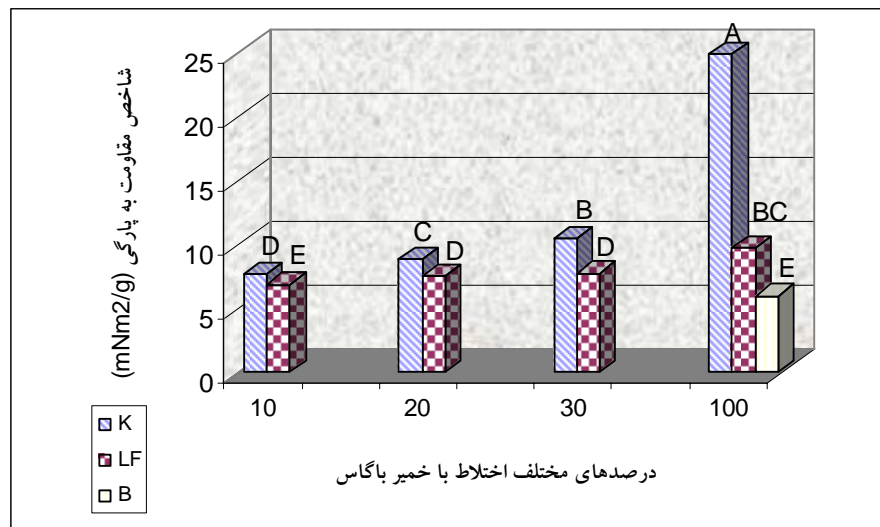
آزمون تجزیه واریانس در سطح ۱ درصد اختلاف معنی داری بین شاخص مقاومت به پارگی کاغذها نشان

جدول ۹- آزمون تجزیه واریانس شاخص مقاومت به پارگی کاغذهای دست ساز

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F محاسبه شده	سطح معنی داری
تیمار	۱۳۲۶/۰۶۸	۸	۱۶۵/۷۵۶	۵۷۲/۹۰۱**	۰/۰۰۰
خطا	۱۰/۴۱۶	۳۶	۰/۲۸۹		
کل	۱۳۳۶/۴۸۴	۴۴			

میزان اندیس مقاومت به پارگی نیز مربوط به اختلاط ۱۰ درصد خمیر الیاف بلند و ۹۰ درصد خمیر سودای باگاس می باشد.

در شکل ۶ مشاهده می گردد که در بین اختلاط خمیرها، بیشترین میزان شاخص مقاومت به پارگی مربوط به خمیر حاصل از اختلاط ۳۰ درصد خمیر سودای پوست کنف و ۷۰ درصد خمیر باگاس است و کمترین



شکل ۶ - تغییرات شاخص مقاومت به پارگی در کاغذهای دست ساز با درصدهای مختلف اختلاط

در سطح ۱ درصد اختلاف معنی داری وجود دارد (جدول ۱۰).

ماتی

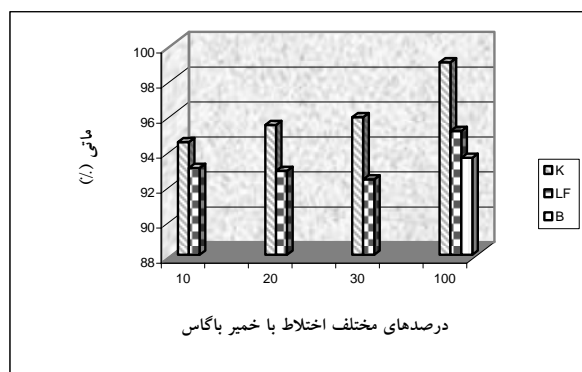
آزمون تجزیه واریانس نشان داد که بین مقادیر درصد ماتی کاغذ های دست ساز حاصل از خمیرهای مختلف

جدول ۱۰ - آزمون تجزیه واریانس ماتی کاغذهای دست ساز در درصدهای مختلف اختلاط

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F محاسبه شده	سطح معنی داری
تیمار	۱۷۰/۹۳۷	۸	۲۱/۳۶۷	۳۳/۲۴۰**	۰/۰۰۰
خطا	۲۳/۱۴۱	۳۶	۰/۶۴۳		
کل	۱۹۴/۰۷۸	۴۴			

بلند وارداتی با باگاس می باشد. این برتری ماتی در کاغذهای دست ساز حاصل از خمیر خالص پوست کنف نسبت به خمیر خالص الیاف بلند وارداتی نیز مشهود است.

شکل ۷ نشان می‌دهد که در همه موارد، ماتی کاغذهای دست ساز حاصل از اختلاط های خمیر سودای پوست کنف با خمیر سودای باگاس به مراتب بیشتر از کاغذهای دست ساز مربوط به اختلاط های خمیر الیاف



شکل ۷- تغییرات درصد ماتی کاغذهای دست ساز حاصل از خمیرهای با اختلاط متفاوت

با توجه به جدول ۴ ملاحظه می‌گردد که قطر حفره الیاف خمیر پوست کنف بسیار کمتر از قطر حفره الیاف خمیر وارداتی سوزنی برگ است. لذا به دلیل بیشتر بودن ضخامت دیواره الیاف خمیر پوست کنف نسبت به الیاف خمیر وارداتی سوزنی برگ، ضریب رانکل الیاف خمیر سودای پوست کنف بسیار بیشتر از مقدار آن در خمیر الیاف بلند می‌باشد. ضریب رانکل الیاف، نسبتی است که نشان دهنده مقاومت کاغذ در برابر پاره شدن می‌باشد. دلیل مقادیر بسیار بیشتر مقاومت به پارگی کاغذهای دست ساز حاصل از خمیر خالص پوست کنف و اختلاطهای ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد آن با خمیر باگاس در مقایسه با کاغذهای دست ساز ساخته شده از خمیر الیاف بلند خالص و اختلاط های آن با خمیر باگاس (شکل ۶) نیز می‌تواند مربوط به همین خصوصیت باشد. ضمن اینکه حضور چوب بهاره دیواره نازک و میانگین ضخامت دیواره کمتر الیاف بلند وارداتی و شدت زیاد پالایش انجام شده برای رسیدن به درجه روانی ۴۰۰ برای خمیر آن در مقایسه با

بحث

نتایج حاصل از بیومتری الیاف سه خمیر مورد مطالعه (جدول ۴) نشان می‌دهد که الیاف پوست کنف ابعاد بسیار مناسبی از نظر کاغذسازی در مقایسه با باگاس دارند و در برخی ویژگی‌ها حتی در مقایسه با خمیر الیاف بلند وارداتی در وضعیت مطلوبتری قرار می‌گیرند. در این تحقیق، میانگین طول و قطر الیاف خمیر پوست کنف به ترتیب ۳/۰ میلی‌متر و ۱۹/۵ میکرومتر بدست آمد که با ابعاد گزارش شده توسط Rowell و Han (۱۹۹۹) مطابقت دارد. نامبردگان دامنه ۲/۵ الی ۵ میلی‌متر را برای طول و ۲۱ میکرومتر را برای قطر الیاف پوست کنف گزارش نموده‌اند. ناصری (۱۳۸۴) نیز مقادیر ۳/۲۵ میلی‌متر و ۱۹/۳ میکرومتر را به ترتیب برای طول و قطر الیاف پوست کنف اعلام کرد. به نظر می‌رسد که طول‌های مختلف گزارش شده برای پوست کنف مربوط به تفاوت در ارقام و رویشگاه‌ها باشد.

بنابراین، با توجه به مجموع نتایج بدست آمده، میتوان اعلام نمود که خمیر سودای پوست کنف ماده‌ای بسیار مناسب برای استفاده بجای خمیر الیاف بلند وارداتی با هدف ارتقای ویژگیهای مطلوب فیزیکی، نوری و مقاومتی کاغذهای حاصل از خمیر سودای باگاس میباشد.

منابع مورد استفاده

حسینی، س.ض، ۱۳۷۹. مرفولوژی الیاف در چوب و کاغذ. انتشارات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۲۸۸ صفحه.

حمزه، ی، ۱۳۷۸. بررسی گیاه کنف از نظر خواص آن در تهیه خمیر کاغذ. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.

ناصری، ن، ۱۳۸۴. بررسی امکان جایگزینی خمیر کرافت حاصل از پوست کنف با الیاف بلند وارداتی در بهبود کاغذ حاصل از خمیر CMP. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

Han, J., Kim W. and Rowell, R., 1995. Chemical and Physical Properties of Kenaf as a Function of growth. Proceeding of the Seventh Annual International Kenaf Association Conference, Irving, TX. PP 63-83.

Harsnal, p., 1997. Delignification, Kinetics of Soda Pulping of Kenaf. Journal of Wood Chemistry & Technology, 16(3):311- 325.

Kaldor, A.F., 1992. Kenaf An Alternative Fiber for The Pulp and Paper Industries in Developing and Developed Countries, Tappi, 73(11): 205-209.

Khristova, P., Bentcheva, S. and Karrar I. (Univ of Khartoum. Sudan), 1998. Soda – AQ Pulp Blends from Kenaf and Sunflower Stalks, Bioresource Technology 66. P 99 – 103.

Rowell, R. and Han, J., 1999. Kenaf Properties, Processing and Products., Chapter 3, Mississippi State University press, PP.32-57.

Ververis, C., Georghious, k., Christodoulakis, N. & santos, R., 2003. Fiber, Dimention, lignin and Cellulose Content of Various Plant Materials and Their Suitability for Paper Production. Athens. GR. 15784.

خمیر پوست کنف، می‌تواند موجب کوتاهتر شدن میانگین طول الیاف خمیر پالایش شده آن گردد. به نظر می‌رسد این مساله نیز در کمتر بودن مقاومت به پارگی کاغذهای حاصل در مقایسه با کاغذهای تهیه شده از خمیر پوست کنف موثر است.

قرار گرفتن طول پاره شدن درصدهای مشابه اختلاط خمیرها در یک گروه (شکل ۵) نشانگر ویژگیهای تقریباً یکسان کاغذهای حاصل از اختلاط خمیر پوست کنف با خمیر باگاس و خمیر الیاف بلند با خمیر باگاس می‌باشد. البته بیشتر بودن طول پارگی کاغذ حاصل از خمیر خالص الیاف بلند (در شکل ۵) نسبت به خمیر خالص پوست کنف را می‌توان به متفاوت بودن فرایند خمیرسازی این دو نوع خمیر نسبت داد، چرا که در تهیه خمیر الیاف بلند از فرایند کرافت استفاده شده است.

نتایج تغییرات شاخص مقاومت به ترکیدگی کاغذهای دست ساز نشان میدهد که افزایش درصد خمیر پوست کنف و الیاف بلند وارداتی در مخلوط خمیر بطور تقریباً مشابه سبب بیشتر شدن مقاومت به ترکیدگی می‌گردد. علت آن را می‌توان به افزایش ویژگی‌هایی چون طول الیاف، زبری، لهیدگی الیاف و قابلیت اتصال الیاف در نتیجه افزایش سطح ویژه نسبت داد.

نتایج ماتی کاغذهای دست ساز نیز نشان می‌دهد که با افزایش درصد خمیر پوست کنف و الیاف بلند وارداتی در مخلوط خمیر، ماتی کاغذ حاصل بیشتر می‌شود. البته در همه موارد اختلاط، همواره ماتی کاغذهای دست‌ساز حاصل از اختلاط خمیر سودای پوست کنف با باگاس به مراتب بیشتر از کاغذهای دست ساز مربوط به اختلاط خمیر الیاف بلند وارداتی می‌باشد. لذا کاغذ حاصل از اختلاط خمیر سودای پوست کنف با خمیر سودای باگاس خصوصیات چاپ پذیری بهتری خواهند داشت.

Replacing imported long fiber pulp with kenaf bast fiber soda pulp to improve quality of paper made from bagasse soda pulp

Dehghani Firouzabadi, M.¹, Tavassoli, A.², Mahdavi S.³

1^{*}- Corresponding author, Asst. Prof., Faculty of Forestry and wood technology, Gorgan Univ. of agri. sci. & natl. res.,Iran,
m_r_dehghani@mail.ru

2- PhD. Student, Faculty of Forestry and wood technology, Azad Univ. Iran.

3- PhD., Wood and Forest Products Research Division, Research Institute of Forest and Rangelands, Iran.

Received: Dec. 2007

Accepted: Feb. 2008

Abstract:

We studied the possibility of replacing imported long fiber pulp (ILFP) with kenaf bast fiber soda pulp (KBFSP) to improve the quality of paper made with bagasse soda pulp (BSP). To do so, we produced BSP with kappa number 13.5 similar to that prepared by Pars Paper Mill. We also produced KBFSP with kappa number 21.6 similar to the unbleached imported ILFP. The yield percent for BSP and KBFSP were respectively 48.9 and 55.6 %. The maximum pulping temperature was 165 °C; alkaline was 20% based on sodium hydroxide and ratio of liquor to dry weight of the raw material was 8:1. All the three pulps were beaten up to a freeness degree of 400 ml, CSF. Amounts of 0, 10, 20 and 30 percent ILFP and KBFSP were mixed with 100, 90, 80 and 70 percent BSP to produce hand sheets. In all cases of KBFSP mixing with BSP, the thickness of the generated hand sheets were higher than those produced through mixing ILFP with BSP while the density was lower. The difference in burst strength and breaking length of a mixture of 30% KBFSP with 70% BSP in the hand sheets were non-significant as compared with those of ILFP and BSP. Tear strength and opacity of mixing 30% KBFSP with 70% BSP were significantly higher than those of the ILFP and BSP with the same mixing ratio. We suggest that KBFSP provides a suitable replacement for ILFP to improve physical and strength properties of paper made with BSP.

Key words: kenaf, kappa number, freeness, breaking length, opacity.