

بررسی استفاده از گونی‌های کنفی فرسوده در ساخت خمیر کاغذ^۱

یوسف یوسفی^۲ احمدجهان لتیبازی^۳ حسین رسالتی^۴ ربیع بهروز اشکیکی^۵

چکیده

این تحقیق با هدف بررسی امکان بازیافت گونی‌های کنفی فرسوده در ساخت خمیر کاغذ به روش سودا انجام گرفته است. بدین منظور نخست خواص آناتومیکی و ترکیبات شیمیایی الیاف حاصل از این گونی‌ها اندازه‌گیری شد. در شرایط مختلف پخت، میانگین بازده و عدد کاپا به ترتیب ۵۵/۴ و ۳۴/۶۹ درصد به دست آمد. شرایط مناسب برای ساخت خمیر کاغذ آزمایشگاهی با قلیابیت ۱۴، ۱۶ و ۱۸ درصد و زمان پخت ۲۰ دقیقه انتخاب شده و کاغذهای با وزن پایه 60 gr/m^2 ساخته شد. میانگین اندیس مقاومت در برابر ترکیدن در سه سطح قلیابیت ۱۴، ۱۶ و ۱۸ درصد به ترتیب $4/73$ ، $5/78$ و $4/78 \text{ Kpam}^2/\text{gr}$ ، میانگین اندیس مقاومت در برابر پاره شدن به ترتیب $10/89$ ، $10/83$ و $11/65 \text{ mNm}^2/\text{gr}$ و میانگین مقادیر طول پاره شدن سطح قلیابیت به ترتیب $4/4185$ ، $4/639$ و $4/3900$ کیلومتر به دست آمد. لگاریتم اعشاری مقادیر تعداد کوتاه شدن در سه سطح قلیابیت ۱۶، ۱۴ و ۱۸ درصد بود. محاسبات آماری نشان می‌دهد بجز در مورد طول پاره شدن، در سایر موارد اندازه‌گیری شده اثر قلیابیت معنی‌دار می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: گونی‌های کنفی، خمیر کاغذ سودا، بازیافت، عدد کاپا و بازده.

۱- تاریخ دریافت: ۷۹/۸/۳۰، تاریخ تصویب نهایی: ۸۱/۲/۱۶

۲- کارشناس ارشد، دانشگاه تربیت مدرس

۳- عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی - واحد کرج

۴- عضو هیئت علمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۵- عضو هیئت علمی دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه

با توجه به محدودیت سطح جنگل‌ها در ایران و نیاز به مصرف زیاد چوب در صنایع، باید در استفاده از منابع الیاف غیرچوبی کوشش‌های لازم به عمل آید. در این خصوص امروزه الیاف غیرچوبی و ضایعات کشاورزی مثل باگاس، ساقه پنبه، لینتر پنبه و بازیابی کاغذهای باطله بیشتر مورد نظر قرار گرفته‌اند و کارخانه هفت‌تپه بر مبنای کاغذسازی از باگاس طرح‌ریزی شده است. با عنایت به اینکه ایران واردکننده الیاف بلند برای ساخت کاغذ است، از این رو، کوشش برای به‌دست آوردن منابع الیاف بلند موجود در داخل کشور ضروری است.

در ایران مصرف کاغذ در سال ۱۳۶۵، ۴۶۳ هزار تن بوده و پیش‌بینی می‌شود در سال ۱۳۸۵ به ۱۵۶۴ هزار تن برسد که تقریباً معادل ۹۲۱ هزارتن کسری کاغذ در انواع مختلف است (۱): برای ساخت این مقدار کاغذ مجبوریم با ارز فراوان کمبود خمیر کاغذ را از کشورهای دیگر وارد کنیم.

گونی‌های کنفی فرسوده منبعی غنی از الیاف بلند می‌باشند. میانگین واردات این گونی‌ها از کشورهای مختلف در یک دوره ۱۷ ساله (۱۳۷۶-۱۳۶۰)، ۹۵۹۲/۰۲ تن بوده است (۴). به‌علاوه در داخل ایران نیز کارخانه‌های معدودی سالیانه ۲۱۲۰۰ تن گونی کنفی تولید می‌کنند (۳) که مجموع واردات و تولید داخل رقمی معادل ۰/۲ تن ۳۰۷۹۲ تن می‌گردد که این مقدار گونی پس از چند بار مصرف فرسوده‌شده گردیده و به‌عنوان ضایعات می‌پوسد. بنابراین جمع‌آوری و بازیابی این گونی‌ها برای تهیه خمیر کاغذ و ساخت کاغذ، از راه‌های بهینه استفاده از این منابع غنی الیاف است.

براساس تحقیق رایانه‌ای و کتابخانه‌ای، متأسفانه هیچ‌گونه سابقه‌ای از بازیابی این گونی‌ها مشاهده نشد و بیشتر موضوع کاغذسازی از خود گیاه کف بررسی شده که به آن اشاره می‌شود. از سال ۱۹۳۰ متخصصان به این فکر افتادند که از الیاف کف در صنعت کاغذسازی به جای خمیرکاغذ از چوب استفاده کنند، زیرا در بین گیاهان لیفی از نظر

اقتصادی بهترین تولیدکننده ماده اولیه کاغذ است. در سال ۱۹۵۷ کف برای اولین بار به‌عنوان یک منبع جدید الیاف سلولزی برای تهیه خمیر کاغذ شناخته شد و در سال ۱۹۵۸ به‌عنوان ماده اولیه جدیدی در صنعت کاغذسازی معرفی گردید (۵). در سال ۱۹۶۲ از کف با سه روش سودا، کرافت و NSSC در قلیابیت فعال بین ۱۵ تا ۲۱ درصد و دمای ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد و زمان ۲ ساعت خمیرکاغذ تهیه شد. نتایج نشان داد که قلیابیت فعال در محدوده ۱۶ تا ۱۶/۶ درصد بهترین تیمار برای فرایند کرافت و فرایند سوداست و کلارک و ولف^۱ (۱۹۶۲) بهترین فرآیند خمیر کاغذسازی برای کف را سودا عنوان می‌کنند.

خصوصیات خمیر کاغذ از پوست و ساقه کف در سه فرایند سودا، کرافت، سودا-انتراکینون و در سه سطح قلیابیت ۱۶، ۱۸ و ۲۰ درصد ارزیابی شده و فرایند مناسب برای تهیه خمیر کاغذ و ساخت کاغذ از ساقه کف فرایند سودا-انتراکینون در قلیابیت ۱۸ درصد عنوان شده است (۷).

مواد و روش‌ها

تعداد ۲۰ عدد گونی کنفی فرسوده از یک انبار در شهرستان نور تهیه شد. گونی‌ها پس از شستشو و رساندن به رطوبت تعادل محیط خرد شده و در کیسه‌های پلاستیکی جهت جلوگیری از تبادل رطوبت، بسته‌بندی شدند. براساس روش فرانکلین ابعاد الیاف، مورد آزمایش قرار گرفت.

مراحل تهیه خمیر کاغذ و ورق کاغذ: برای هر پخت ۳۰ گرم (برمبنای وزن کاملاً خشک) خرده‌های گونی مورد استفاده قرار گرفت. نسبت مایع پخت به خرده‌ها ۶ به ۱ و حرارت ۱۶۵ درجه سلیسیوس به‌عنوان عوامل ثابت پخت و زمان پخت ۱۵، ۲۰ و ۲۵ دقیقه و قلیابیت ۱۴، ۱۶ و ۱۸ درصد به‌عنوان عوامل متغیر پخت انتخاب گردیدند. پس از اندازه‌گیری عدد کاپا و درصد بازده، بهترین پخت‌ها مشخص شد.

^۱ - Clark & Wolf

نتایج

- ابعاد الیاف: طول، قطر، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری‌ها در ۱۰ تکرار و هر تکرار ۳۰ رشته از الیاف و در مجموع ۳۰۰ رشته از الیاف را شامل شد. بنابر جدول ۳ طول الیاف کنف در مقایسه با الیاف گیاهان چوبی در زمره الیاف بلند قرار می‌گیرد که در واقع قابل مقایسه با الیاف سوزنی‌برگان است و قطر الیاف کنف شبیه قطرالیاف پهن‌برگان می‌باشد (۶، ۷ و ۹).

ترکیبات شیمیایی

مقدار سلولز، لیگنین و میزان مواد استخراجی اندازه‌گیری شده در جدول ۴ آمده است. با توجه به این جدول، مقدار سلولز کنف از چوب سوزنی‌برگان بیشتر و مقدار لیگنین و مواد استخراجی آن کمتر از چوب سوزنی‌برگان و حتی پهن‌برگان است (۶، ۷ و ۹).

با توجه به نتایج مربوط به درصد بازده و عدد کاپا، زمان ۲۰ دقیقه و قلیابیت‌های ۱۴، ۱۶ و ۱۸ درصد به‌عنوان شرایط اپتیمم پخت انتخاب شدند. پس از تهیه خمیر کاغذ تحت این شرایط، درجه روانی خمیر کاغذها براساس روش استاندارد شماره M30:65 آیین‌نامه SCAN اندازه‌گیری شد و براساس روش استاندارد شماره T205om-88 آیین‌نامه Tappi اندازه‌گیری شد. نتایج در جداول ۱ و ۲ آورده شده است.

محاسبات آماری: برای خصوصیات فیزیکی و شیمیایی، به محاسبه میانگین و انحراف از معیار اکتفا شد و برای خصوصیات مقاومتی کاغذ براساس طرح کاملاً تصادفی و جدول تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن اقدام شد و از نرم‌افزار رایانه‌ای SPSS استفاده شد.

جدول ۱- مشخصات فیزیکی کاغذهای آزمایشگاهی ساخته شده

نوع خمیر	وزن پایه gr/m^2	ضخامت (μm)
قلیابیت ۱۴ درصد	۶۳/۵۸	۱۳۷/۵
قلیابیت ۱۶ درصد	۶۰/۳۰	۱۴۹/۱۶
قلیابیت ۱۸ درصد	۶۷/۸۰	۱۴۷/۵

جدول ۲- خصوصیات مقاومتی کاغذهای آزمایشگاهی ساخته شده

نوع خمیر	مقاومت به پاره شدن MNm^2/gr	مقاومت $Kpam^2/gr$	طول پاره شدن Km	تعداد تاره شدن Log
قلیابیت ۱۴ درصد	۱۰/۸۹	۴/۷۳	۴/۴۱۸۵	۱/۶۴
قلیابیت ۱۶ درصد	۱۰/۸۲	۵/۸۷	۴/۶۳۹۰	۱/۴۳
قلیابیت ۱۸ درصد	۱۱/۶۵	۴/۷۸	۴/۳۹۰۰	۱/۶۲

جدول ۳- مشخصات بیومتریکی الیاف کنف از گونی‌های فرسوده

محل اندازه‌گیری	طول فیبر (L _۰)	قطر فیبر	قطر حفره سلولی	ضخامت دیواره‌ها
میانگین (میکرون)	۲۲۰۰	۱۹/۴۱	۶/۱۸	۱۲/۸
انحراف از معیار	۰/۶	۵/۳	۲/۵	۴/۰۷

جدول ۴- میانگین و انحراف از معیار ترکیبات شیمیایی کنف از گونی‌های فرسوده

ترکیبات شیمیایی	میانگین (درصد)	انحراف از معیار
سلولز	۶۰/۰۸	۰/۳۳
لیگنین	۱۷/۸۸	۰/۰۵
مواد استخراجی محلول در الکل	۲/۲۵	۰/۰۳۵

نتایج پخت‌های اصلی

شرایط مناسب برای ساخت خمیر کاغذ و کاغذ آزمایشگاهی، قلیابیت ۱۴، ۱۶ و ۱۸ درصد و زمان پخت ۲۰ دقیقه در نظر گرفته شد. پس از پالایش خمیر کاغذ با دستگاه PFI، کاغذهای آزمایشگاهی ساخته شد و خصوصیات فیزیکی و مقادیر مقاومت‌ها به شرح جداول ۱ و ۲ اندازه‌گیری شد. براساس اطلاعات جدول ۲، با افزایش درصد قلیابیت از ۱۶ درصد به ۱۸ درصد، مقاومت در برابر پاره‌شدن افزایش می‌یابد و این امر عمدتاً به لیگنین‌زدایی بهتر در اثر قلیابیت زیادتر مربوط است. افزایش مقاومت با زیاد شدن تعداد الیاف در واحد وزن خمیر کاغذ متناسب است.

افزایش قلیابیت تا حدودی طول پاره‌شدن را در ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌دهد (شکل ۱ و جدول ۲)، ولی تجزیه و تحلیل آماری نشان می‌دهد که اثر قلیابیت بر روی این ویژگی در سطح ۹۹ درصد اطمینان معنی‌دار نیست. افزایش قلیابیت، مقاومت در برابر ترک‌شدن را در ابتدا افزایش و سپس کاهش داده است و زیادترین مقاومت در برابر ترک‌شدن در قلیابیت ۱۶ درصد مشاهده می‌گردد.

با توجه به نتایج تجزیه و تحلیل آماری، اثر افزایش قلیابیت بر روی مقاومت در برابر ترک‌شدن معنی‌دار بوده است. بیشترین مقاومت در برابر ترک‌شدن در قلیابیت ۱۶ درصد مشاهده می‌شود.

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به جدول ۳، الیاف حاصل از گونه‌های کنفی فرسوده، در زمره الیاف بلند محسوب می‌شوند. اندازه‌گیری ترکیبات شیمیایی کنف (جدول ۴) نشان داد که میزان سلولز و لیگنین و مواد استخراجی آن جهت کاغذسازی از شرایط بهتری در مقایسه با چوب سوزنی‌برگان و پهن‌برگان برخوردار است، زیرا میزان سلولز آن بیشتر و مقدار لیگنین آن کمتر می‌باشد. به نظر می‌رسد علت اصلی کم بودن لیگنین به فرایندهای عمل‌آوری الیاف به‌منظور ساخت گونه‌ی مربوط باشد. به‌علاوه در فرایند خمیر کاغذسازی نیز

میزان زیادی از لیگنین موجود حذف شده و در نتیجه مقاومت‌های کاغذ حاصله افزایش می‌یابد.

فرایند سودا به‌عنوان فرایند خمیر کاغذسازی از گونه‌های کنفی در نظر گرفته شد، زیرا در تهیه خمیر کاغذ از الیاف این گونه‌ها به عملیات پخت در شرایط شیمیایی شدید نیاز نیست. سوابق تحقیقاتی نشان داده است که فرایند سودا بهترین فرایند است. مناسب‌ترین درصد قلیابیت در محدوده ۱۶-۱۶/۶ درصد در فرایند سودا (۸) و ۱۸ درصد در فرایند سودا-آنتراکینون تشخیص داده شده است (۷).

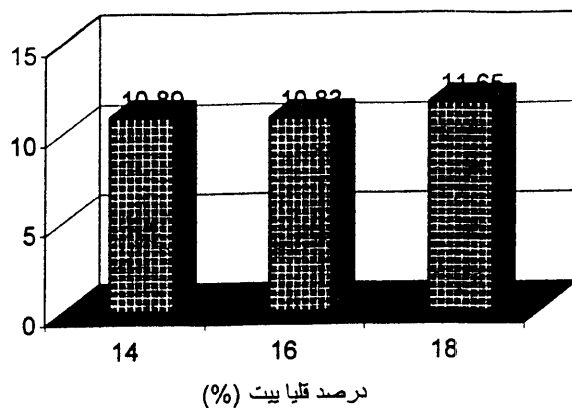
با توجه به جدول ۲ و اشکال ۱، ۲، ۳ و ۴ و تجزیه و تحلیل آماری، می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که قلیابیت می‌تواند روی مقاومت‌های مکانیکی کاغذ حاصله تاثیر بگذارد. در این بررسی به‌دلیل لیگنین‌زدایی بهتر و شکل‌گیری مناسب‌تر الیاف، مقاومت در برابر پاره شدن در قلیابیت ۱۸ درصد حداکثر می‌شود. مقاومت در برابر ترک‌شدن و طول پاره شدن با افزایش درصد قلیابیت از ۱۴ درصد به ۱۶ درصد افزایش یافته و سپس کم شده است.

از آنجایی‌که اثر قلیابیت بر روی طول پاره شدن معنی‌دار نبوده است، فقط می‌توان عنوان کرد که قلیابیت ۱۸ درصد، احتمالاً موجب کاهش درجه پلیمریزاسیون (DP) و کوتاه شدن زنجیر پلیمری سلولز می‌شود، از این‌رو زیاد شدن قلیابیت تا ۱۶ درصد، مقاومت در برابر ترک‌شدن را افزایش می‌دهد. تعداد تاه شدن با افزایش قلیابیت ابتدا کم شده و سپس زیاد می‌شود، یعنی حداکثر تعداد در قلیابیت ۱۴ و ۱۸ درصد و حداقل آن در قلیابیت ۱۶ درصد مشاهده شده است. بنابراین اگر هدف ساخت کاغذ مقاوم به تاه شدن است قلیابیت ۱۴ درصد کافی است، زیرا حداکثر مقاومت حاصل شده و صرفه‌جویی در مصرف مواد شیمیایی به‌عمل می‌آید.

با توجه به تمام دلایل ذکر شده و با مقایسه مقاومت‌های اندازه‌گیری شده کاغذهای حاصله، درمی‌یابیم که گونه‌های کنفی فرسوده منبع بسیار مناسب و غنی از الیاف قابل بازیافتی در ساخت کاغذ می‌باشند. با توجه به اینکه در کشور ما یافتن راه‌حلهایی جهت کاهش وابستگی به کشورهای

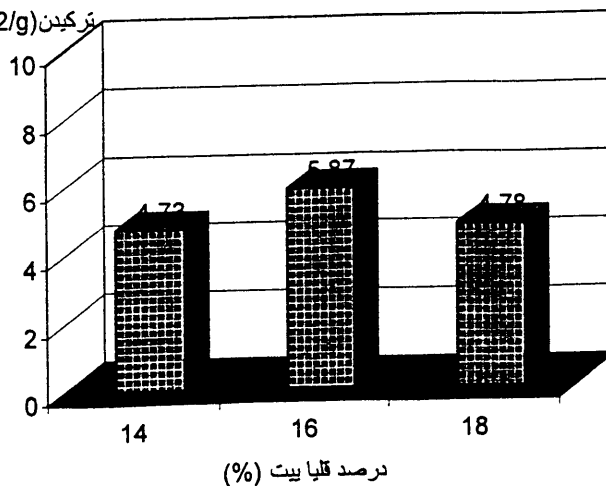
دیگر ضروری و جدی می‌باشد، لازم است با شیوه مناسب و به طرق مقتضی این مواد همانند کاغذهای باطله و ... جمع‌آوری و در چرخه تولید وارد شوند.

اندیس مقاومت به پاره شدن (mNm²/g)



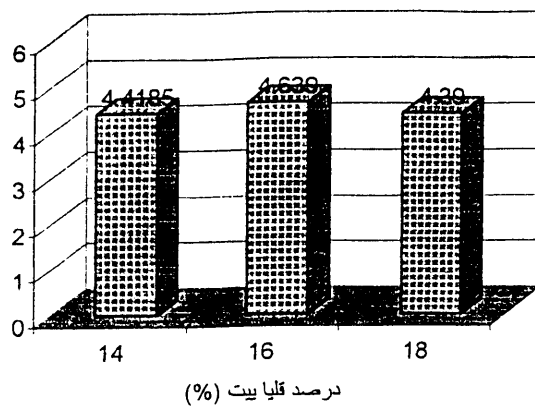
شکل ۱- هیستوگرام تاثیر درصد قلیابیت بر اندیس مقاومت به پاره شدن

اندیس مقاومت به ترکین (kPam²/g)

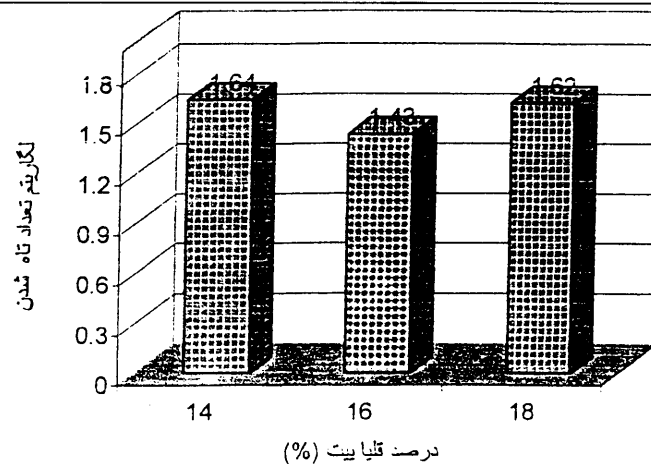


شکل ۲- هیستوگرام تاثیر درصد قلیابیت بر اندیس مقاومت به ترکین

مؤد پاره شدن (Kri)



شکل ۳- هیستوگرام تاثیر درصد قلیابیت بر طول پاره شدن



شکل ۴- هیستوگرام تاثیر درصد قلیابیت بر لگاریتم تعداد تاه شدن

منابع

- ۱- بی‌نام، ۱۳۶۷. بازیابی مواد جهت تولید خمیر و کاغذ، ویژه‌نامه شماره‌های ۹ و ۱۰، مجله کیمیا.
- ۲- جهان لتیباری، احمد و عبدالرحمن حسین‌زاده، ۱۳۷۳. تکنولوژی تولید خمیر و کاغذ، انتشارات موسسه جنگل‌ها و مراتع کشور.
- ۳- خدابنده، ناصر، ۱۳۷۶. زراعت گیاهان صنعتی، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۴- سازمان گمرک ایران، سالنامه واردات ۱۳۶۰-۱۳۷۶.
- ۵- گرامی، ب. ۱۳۵۱، استفاده از کنف در کاغذسازی، نشریه موسسه اصلاح و تهیه بذر و نهال وزارت کشاورزی و منابع طبیعی.
- ۶- نوری، ر، ۱۳۷۸. بررسی امکان استفاده از خمیرکرافت دوگونه سوزنی‌برگ کاج بروسیا و نونل در مجتمع چوب و کاغذ مازندران، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس.
- ۷- همزه، یحیی، ۱۳۷۸. بررسی گیاه کنف از نظر خواص آن در تهیه خمیرکاغذ، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشکده منابع طبیعی کرج، دانشگاه تهران.
- 8-Clark.T.F. & A. Wolf, 1962. A search for new fiber crops. 45 (10) 789. Tappi Journal.
- 9- Mauersberger. II.R (ed) 1954. Mathew's Textile-Fiber. 6th ed. John Wiley & Sons. New York.
- 10-Steinborn, M., 1995. Making European agriculture more profitable : Industrial fiber crops. Euro-Abstracts.

Investigation on Utilization of Old Jute Bags for Pulping

Y. Yuosefi¹ A. Jahan Latibari² H. Resalati³ R. B. Ashkiki⁴

Abstract

Soda pulping of old jute bags was studied. Moreover, Fiber length and diameter, lumen diameter and cellwall thickness were measured. Average yield and Kappa number of soda pulps were found to be 55.4% and 34.7, respectively. Different pulping conditions were compared and optimum pulping conditions were selected at 14,16, 18% alkali and 20 min cooking time. Then, 60 g/m² hand sheets were made . Burst index of hand sheet was measured at 4.73, 5.78 and 4.78 kPa.m²/g for 14,16 and 18% alkali charge, respectively. Tear index was measured at 10.98, 10.83 and 11.65 mNm²/g for 14,16 and 18% alkali charge, respectively. Breaking length was measured at 4.4185, 4.6390 and 4.3900 km for 14, 16 and 18% alkali charge, respectively. Folding endurance was also measured. Statistical analysis indicated that alkali charge did not affect breaking length significantly. However, it influenced tear index, burst index, and folding endurance significantly.

Keywords: Old jute bags, Soda pulp , Recycling, Kappa number, Yield.

¹ - Graduate student, University of Tarbiat Modarres

² - Faculty member, Azad Islamic University, Karaj

³ - Faculty member, Gorgan University of Agricultural and Natural Resources Sciences

⁴ - Faculty member, University of Tarbiat Modarres