



دانشگاه گوارن و منابع طبیعی گیلان

نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل
جلد بیست و سوم، شماره چهارم، ۱۳۹۵
<http://jwfst.gau.ac.ir>

تأثیر تغییرات طول الیاف انواع خمیرهای کاغذ بازیافتی OCC بر ویژگی‌های مقاومتی کاغذ کنگره‌ای

ذکریا تودرواری^۱، محمد فارسی^۲ و *قاسم اسدپور اتوئی^۳

^۱ کارشناس ارشد، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ساری،

^۲ استادیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ساری،

^۳ استادیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ساری

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۵/۱۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۰/۳۰

چکیده

سابقه و هدف: جمع‌آوری و استفاده از کاغذهای بازیافتی علاوه بر کمک به حفظ محیط‌زیست، باعث تولید اقتصادی تر کاغذ خواهد شد. از آنجا که مصرف خمیرهای بازیافتی باعث افت کیفی کاغذهای تولیدی می‌شود، لذا تعیین وضعیت کیفی خمیر بازیافتی^۱ OCC می‌تواند باعث پیش‌بینی بهتر ویژگی‌های کاغذ کنگره‌ای گردد. برای تولید خمیر OCC می‌توان از انواع کاغذهای مقوا و کارتن استفاده نمود که در نتیجه باعث تفاوت کیفیت خمیر بازیافتی OCC خواهد شد. از آنجا که پراکنش و تغییرات طول الیاف موجود در خمیر بر خواص مقاومتی کاغذ تأثیر مهمی دارد، هدف از انجام این تحقیق، مشخص نمودن تأثیر تغییرات طول الیاف انواع خمیرهای OCC بر کیفیت کاغذ کنگره‌ای می‌باشد.

مواد و روش‌ها: از چهارنوع کاغذ و کارتن بازیافتی با کیفیت متفاوت، خمیر OCC تهیه و کلاسه‌بندی طولی الیاف نمونه‌های خمیر بازیافتی و خمیر NSSC^۲ به وسیله دستگاه کلاسه‌بندی الیاف آزمایشگاهی

*مسئول مکاتبه: asadpur2002@yahoo.com

- 1- Old Corrugated Container
- 2- Neutral sulfite semi-chemical pulp

بایر مک نت^۱ بر طبق آئین‌نامه ۸۲-۲۳۳ T استاندارد تاپی واقع در آزمایشگاه کارخانه صنایع چوب و کاغذ مازندران انجام شد. خمیر NSSC تولیدی از چوب گونه‌های پهن برگ کارخانه چوب و کاغذ مازندران نیز به‌عنوان تیمار شاهد استفاده شد. نمونه‌های کاغذ دست‌ساز ۱۲۷ گرمی طبق آئین‌نامه ۸۸-۲۰۵۰۰ T استاندارد تاپی^۲ جهت اندازه‌گیری ویژگی‌های ساختاری (دانسیته) و ویژگی‌های مقاومتی (مقاومت به پارگی^۳، مقاومت به ترک‌شدن^۴، طول پارگی^۵ و مقاومت به لهیدگی کنگره‌ای^۶) تهیه شد. یافته‌ها: نتایج نشان داد که، خمیر OCC حاصل از کاغذهای بازیافتی مختلف، دارای مقادیر الیاف بلند و نرمه‌های الیاف متفاوت بوده‌اند. در بین انواع خمیرهای بازیافتی OCC، خمیر با مقادیر بالاتر الیاف بلند، مقاومت کششی (طول پارگی)، مقاومت به ترک‌شدن و مقاومت به پارگی بیشتری داشته و خمیر با مقادیر بالاتر نرمه‌های الیاف و مقادیر کمتر الیاف بلند، دارای کمترین مقاومت‌ها بوده‌اند. مقاومت به لهیدگی کنگره‌ای نیز یکی از ویژگی‌های مهم کاغذ کنگره‌ای بوده و نتایج نشان داد که این مقاومت نیز تابع مقادیر الیاف بلند و نرمه‌های الیاف موجود در خمیر OCC می‌باشد. خمیرهای OCC با مقادیر الیاف بلند بیشتر و مقادیر نرمه‌های الیاف کمتر، دارای مقاومت به لهیدگی کنگره‌ای بیشتری بوده‌اند. نتیجه‌گیری: خمیرهای OCC تولید شده از منابع کاغذی مختلف دارای پراکنش طولی الیاف متفاوت بوده که بر روی ویژگی‌های مقاومتی کاغذ کنگره‌ای تأثیر قابل توجهی داشته است. بنابراین با انجام آزمایش تعیین پراکنش طولی الیاف موجود در خمیر OCC امکان پیش‌بینی خواص مقاومتی کاغذ کنگره‌ای وجود دارد. در این تحقیق مشخص شده است که خمیرهای OCC با مقادیر الیاف بلند بیشتر و مقادیر نرمه‌های الیاف کمتر دارای خواص مقاومتی مطلوب (مقاومت کششی، مقاومت به ترک‌شدن و مقاومت به پارگی) برای تولید کاغذ کنگره‌ای می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: خمیر بازیافتی OCC، کلاسه‌بندی الیاف، ویژگی‌های مقاومتی، کاغذ کنگره‌ای

- 1- 4-Screen Bauer McNett type
- 2- TAPPI
- 3- Tear Strength
- 4- Burst Strength
- 5- Breaking Length
- 6- Corrugated Medium Test (CMT)

مقدمه

طی سال‌های اخیر با توجه به کاهش روز افزون منابع جنگلی، بازیافت کاغذهای باطله به‌عنوان یکی از روش‌های تأمین مواد اولیه سلولزی مناسب برای صنایع کاغذسازی به‌طور جدی مورد توجه قرار گرفته است. به‌طوری که از نیمه قرن بیستم در بسیاری از کشورهای دنیا به دلایل گوناگون از جمله محدودیت‌های منابع اولیه سلولزی، مصرف روزافزون فرآورده‌های کاغذی، مشکلات زیست‌محیطی ناشی از برداشت جنگل‌ها و هزینه‌های زیاد مربوط به تولید کاغذ و مقوا از مواد خام سلولزی و انرژی استفاده از فناوری بازیافت به‌صورت گسترده مورد توجه قرار گرفته است و در این زمینه تقریباً بخش قابل ملاحظه‌ای از کمبود مواد خام سلولزی در صنایع خمیر و کاغذ جبران شده است.

علی‌رغم گرایش شدید کشورهای پیشرفته به سوی صنعت بازیافت کاغذ در قرن حاضر و پیشرفت‌های زیاد این صنعت در دهه‌های اخیر، افت شدید خواص مقاومتی کاغذهای بازیافتی، هم‌چنان به‌عنوان معضلی مهم مطرح است که بیش از سایر معضلات موجود در صنعت بازیافت کاغذ خودنمایی می‌کند. کارشناسان و پژوهشگران صنعت کاغذ، طی تحقیقات متعدد در مورد ویژگی‌های انواع خمیر کاغذها و کاغذهای بازیافتی در مجموع عواملی نظیر کاهش میانگین طول الیاف و افزایش مقادیر نرمه‌های الیاف^۱ در خمیر کاغذ بازیافتی، وجود ذرات غیر فیبری و زائد مثل ذرات جوهر چاپ، موم، چسب، ذرات پلی مری و غیره در خمیر کاغذ بازیافتی و نیز استخوانی شدن سطح الیاف بازیافتی در طی مراحل بازیافت کاغذ را منشاء اصلی افت خواص تفاوتی کاغذهای بازیافتی می‌دانند (۱). یکی از واحدهای فعال در کشور که از کاغذهای باطله برای تولید کاغذ کنگره‌ای استفاده می‌کند، کارخانه چوب و کاغذ مازندران می‌باشد. این واحد با ظرفیت تولید ۸۵۰۰۰ تن کاغذ کنگره‌ای و ۹۰۰۰۰ تن انواع کاغذهای روزنامه چاپ و تحریر در سال، یکی از بزرگترین مجتمع‌های تولید خمیر و کاغذ در کشور است (۱). از سال ۱۳۸۰ بنا به دلایلی چند از قبیل عرصه خمیرهای بازیافتی OCC و با قیمت مناسب در مقایسه با چوب از کارگاه‌های داخل و مجاور استان مازندران، جدی شدن طرح صیانت از جنگل‌های شمال و کاهش قابل ملاحظه بهره‌برداری چوب از جنگل‌های شمال، نیاز به کاهش مصرف چوب احساس گردید، لذا استفاده از خمیرهای بازیافتی OCC در ترکیب خمیر خط تولید کاغذ

فلوتینگ آغاز و در ابتدا با درصد مصرف کم (حدود ۵ درصد) و به تدریج تا ۲۰ درصد افزایش یافت. با توجه به دائمی شدن مصرف این خمیرها در چوب و کاغذ مازندران و لزوم بررسی کارشناسی در ارتباط با کیفیت خمیرهای بازیافتی دریافت شده و نیز مصرف بهینه این خمیرها در اختلاط با خمیر NSSC، تحقیقاتی در این زمینه ضروری به نظر می‌رسد (۳).

پورحسین و همکاران (۱۹۹۵) اثر اختلاط مقوای باطله در سه سطح ۵، ۷ و ۹ درصد بر خواص مقاومت مقوای کنگره‌ای چوکا را مورد بررسی قرار داد و گزارش نمود که افزایش درصد مصرف کاغذ باطله تا حدی سبب بهبود خواص مقاومت مقوای تولیدی می‌شود (۹). هنرمندی (۱۹۹۷) در مطالعه تأثیر اختلاط خمیر بازیافت شده OCC در مقادیر درصد با خمیر بکر کرافت صنوبر نشان داد که با افزایش درصد اختلاط، طول پاره‌شدگی، مقاومت به ترکیدن، مقاومت به کشش و مقاومت به تا شدن کاهش یافته در حالی که مقاومت به پاره شدن افزایش می‌یابد (۷).

برزن (۱۹۹۷) در بررسی تأثیر استفاده از خمیر بازیافتی حاصل از کاغذ بسته‌بندی باطله در مقادیر اختلاط ۱۵، ۳۰ و ۵۰ درصد و خمیر بلند الیاف وارداتی در مقادیر اختلاط ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد با خمیر کاغذ NSSC گزارش نمود که ترکیب ۱۵ درصد الیاف بلند وارداتی، ۵۰ درصد خمیر کاغذ باطله، ۳۵ درصد خمیر NSSC بهترین کاغذ کنگره‌ای، همچنین ترکیب ۵۵ درصد الیاف کاغذ باطله و ۴۵ درصد خمیر NSSC اقتصادی‌ترین کاغذ کنگره‌ای را تولید می‌کند (۴).

اسدپور و همکاران (۱۹۹۹) در مطالعه‌ای که بر روی اختلاط خمیر بازیافتی OCC با خمیر NSSC پهن برگان داشت، بیان کرد که برخی ویژگی‌های مقاومتی خمیر بازیافتی OCC بهتری نسبت به خمیر بکر NSSC می‌باشد (۳).

هدف از انجام این تحقیق مشخص نمودن میزان تأثیر ویژگی‌های ابعادی و کلاسه‌بندی الیاف انواع خمیرهای OCC تولید شده از انواع کاغذهای بازیافتی بر کیفیت کاغذ کنگره‌ای می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش از چهار نوع کاغذ بازیافتی شامل: کناره بری کارتن سازی‌ها (شامل ضایعات تبدیل در کارخانجات کارتن‌سازی)، آخال فروشگاهی (شامل کارتن‌های استفاده شده در بسته‌بندی فروشگاه‌ها و کارخانجات)، کاغذ آخال شهری (شامل روزنامه، کتاب، مجله، کاغذهای چاپی، تبلیغاتی و تجاری، مکاتبات اداری، کاغذهای چاپ، مقوا و کاغذ بسته‌بندی) و ضایعات رول بازیافتی (شامل انواع

کاغذهای بازیافتی مورد استفاده بوده که توسط شرکت‌های مقیاس کوچک با بهره‌گیری از تجهیزاتی مانند تمیزکننده، غربال، کلوخه شکن و پالایشگر فرآوری شده و با عبور از چند دستگاه پرس و سیستم‌های خشک‌کن تبدیل به رول کاغذ می‌شود) به صورت تصادفی انتخاب به عمل آمده و تعدادی نمونه گرفته شد و دقت لازم به عمل آمد که فاقد هر گونه آلودگی ناشی از تبدیل و مصرف باشد. ضمن این که از خمیر NSSC تولیدی از چوب کارخانه چوب و کاغذ مازندران نیز به عنوان تیمار شاهد با مشخصات معین استفاده شد. از چهارنوع کاغذ بازیافتی، خمیر OCC تهیه شد و با هدف دستیابی به پراکنش ابعادی الیاف خمیر، کلاسه‌بندی الیاف نمونه‌های خمیر بازیافتی و خمیر NSSC به وسیله دستگاه کلاسه‌بندی الیاف آزمایشگاهی بایرمرک نت بر طبق استاندارد ۸۲-T۲۳۳cm واقع در آزمایشگاه کارخانه صنایع چوب و کاغذ مازندران انجام شد. درجه روانی خمیر کاغذ برای ساخت کاغذهای دست‌ساز با استفاده از پالایشگر آزمایشگاهی در محدوده 400 ± 50 میلی‌لیتر (CSF) تنظیم گردید. در نهایت نمونه‌های کاغذ ۱۲۷ گرمی طبق استاندارد ۸۸-T ۲۰۵om آئین‌نامه TAPPI جهت اندازه‌گیری ویژگی‌های ساختاری (دانسیته) و ویژگی‌های مقاومتی (مقاومت به پارگی، مقاومت به ترکیدن، مقاومت کششی، طول پارگی و مقاومت به لهیدگی کنگره‌ای) تهیه شد (۱۰). نتایج در قالب طرح کاملاً تصادفی و با استفاده از آزمون تجزیه واریانس^۱ مقایسه میانگین ویژگی‌های مقاومتی کاغذهای دست‌ساز و معنی‌دار بودن اختلاف بین میانگین داده‌ها بررسی و سپس گروه‌بندی میانگین‌ها با کمک آزمون دانکن^۲ انجام پذیرفت.

نتایج و بحث

کلاسه‌بندی الیاف: برای تجزیه و تحلیل تغییرات خواص فیزیکی و مقاومتی کاغذهای دست‌ساز حاصل از خمیرهای بازیافتی لازم است آنالیزی از وضعیت طول الیاف و پراکنش طول الیاف مواد اولیه (۴ نوع خمیر بازیافتی OCC و خمیرشاهد NSSC) داشته باشیم که نتایج کلاسه‌بندی الیاف در جدول ۱ نشان داده شده است.

1- ANOVA

2- Dunkan

جدول ۱- نتایج کلاسه‌بندی الیاف انواع خمیرهای بازیافتی و خمیر NSSC

Table 1. NSSC pulp and recycled pulp fiber classification results.

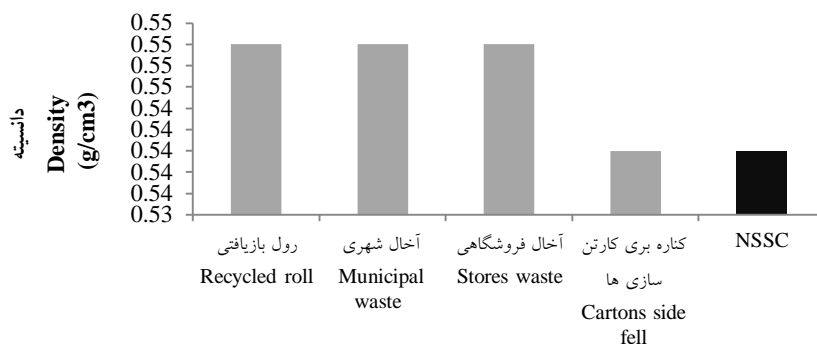
مش توری Mesh Grid	30	50	100	200	>200
نوع نمونه خمیر OCC OCC pulp sample	%	%	%	%	%
رول بازیافتی Recycled roll	20.6	15.4	15.4	2.6	46
آخال شهری Municipal waste	33.6	16.5	18.5	3.5	27.9
آخال فروشگاه‌ها Stores waste	28.1	19.6	19.3	3.3	29.7
کناره بری کارتن‌سازی‌ها Cartons side fell	22.9	24.1	23.7	3.3	26
خمیر شاهد NSSC NSSC control pulp	15.4	30	23.6	4.6	26.5

با توجه به جدول ۱، مجموع الیاف باقیمانده بر روی مش‌های ۳۰ و ۵۰ مربوط به مقادیر الیاف بلند، الیاف باقیمانده بر روی مش ۱۰۰ مربوط به مقادیر الیاف متوسط و الیاف باقیمانده بر روی مش ۲۰۰ مربوط به مقادیر مربوط به الیاف کوتاه و اجزای عبور کرده از مش ۲۰۰ مربوط به نرمه‌های الیاف می‌باشد (۷). در این تحقیق، خمیر OCC حاصل از رول‌های بازیافتی دارای کمترین مقدار الیاف بلند و بیشترین مقدار نرمه‌های الیاف می‌باشد. خمیر OCC حاصل از آخال شهری دارای بیشترین مقدار الیاف بلند بوده است.

ویژگی‌های فیزیکی

دانسیته: دانسیته به‌عنوان تابعی از گراماژ و ضخامت تعریف می‌گردد. مقادیر دانسیته کاغذهای دست‌ساز انواع مختلف خمیرهای بازیافتی OCC توسط آزمون تجزیه واریانس بررسی شد. نتایج نشان داد که بین مقادیر به‌دست آمده در سطح اطمینان ۹۵ درصد اختلاف معنی‌دار آماری وجود ندارد. دانسیته کاغذهای دست‌ساز حاصل از خمیرهای OCC به‌دست آمده از رول بازیافتی، آخال شهری،

آخال فروشگاهی، کناره‌بری کارتن‌سازی‌ها و خمیرشاهد NSSC به‌ترتیب ۰/۵۵، ۰/۵۵، ۰/۵۴ و ۰/۵۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب بوده است.



شکل ۱- تغییرات دانسیته کاغذهای دست‌ساز.

Figure 1. The handsheets density variations.

ویژگی‌های مقاومتی کاغذ: میانگین ویژگی‌های مقاومتی انواع خمیرهای OCC و خمیرشاهد NSSC به‌همراه گروه‌بندی آزمون دانکن در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲- ویژگی‌های مقاومتی کاغذهای دست‌ساز.

Table 2. Handmade paper strength properties.

ویژگی‌های مقاومتی strength properties	طول پارگی (km) Breaking length	شاخص ترکیدن (kPa.m ² /g) Burst index	شاخص پارگی (mN.m ² /g) Tear index	آزمون لهیدگی کنگره‌ای (N) Corrugated Medium Test
OCC نوع خمیر OCC pulp type				
رول بازیافتی Recycled roll	2.67 bc	0.93 e	5.28 d	83.67 e
آخال شهری Municipal waste	2.73 b	1.59 b	7.27 a	134.67 c
آخال فروشگاهی Stores waste	2.37 c	1.33 d	6.44 b	112.67 d
کناره‌بری کارتن‌سازی‌ها Cartons side fell	2.35 c	1.48 c	5.74 c	146 b
NSSC	4.13 a	2.32 a	7.51 a	255 a

طول پارگی: مقادیر طول پارگی کاغذهای حاصل از درصدهای مختلف اختلاط خمیرهای بازیافتی توسط آزمون تجزیه واریانس بررسی شد. نتایج نشان داد که بین مقادیر به دست آمده در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار می‌باشد. آزمون دانکن مقادیر طول پارگی را در سه گروه مجزا قرار داده است. بیشترین مقدار طول پارگی مربوط به تیمار شاهد می‌باشد و کمترین مقدار آن مربوط به خمیر OCC حاصل از بازیافتی می‌باشد. طبق نتایج طول پارگی نمونه شاهد (خمیر کاغذ NSSC کارخانه) یعنی خمیر کاغذ دست اول دارای بیشترین طول پارگی بوده که به دلیل داشتن الیاف بلندتر و تعداد پیوند بیشتر الیاف، مقاومت کششی خمیر کاغذ بکر NSSC در مقایسه با خمیرهای کاغذ بازیافتی بیشتر بوده است. در بین انواع خمیرهای بازیافتی، خمیر OCC حاصل از آخال شهری، مقاومت کششی (طول پارگی) بیشتری داشته که دلیل آن با توجه به نتایج کلاسه‌بندی الیاف (جدول ۱) مربوط به پراکنش یکنواخت الیاف و درصد بالای الیاف بلند می‌باشد. خمیر OCC حاصل از رول‌های بازیافتی به دلیل دارا بودن نرمه‌های الیاف بیشتر و کمتر بودن الیاف بلند، دارای کمترین مقاومت کششی می‌باشد. مطالعات این تحقیق با تحقیقات، هیوب و همکاران (۲۰۰۳)، سوارتزتیج و پریزپیز^۱ (۱۹۷۴) مطابقت دارد (۸،۱۱).

شاخص ترکیدن: مقادیر شاخص ترکیدن کاغذهای حاصل از درصدهای مختلف اختلاط کاغذهای بازیافتی توسط آزمون تجزیه واریانس بررسی شد. نتایج نشان داد که بین مقادیر به دست آمده در سطح اطمینان ۹۵ درصد اختلاف معنی‌دار آماری وجود دارد. آزمون دانکن مقادیر شاخص ترکیدن را در پنج گروه مجزا قرار داده است. بیشترین مقدار شاخص ترکیدن مربوط به تیمار شاهد می‌باشد و کمترین مقدار آن مربوط به خمیر OCC حاصل از رول‌های بازیافتی می‌باشد. شاخص ترکیدن از جمله مقاومت‌هایی است که به طول فیبر و میزان پیوند بین الیاف بستگی دارد، ولی بیشتر تحت تأثیر اتصال بین الیاف می‌باشد. هرچه الیاف نازکتر یا انعطاف‌پذیرتر باشند به دلیل ایجاد اتصالات هیدروژنی بیشتر، پیوند بین الیاف افزایش یافته و در نتیجه مقاومت به ترکیدن نیز افزایش می‌یابد. در مقاومت به ترکیدن نیز همچون مقاومت کششی، خمیر کاغذ NSSC کارخانه به دلیل بکر بودن الیاف و داشتن الیاف بلندتر، پیوند بیشتر و قوی‌تری ایجاد و در نتیجه بیشترین مقدار را دارد. در بین انواع خمیرهای بازیافتی، خمیر OCC حاصل از آخال شهری، مقاومت به ترکیدن بیشتری داشته که دلیل آن با توجه به نتایج

1- Szwarcztajn and Przybysz

کلاسه‌بندی الیاف (جدول ۱) مربوط به پراکنش یکنواخت الیاف و درصد بالای الیاف بلند می‌باشد. خمیر OCC حاصل از رول‌های بازیافتی به دلیل دارا بودن نرمه‌های الیاف بیشتر و کمتر بودن الیاف بلند، دارای کمترین شاخص ترکیدن می‌باشد. تحقیقات، هیوب و همکاران (۲۰۰۳)، سوارتزج و پریزبیز (۱۹۷۴) نتایج این تحقیق را تأیید می‌کنند (۸،۱۱).

شاخص پارگی: مقادیر شاخص پارگی کاغذهای حاصل از درصدهای مختلف اختلاط خمیرهای بازیافتی توسط آزمون تجزیه واریانس بررسی شد. نتایج نشان داد که بین مقادیر به دست آمده در سطح اطمینان ۹۵ درصد اختلاف معنی‌دار آماری وجود دارد. آزمون دانکن مقادیر شاخص پارگی را در چهار گروه مجزا قرار داده است. بیشترین مقدار شاخص پارگی مربوط به تیمارهای شاهد (خمیر کاغذ NSSC) و خمیر OCC حاصل از آخال شهری می‌باشد و کمترین مقدار آن مربوط به خمیر OCC حاصل از رول‌های بازیافتی می‌باشد. یکی از پارامترهای تأثیرگذار بر شاخص پارگی، طول الیاف است (۶). در بین انواع خمیرهای بازیافتی، خمیر OCC حاصل از آخال شهری، شاخص پارگی بیشتری داشته که دلیل آن با توجه به نتایج کلاسه‌بندی الیاف (جدول ۱) مربوط به پراکنش یکنواخت الیاف و درصد بالای الیاف بلند می‌باشد. خمیر OCC حاصل از رول‌های بازیافتی به دلیل دارا بودن نرمه‌های الیاف بیشتر و کمتر بودن الیاف بلند، دارای کمترین شاخص پارگی می‌باشد. تحقیقات فرگوسن (۲۰۰۰) نتایج این تحقیق را تأیید می‌کنند (۵).

مقاومت به لهیدگی کنگره‌ای: نتایج آزمون تجزیه واریانس نشان داد که بین مقادیر به دست آمده مقاومت به لهیدگی کنگره‌ای در سطح اطمینان ۹۵ درصد اختلاف معنی‌دار آماری وجود دارد. آزمون دانکن مقادیر مقاومت به لهیدگی کنگره‌ای را در پنج گروه مجزا قرار داده است. بیشترین مقدار مربوط به تیمار شاهد (خمیر کاغذ NSSC) می‌باشد و کمترین مقدار آن مربوط به خمیر OCC حاصل از رول‌های بازیافتی می‌باشد. خمیرهای نیمه شیمیایی NSSC چون سفتی خوبی دارند برای تهیه مقوای کنگره‌ای از بهترین خمیرها به شمار می‌روند (۴)، لذا بیشترین مقدار مقاومت به لهیدگی کنگره‌ای (CMT) مربوط به حالتی است که فقط از ۱۰۰ درصد خمیر NSSC تهیه شده است. خمیرهای NSSC به دلیل لیگنین زیاد از یک طرف و درصد همی سلولزهای زیاد از طرف دیگر سفتی زیادی دارند (۴). در واقع در خمیر NSSC دست اول پهن برگان، قطر و ضخامت دیواره زیاد بوده که چون جهت اعمال نیرو عمود بر طول الیاف است، لذا مقاومت به لهیدگی کنگره‌ای بیشتری دارند (۶). در بین

انواع خمیرهای بازیافتی، خمیر OCC حاصل از کناره‌بری کارتن‌سازی‌ها، مقاومت به لهیدگی کنگره‌ای بیشتری داشته است. از آنجائی که کناره‌بری کارتن‌سازی‌ها در حقیقت همان کارتن‌های تولید شده تمیز هستند که دارای لایه‌های کاغذ لاینر^۱ به صورت زوج همراه با لایه کاغذ کنگره‌ای به صورت فرد می‌باشند، دارای سهم قابل توجه الیاف بلند و سالم بیشتری نسبت به سایر کاغذهای بازیافتی هستند. خمیر OCC حاصل از رول‌های بازیافتی به دلیل دارا بودن نرمه‌های الیاف بیشتر و کمتر بودن الیاف بلند، دارای کمترین مقاومت به لهیدگی کنگره‌ای می‌باشد. شواهد فوق با نتایج به دست آمده اسدپور (۱۹۹۹) مطابقت دارد (۳).

نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که خمیرهای OCC تولید شده از منابع کاغذی مختلف دارای کلاسه‌بندی و پراکنش الیاف متفاوت بوده که بر روی ویژگی‌های کیفی کاغذ کنگره‌ای تأثیر قابل توجهی داشته است. بنابراین با انجام آزمایش کلاسه‌بندی الیاف می‌توان خواص کاغذ کنگره‌ای را پیش‌بینی نمود. در این تحقیق مشخص شده است که خمیرهای OCC با مقادیر الیاف بلند زیاد و مقادیر نرمه‌های الیاف کم مانند خمیر کاغذ OCC حاصل از آخال شهری که شامل مجموعه‌ای از انواع کاغذهای روزنامه، کتاب، مجله، کاغذهای چاپی، تبلیغاتی و تجاری، مکاتبات اداری، کاغذهای چاپ، مقوا و کاغذ بسته‌بندی، به دلیل تنوع الیاف و نیز دارا بودن الیاف بلند بیشتر، دارای برخی خواص مقاومتی مطلوب (مقاومت کششی، مقاومت به ترکیدن و مقاومت به پارگی) برای تولید کاغذ کنگره‌ای می‌باشند. با توجه به این تحقیق، خمیر کاغذ OCC حاصل از کناره‌بری کارتن‌سازی‌ها به دلیل استفاده از کاغذهای سالم‌تر و با خواص شقی مطلوب، دارای مقاومت به لهیدگی کنگره‌ای مطلوبی بوده‌اند. کاغذهای کنگره‌ای تولید شده از خمیر کاغذ OCC حاصل از رول‌های بازیافتی به دلیل دارا بودن مقادیر زیاد الیاف کوتاه و نرمه‌های الیاف، دارای کمترین ویژگی‌های مقاومتی بوده‌اند.

منابع

1. Akbarpour, I., Resalati, H., and Saraeian, A.R. 2010. Investigation on the deink ability of old newspaper. Iranian Journal of Wood and Forest Science and Technology, 17: 2. 73-87. (In persian)

2. Ghasemiyan, A. 2003. Study use of deinking newspapers and waste journals in CMP pulp combination to produce internal newspapers, Ph.D., Department of Natural Resources, University, Tehran. (In persian)
3. Asadpour-Atoei, Gh., Ghafari, M., Ghasemian, A., and Saraeian, A. 1999. Study on hardwoods pulps quality on NSSC industry and the possibility of its optimal use in combination with Mazandaran recycled wood pulp and paper OCC. First National Conference on the supply of raw materials and the development of wood and paper industries, 10p. (In persian)
4. Barzan, A. 1997. Study of using packaging wastepaper to produce cardboard corrugated paper in Mazandaran wood and paper complex. M.Sc. Thesis, Wood of Wood industry, Tarbiat Modares University, 95p. (In Persian)
5. Ferguson, L.D. 2000. Deinking chemistry: Part 1, TAPPI Journal, 75: 7.75-83.
6. Hamzeh, Y., and Rostampur Haftkhani, A. 2008. Principles of Chemistry paper, Tehran University Press, Tehran. (In Persian)
7. Honarmandy, K. 1997. Study Physical and resistance characteristics of Pine kraft liner paper with different percentages of corrugated papers, M.Sc. Thesis, Tehran University, 85p.
8. Hubbe, M.A., Tracy L.J., and Zhang, M. 2003. Fiber surface saturation as a strategy to optimize dual-polymer dry strength treatment, Tappi Journal. 2: 11.7-11.
9. Pourhossein, V. 1995. The effect of mixing waste paper on Chouka paper resistance properties. M.Sc. Thesis, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, 45p. (In Persian)
10. Standard test method for forming sheets for testing physical properties of pulp, Annual book of Scan, M 5: 67, 1967.
11. Szwarcstajn, E., and Przybysz, K. 1974. Investigation on changes in the properties of recycled pulps fractions, cellulose chem. technol. 10: 737-749.



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 23 (4), 2016

<http://jwfst.gau.ac.ir>

Effect of fiber length variations of different OCC pulp recycled papers on strength properties of fluting paper

Z. Tudarvari¹, M. Farsi² and *Gh. Asadpur Atoei³

¹M.Sc. Engineering College, Islamic Azad University, Sari Branch, ²Assistant Prof., Dept., of Wood and Paper Science and Technology, Engineering College, Islamic Azad University, Sari Branch, ³Assistant Prof., Dept., of Wood and Paper Science and Technology, Dept., of Natural Resources, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari

Received: 08/08/2015 ; Accepted: 01/20/2016

Abstract

Background and objectives: The collection and consumption of recycled paper in addition to helping environment protection, causes more economical paper production. Since the consumption of recycled pulps causes low quality paper production, so determination of OCC pulp quality can be useful for the better fluting paper properties prediction. For OCC production, it is possible to use all types of paperboard and cartons from different sources. Because of using different recycled paperboard and cartons for OCC production, the OCC pulps quality are difference. As the fiber length distribution and variation have the important role in paper strength quality, the aim of this study is the determining of different OCC pulp's fiber length variations effect on fluting paper quality.

Methods and materials: From the four types of recycled paper with different quality and with different sources, the OCC pulp was prepared. The NSSC pulp and recycled pulp samples fiber length classification were done by Bauer McNett fiber classification system based on Tappi standard method, T 233 cm - 82, in Mazandaran Wood and Paper industries (MWPI) mill laboratory. The NSSC pulp prepared from wood of Iranian hardwoods in MWPI used as the control sample. The 127 grams handsheets, were prepared according to Tappi standard method, T 205om-88 for measuring structural (density) and strength properties (tear strength, burst strength, breaking length and corrugated medium test) of fluting paper.

Results: The results have shown that, OCC pulps from different recycled paper, have different long fibers and different fines. Among the different OCC pulps, the pulps with the higher amount of long fibers, have more paper strength properties

*Corresponding author: asadpur2002@yahoo.com

(tensile (breaking length), burst, tear), and the pulps with the higher amount of fines and lower amount of long fibers, have the least paper strength properties. The corrugated medium test (CMT) of fluting paper is one of the important properties and the results showed that this strength also depends to long fibers and fine contents in OCC pulps. The OCC pulps with the higher amount of long fibers and lower amount of fines, have more CMT.

Conclusion: OCC pulps produced from different paper sources have different fiber length distribution that have a significant impact on the fluting paper strength properties. Therefore, with doing the fiber length distribution tests it is possible to predict fluting paper strength properties. OCC pulps with higher amounts of long fiber and lower amounts of fines has good strength properties (tensile strength, burst strength and tear strength) for producing fluting paper.

Keywords: OCC recycled pulp, Fiber classification, Strength properties, Fluting paper

نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل جلد (۲۳)، شماره (۴) ۱۳۹۵
