Archive of SID

مجله پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل
جلد هجدهم، شماره دوم، ۱۳۹۰
www.gau.ac.ir/journals

اثر جزءجزءسازی بر خواص کاغذ به‌دست آمده از خمیر کاغذ OCC بازیابی شده

***الیاس افرا[۱] و حسین رسالتی[۲]**

[۱]استادیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،
[۲]دانشیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۸۸/۵/۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۸/۱۱/۳

چکیده

در این پژوهش به بررسی اثر جزءجزءسازی خمیرکاغذ OCC بر بهبود ویژگی‌های مقاومتی کاغذ به‌دست آمده پرداخته شده است. خمیرکاغذ OCC به‌وسیله یک غربال فشاری و تحت شرایط عملیاتی بهینه کارآیی جزءجزءسازی براساس مطالعات قبلی، به دو جزء خمیرکاغذ عبوریافته (خمیر الیاف‌کوتاه) و خمیرکاغذ وازده غربال (خمیر الیاف‌بلند) تفکیک گردید. سپس جزء الیاف‌بلند خمیرکاغذ پالایش و با نسبت‌های مختلف با جزء الیاف‌کوتاه آن بازترکیب شده و از خمیرکاغذ با نسبت‌های ترکیبی مختلف، خمیرکاغذ ورودی اولیه و خمیرکاغذ خالص الیاف‌بلند پالایش شده نمونه‌های کاغذ دست‌ساز تهیه گردید. نتایج به‌دست آمده از آزمون‌های فیزیکی و مقاومتی نشان داد که با افزودن تا ۵۰ درصد خمیرکاغذ الیاف‌کوتاه به خمیرکاغذ الیاف‌بلند پالایش شده، مقاومت‌های مکانیکی کاغذهای به‌دست آمده از خمیرهای کاغذ بازترکیبی از مقاومت‌های خمیرکاغذ OCC اولیه بیش‌تر خواهد شد. این واقعیت بیانگر اثر مثبت عمل جزءجزءسازی در افزایش قابلیت پالایش‌پذیری خمیرکاغذ و بهبود مشخصه‌های مقاومتی کاغذ می‌باشد. از طرفی با حذف ۵۰ درصد از خمیرکاغذ اولیه (خمیرکاغذ الیاف‌کوتاه) از دور پالایش، ظرفیت عملیاتی فرایند پالایش در واحد زمان افزایش قابل‌ملاحظه و انرژی مصرفی پالایش نیز کاهش قابل‌ملاحظه‌ای خواهد یافت.

واژه‌های کلیدی: غربال‌سازی، مقاومت‌های مکانیکی، خمیرکاغذ OCC

* مسئول مکاتبه: afraelyas@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

با مصرف روزافزون کاغذ در صنایع چاپ و صنایع بسته‌بندی از یک‌سو و محدودیت مواد اولیه چوبی در این صنایع از سوی دیگر، این صنایع به بازیافت کاغذهای مصرف شده روی آورده‌اند. یکی از انواع کاغذهای تولیدی، کاغذهای بسته‌بندی می‌باشد که تداوم تولید و مصرف آن وابسته به بازیافت و یا به‌عبارتی استفاده مجدد از ضایعات و کاغذهای باطله آن‌ها در چرخه تولید صنایع بازیافت می‌باشد. از مهم‌ترین محصولات کاغذهای بسته‌بندی باطله می‌توان به کارتن‌های کنگره‌ای کهنه (OCC[1]) اشاره نمود که تقریباً نیمی از مواد الیافی صنایع بازیافت کاغذ و مقوا در جهان را به خود اختصاص می‌دهد و برای ساخت محصولات بسته‌بندی مختلف مثل تست‌لاینر، لایه میانی کنگره‌ای و کاغذهای بسته‌بندی (مثل ساک کاغذی...) مورد استفاده قرار می‌گیرد (میرشکرایی، ۲۰۰۱). از این‌رو پژوهش و بررسی در راستای بهبود کیفیت خمیرکاغذ و مقاومت‌های کاغذ به‌دست آمده از این منابع، لازم و ضروری است. با افزایش نرخ تقاضای محصولات بسته‌بندی با کیفیت از یک‌سو و محدودیت میزان دسترسی به خمیر کرافت بکر و استفاده روزافزون از کاغذهای باطله OCC از طرف دیگر، در صورتی‌که اصلاحاتی در شیوه فرآورش تولید (مانند جلوگیری از افت میزان پالایش‌پذیری در اثر کاهش میانگین طول الیاف خمیر در هر بار استفاده مجدد در خط تولید) این نوع محصولات متناسب با افزایش نسبت مصرف OCC صورت نپذیرد، با کاهش شدیدی در مقاومت‌های فرآورده‌های جدید روبرو خواهیم بود. از مشخصه‌های نامطلوب مؤثر این نوع از خمیر کاغذها می‌توان به شاخی شدن، حضور ناخالصی‌ها، افت پتانسیل پیوندیابی، کهنه‌شدگی و حضور الیاف صدمه‌دیده نام برد (وسترن‌هوس و لیانگ، ۱۹۹۵). بنابراین یافتن راهی برای افزایش قابلیت پالایش‌پذیری الیاف خمیر، به‌منظور حفظ مقاومت‌های کاغذ به‌دست آمده از آن کاملاً ضروری به‌نظر می‌رسد (افرا، ۲۰۰۵). در این راستا پژوهش‌هایی نیز صورت پذیرفته است. یکی از شیوه‌های به‌کار گرفته شده، جزءجزءسازی خمیرکاغذ OCC با غربال فشاری به دو جزء الیاف‌بلند (جزء پسماند غربال) و خمیرکاغذ الیاف‌کوتاه (خمیرکاغذ عبوریافته از منافذ غربال) و پالایش مجزای خمیرکاغذ الیاف‌بلند به‌منظور افزایش پالایش‌پذیری خمیرکاغذ بازیافتی OCC و کاهش سهم خمیرکاغذ پالایش‌شونده و در نتیجه صرفه‌جویی در مصرف انرژی و در نهایت، بازترکیب این دو جزء خمیرکاغذ به‌منظور بهبود مشخصه‌های مقاومتی کاغذ بوده است (پکارین، ۱۹۸۵؛ کامینسکی، ۱۹۹۷). نتایج متفاوتی نیز در این پژوهش‌ها به‌دست آمده است. ماسلمن (۱۹۹۳) در پژوهش با عنوان جزءجزءسازی

1- Old Corrugated Container

www.SID.ir

Archive of SID

خمیرکاغذ، کاغذ بازیافتی در دست‌یابی به مشخصه‌های مقاومتی و درجه روانی بالاتر کاغذهای به‌دست آمده از خمیر کاغذهای بازترکیبی در مقایسه با خمیرکاغذ OCC اولیه به موفقیت‌هایی دست یافت. در این پژوهش نتایجی مبنی بر صرفه‌جویی در مصرف انرژی نیز ارایه گردیده است. مشاهده‌های نژاد و اوادل- کریم (۱۹۹۹) و همین‌طور سولانا و وینبرگ (۲۰۰۱) نتایج متناقضی را در مقایسه با پژوهش‌های نام‌برده در بالا نشان داده است. به این ترتیب که مشخصه‌های مقاومتی خمیر کاغذهای بازترکیبی در مقایسه با مقاومت‌های مکانیکی خمیرکاغذ OCC اولیه کم‌تر بوده است. در پژوهش دیگری که توسط نژاد و سودتیواراکل (۲۰۰٤) انجام شد، نتایج، گواه بر موفقیت در دست‌یابی به صرفه‌جویی در انرژی مصرفی بخش پالایش بوده است. در عین‌حال، ویژگی‌های مقاومتی خمیرکاغذ OCC پالایش شده از خمیر کاغذهای بازترکیبی کم‌تر بوده است. هدف این پژوهش استفاده از شرایط بهینه جزءجزءسازی به‌دست آمده در پژوهش‌های قبلی (افرا و همکاران، ۲۰۰۸) به‌منظور دست‌یابی به کارایی بیش‌تر تفکیک جزء الیاف‌کوتاه از جزء الیاف‌بلند خمیرکاغذ به‌منظور افزایش قابلیت پالایش‌پذیری جزء الیاف‌بلند خمیرکاغذ و در نتیجه، صرفه‌جویی در مصرف انرژی پالایش و دست‌یابی به مقاومت‌های مکانیکی کاغذهای به‌دست آمده از خمیر کاغذهای بازترکیبی در قیاس با خمیرکاغذ ورودی (خمیرکاغذ OCC اولیه) می‌باشد.

مواد و روش‌ها

خمیر مورد استفاده در این بررسی از نوع خمیر OCC (کارتن کنگره‌ای کهنه) بوده است. به‌منظور عملیات جزءجزءسازی خمیرکاغذ OCC از دستگاه غربال فشاری Beloit MR8 واقع در مرکز خمیر و کاغذ دانشگاه بریتیش کلمبیا استفاده گردید. براساس مطالعات قبلی برای دست‌یابی به بهترین کیفیت جزءجزءسازی طولی الیاف، از غربال با منافذ گرد مسطح و با قطر منافذ ۱ میلی‌متر استفاده گردید (واکلین و کرسن، ۱۹۹۸؛ اولسون، ۲۰۰۰). براساس پژوهش‌های صورت گرفته (افرا و همکاران، ۲۰۰۸)، بالاترین کارایی جزءجزءسازی غربالی خمیرکاغذ OCC در پایین‌ترین مقادیر نسبت حجمی پس‌ماند غربال (R_v=۰/۳) و بالاترین مقادیر سرعت جریان خمیرکاغذ از منافذ غربال (V_S=۰/٦ متر بر ثانیه) قابل دست‌یابی می‌باشد. بنابراین شرایط آزمونی در این بررسی نیز با تنظیم دستگاه بر مبنای این دو رقم انجام شد. دامنه یاد شده مقادیر V_S و R_v براساس محدودیت‌های دستگاه در ایجاد یک جریان یکنواخت خمیر

www.SID.ir

Archive of SID

و بدون ایجاد انسداد و جریان‌های گردابی (رفت و برگشتی) تعیین شده است. به این ترتیب که در مقادیر V_S بیش‌تر از ۰/٦ متر بر ثانیه از منافذی با قطر ۱ میلی‌متر، تمام خمیر جریان عبور کرده قادر به گذشتن از منافذ غربال نبوده و جریان گردابی (برگشتی خمیر) شکل می‌گیرد و در مقادیر R_v کم‌تر از ۰/۳، جریان پیوسته‌ای از خمیرکاغذ را از منافذ غربال نخواهیم داشت. درجه روانی خمیر OCC، CSF[1]، ۲۹۵ بوده و پس از انتقال به درون مخزن تغذیه به درصد خشکی ۱ درصد رسانده شده و پس از اختلاط مناسب خمیر با هم‌زن برقی قابل تنظیم، دستگاه روشن شده و پس از رسیدن مقادیر نسبت حجمی پس‌ماند غربال و سرعت جریان خمیر از منافذ غربال در هنگام عمل دستگاه به R_v و V_S موردنظر، از هر یک از جریان‌های خمیرکاغذ ورودی، عبور کرده و پس‌ماند یک نمونه ۲۰ لیتری جدا گردید. پس از عملیات جزءجزءسازی طولی الیاف خمیر با عمل غربال‌کنی و کدگذاری هر یک از نمونه‌های خمیرکاغذ ورودی، عبورکرده و پس‌ماند، درصد خشکی هر یک از نمونه‌های خمیر براساس استاندارد CPP Useful Method D.6u تعیین گردیده است. درجه روانی هر یک از نمونه‌های خمیر، مطابق با استاندارد شماره T 277 pm-99 آیین‌نامه تاپی[2] اندازه‌گیری شده است. در این بخش، پالایش جزء خمیر الیاف‌بلند (عبوریافته) به‌دست آمده از آزمون غربال‌کنی مطابق با استاندارد T 248 sp-00 آیین‌نامه تاپی صورت پذیرفت. براساس استاندارد نام‌برده، درجه روانی اولیه جزء الیاف‌بلند خمیر غربال شده از ۵۷۵CSF، پس از ٤۳۰۰ دور پالایش، به درجه روانی موردنظر ۳۰۰CSF رسید. تهیه کاغذهای دست‌ساز براساس استاندارد T 205 sp-02 آیین‌نامه تاپی بوده است. در جدول ۱ انواع کاغذهای دست‌ساز تهیه شده در این پژوهش ارایه گردیده است.

جدول ۱- دسته‌های مختلف کاغذهای دست‌ساز.

خمیرکاغذ ورودی: ۱۰۰ درصد	خمیرکاغذ الیاف‌بلند پالایش شده: ۱۰۰ درصد	خمیرکاغذ الیاف‌بلند پالایش شده: ۸۰ درصد خمیرکاغذ الیاف‌کوتاه: ۲۰ درصد	خمیرکاغذ الیاف‌بلند پالایش شده: ۷۰ درصد خمیرکاغذ الیاف‌کوتاه: ۳۰ درصد	خمیرکاغذ الیاف‌بلند پالایش شده: ٦۰ درصد خمیرکاغذ الیاف‌کوتاه: ٤۰ درصد	خمیرکاغذ الیاف‌بلند پالایش شده: ۵۰ درصد خمیرکاغذ الیاف‌کوتاه: ۵۰ درصد
Feed	RLF	RLFF=۸۰ درصد SFF=۲۰ درصد	RLFF=۷۰ درصد SFF=۳۰ درصد	RLFF=٦۰ درصد SFF=٤۰ درصد	RLFF=۵۰ درصد SFF=۵۰ درصد

1- Canadian Standard of Freeness
2- TAPPI

www.SID.ir

Archive of SID

در مرحله نهایی، تعیین مقاومت به ترکیدگی، مقاومت به پارگی، مقاومت به کشش و حجیمی کاغذ براساس استاندارد PAPTAC D.12، وزن پایه براساس استاندارد T 410 om-98 آزمون تاپی، آزمون صافی Sheffield براساس استاندارد T 547 om-02 آزمون تاپی، آزمون مقاومت به لهشدگی در حالت حلقه با استاندارد T 822 om-02 آزمون تاپی و آزمون فشردگی STFI[1] براساس استاندارد T 826 om-04 آزمون تاپی انجام شده است. نتایج بهدست آمده از آزمونهای فیزیکی و مکانیکی کاغذ با نرمافزار spss و با استفاده از تجزیه واریانس و آزمون دانکن مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتایج و بحث

نسبت وزنی گروه خمیر الیافبلند (الیاف بلندتر از ۲ میلیمتر) به گروه خمیر الیافکوتاه (الیاف کوتاهتر از ۲ میلیمتر) در این آزمون برابر با ۳/۱ بوده که از تقسیم درصد خشکی خمیر پسماند بر خمیر عبور کرده بهدست آمده است. درجه روانی جزء خمیر الیافبلند و جزء خمیر الیافکوتاه در این آزمون بهترتیب ۵۷۵CSF و ۵۰CSF بوده است.

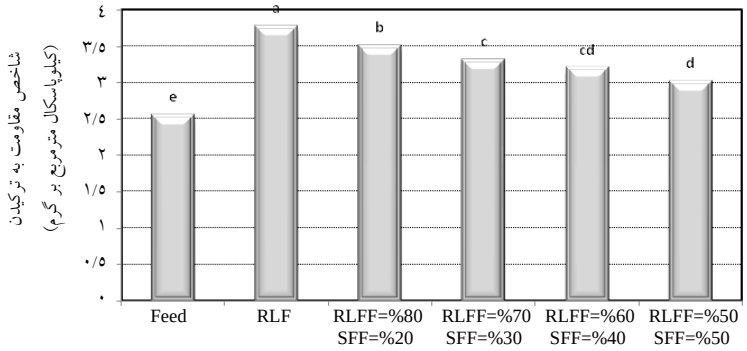
پس از پالایش گروه الیافبلند بهدست آمده از عملیات غربالکنی، درجه روانی خمیر از ۵۲۰CSF به ۳۰۰CSF رسید. پس از ساخت کاغذهای دستساز براساس نسبتهای وزنی ارایه شده در جدول ۱، آزمونهای مقاومت به ترکیدن، مقاومت به پارگی، مقاومت کششی، حداکثر تغییر طول نسبی، جذب انرژی کششی، مقاومت به له شدن در حالت حلقه، فشردگی STFI و آزمون صافی Sheffield انجام شدند.

شاخص مقاومت به ترکیدن: با مشاهده شکل ۱ درمییابیم که در مقایسه نخست، مقاومت به ترکیدن کاغذ بهدست آمده از خمیر الیافبلند پالایش شده از کاغذ ساخته شده از خمیر ورودی به شکل معنیدار و بهمیزان قابلتوجهی بیشتر است. پالایش بیشتر خمیر الیافبلند و بالا رفتن پتانسیل پیوندیابی این خمیر در اثر فیبریله شدن الیاف خمیر را میتوان دلیل این اختلاف دانست. همانطور که قابل پیشبینی بوده، با افزایش نسبت خمیر الیافکوتاه در کاغذ بهدست آمده از خمیرهای بازترکیبی، مقاومت به ترکیدن بهطور تدریجی و با یک روند منظم کاهش معنیداری از خود نشان داده است. کاهش نسبت الیافبلند به الیافکوتاه، با تأثیر منفی بر مقاومت شبکه الیاف در ساختار کاغذ، باعث کاهش مقاومتها میشود. نکته مهم این است که حتی با افزودن ۵۰ درصد خمیر الیافکوتاه به خمیر الیافبلند پالایش شده، مقاومت به ترکیدن این کاغذ از کاغذ بهدست آمده از خمیر ورودی به شکل معنیداری بیشتر بوده است.

1- Swedish Test Fiber Institute

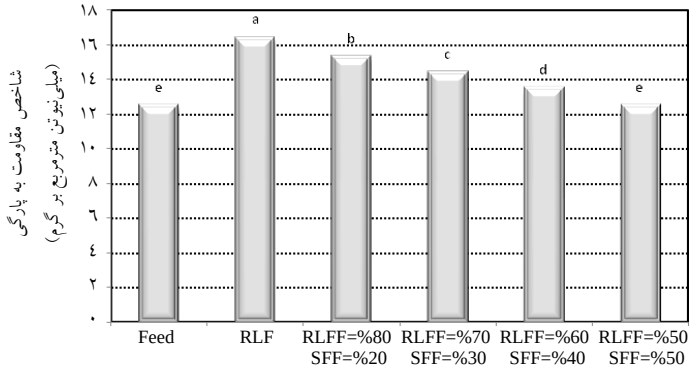
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- گروه‌بندی دانکن مقادیر میانگین شاخص مقاومت به ترکیدن کاغذهای دست‌ساز.

شاخص مقاومت به پارگی: همان‌طورکه در شکل ۲ می‌بینیم، همانند مقاومت به ترکیدن، در مقام مقایسه درمی‌یابیم که مقاومت به پارگی کاغذ به‌دست آمده از خمیر الیاف‌بلند پالایش شده به‌طور معنی‌داری از مقاومت کاغذ ساخته شده از خمیر ورودی بیش‌تر است. این پدیده را این‌طور می‌توان توجیه نمود که خمیر الیاف‌بلند از درجه روانی بالایی (۵۷۰CSF) برخوردار بوده است و پس از پالایش تا درجه روانی ۳۰۰CSF، با افزایش پتانسیل پیوندیابی در نتیجه فیبریلاسیون بیش‌تر، افزایش مقاومت به پارگی را از خود نشان داده است. از سوی دیگر، حذف عملیات پالایش جزء الیاف‌کوتاه خمیر و در نتیجه حفظ مقاومت‌های ذاتی مجموعه الیاف خمیرکاغذ نیز در توسعه این مقاومت مؤثر بوده است. افزایش میزان مقاومت به پارگی خمیر الیاف‌بلند پس از عمل پالایش به‌حدی بوده است که حتی با وجود کاهش معنی‌دار این مقاومت در قبال افزودن خمیر الیاف‌کوتاه، کاغذ به‌دست آمده از خمیر بازترکیبی با نسبت خمیر الیاف‌کوتاه تا سقف ٤٠ درصد دارای مقاومتی بیش‌تر از کاغذ به‌دست آمده از خمیر ورودی بوده است.

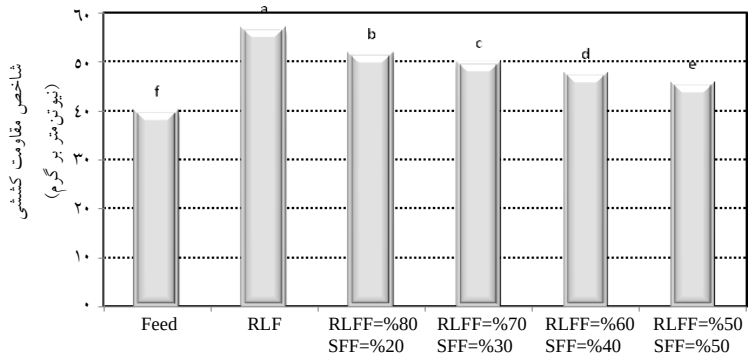


شکل ۲- گروه‌بندی دانکن مقادیر میانگین شاخص مقاومت به پارگی کاغذهای دست‌ساز.

www.SID.ir

Archive of SID

شاخص مقاومت کششی: مقاومت کششی به‌طور مستقیم نمایانگر دوام و چگونگی کارکرد نهایی کاغذهایی چون کاغذ بسته‌بندی، کاغذ کیسه و کاغذ چاپ می‌باشد (افرا، ۲۰۰۵). با مشاهده شکل ۳ نتیجه‌گیری می‌شود که مانند روند مشاهده شده در دو مقاومت قبلی، شاخص مقاومت کششی کاغذ به‌دست آمده از خمیر الیاف‌بلند پالایش شده به‌میزان قابل‌توجهی و به شکل معنی‌داری از شاخص مقاومت کششی کاغذ به‌دست آمده از خمیر ورودی بیش‌تر است. دو دلیل عمده این اختلاف را می‌توان به‌وجود الیاف‌بلند بیش‌تر از یک‌سو و پالایش مناسب این خمیر و در نتیجه، فیبریله شدن بیش‌تر جداره الیاف دانست. براساس مشاهده‌های این پژوهش، با افزودن تا ۵۰ درصد خمیر الیاف‌کوتاه به خمیر الیاف‌بلند پالایش شده، شاخص مقاومت کششی کاغذ به‌دست آمده با اختلاف زیاد و به شکل معنی‌دار، از شاخص مقاومت کششی کاغذ به‌دست آمده از خمیر ورودی بیش‌تر می‌باشد. با افزودن خمیر الیاف‌کوتاه از ۵۰–۲۰ درصد، مقاومت کششی روند کاهشی معنی‌داری را از خود نشان داده است که به‌طور مسلم به حضور الیاف‌کوتاه بیش‌تر در خمیر مرتبط می‌گردد.

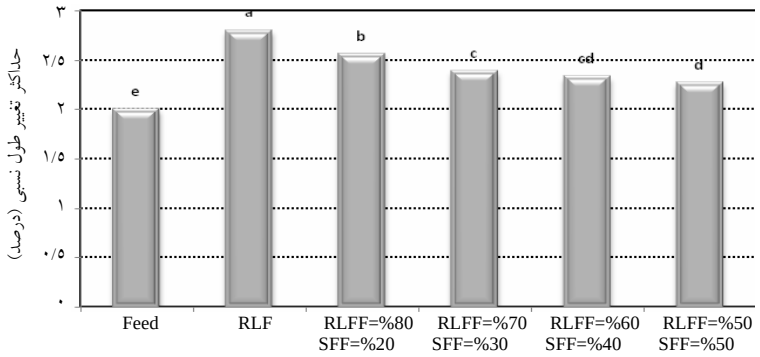


شکل ۳- گروه‌بندی دانکن مقادیر میانگین شاخص مقاومت کششی کاغذهای دست‌ساز.

حداکثر تغییر طول نسبی: همان‌طورکه از شکل ٤ برمی‌آید، درصد کشیدگی خمیر الیاف‌بلند پالایش شده از خمیر ورودی دارای تفاوت بارز و معنی‌داری بوده و بیش‌تر است، ولی با افزایش خمیر الیاف‌کوتاه تا ۵۰ درصد، این میزان به شکل معنی‌داری کاهش می‌یابد. کاغذهای ترکیبی تا کاغذ به‌دست آمده از خمیر مرکب از ۵۰ درصد الیاف‌بلند پالایش شده و ۵۰ درصد خمیر الیاف‌کوتاه دارای درصد کشیدگی بیش‌تر از خمیر ورودی می‌باشد و این اختلاف نیز از نظر آماری معنی‌دار بوده است، هم‌سو با آزمون‌های قبلی، انجام عملیات جزءجزءسازی و پالایش الیاف‌بلند موجب بهبود این مشخصه کاغذ می‌گردد.

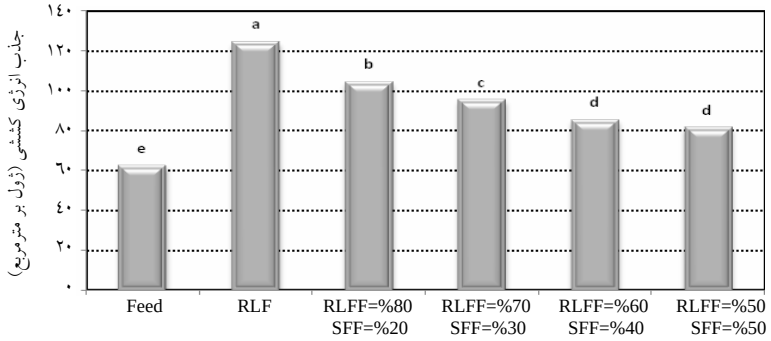
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ٤- گروه‌بندی دانکن مقادیر میانگین حداکثر تغییر طول نسبی کاغذهای دست‌ساز.

جذب انرژی کششی (TEA)[1]: همان‌طورکه در شکل ۵ مشاهده می‌گردد میزان جذب انرژی کششی کاغذ به‌دست آمده از خمیر الیاف‌بلند پالایش شده، بسیار بیش‌تر از کاغذ به‌دست آمده از خمیر ورودی می‌باشد و حتی با افزودن ۵۰ درصد خمیر الیاف‌کوتاه به خمیر الیاف‌بلند پالایش شده، میزان جذب انرژی کششی خیلی بیش‌تر از کاغذ به‌دست آمده از خمیر ورودی است. میزان جذب انرژی کششی و درصد کشیدگی کاغذ از خواص مهم کاغذهای در معرض تنش‌های ناگهانی مانند کاغذهای بسته‌بندی می‌باشد. برتری این ویژگی‌ها در کاغذهای به‌دست آمده از خمیر کاغذهای بازترکیبی را می‌توان به افزایش سطح پیوند در کنار حفظ میانگین طول الیاف در نتیجه پالایش مجزای بخش الیاف‌بلند خمیرکاغذ دانست. پس، عمل غربال‌کنی و پالایش جزء الیاف‌بلند را می‌توان یک فرآیند بسیار مناسب در افزایش توان جذب انرژی کششی کاغذ و ارتقاء نیازهای کاربردی آن در این زمینه تلقی نمود.



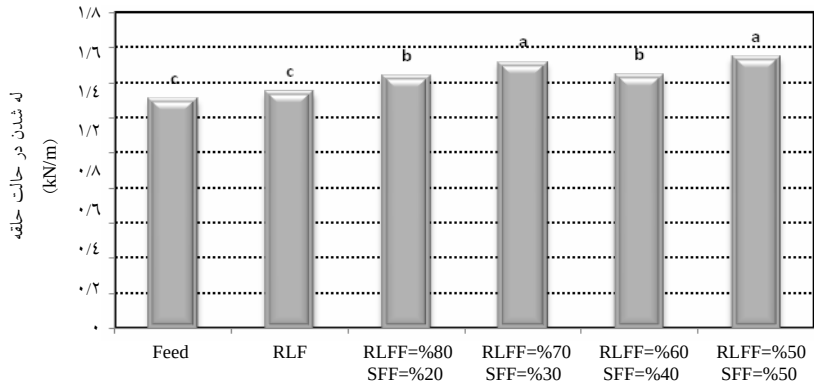
شکل ۵- گروه‌بندی دانکن مقادیر میانگین جذب انرژی کششی کاغذهای دست‌ساز.

1- Tensile Energy Absorption

www.SID.ir

Archive of SID

- **مقاومت به له شدن در حالت حلقه:** براساس شکل ٦، میزان مقاومت به له شدن در حالت حلقه کاغذ به‌دست آمده از خمیر الیاف‌بلند پالایش شده از خمیر ورودی اندکی بیش‌تر است، که البته این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار نمی‌باشد. با افزایش خمیر الیاف‌کوتاه تا ٥٠ درصد مقاومت موردنظر نیز به‌تدریج افزایش می‌یابد که می‌توان آن را نیز به حضور خرده‌های لیفی و در نتیجه، افزایش دانسیته و سفتی کاغذ و افزایش پیوندهای بین فیبری نسبت داد. در واقع پس از پالایش جزء الیاف‌بلند و بازترکیب آن با جزء الیاف‌کوتاه، بهبود ویژگی‌های لیفی در نتیجه عمل پالایش توأم با افزایش تراکم کاغذ در نتیجه تلفیق با جزء الیاف‌کوتاه موجب افزایش سفتی کاغذ و بهبود مقاومت به لهیدگی آن می‌شود.



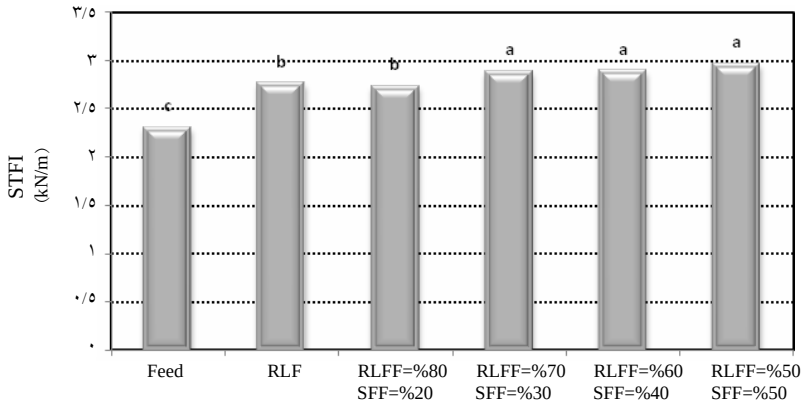
شکل ٦- گروه‌بندی دانکن مقادیر میانگین مقاومت به له شدن در حالت حلقه کاغذهای دست‌ساز.

- **آزمون فشردگی S T F I**[1]: آزمون STFI به‌منظور تعیین مقاومت به فشردگی لبه مقوای لاینر و لایه مواج میانی تعبیه گردیده است. آزمون مقاومت به فشردگی کوتاه فاصله تعبیه گردید تا بتوان نمونه کاغذ را قبل از تاب برداشتن، له نمود و مقاومت در برابر این تنش را اندازه‌گیری نمود. روند تغییرات نتایج داده‌های این مقاومت همانند آزمون مقاومت به له شدن در حالت حلقه می‌باشد (شکل ٧). بنابراین با انجام عملیات جزءجزءسازی و بازترکیب خمیر الیاف‌بلند پالایش شده و خمیر الیاف‌کوتاه می‌توان در این متغیر مقاومتی نیز به بهبود دست یافت.

1- Short Span Compression

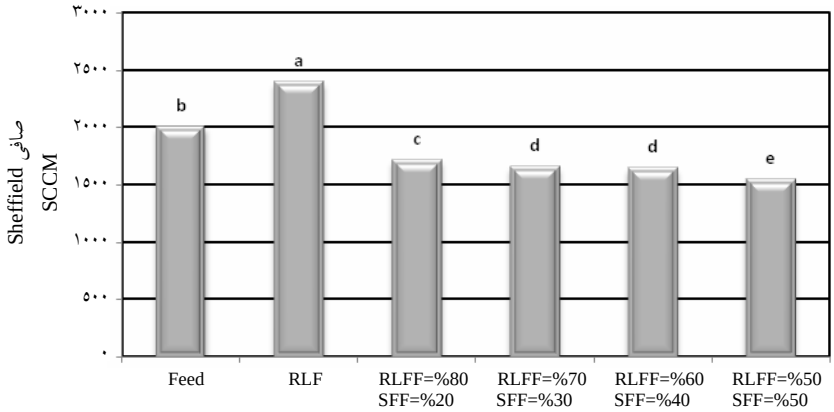
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۷- گروه‌بندی دانکن مقادیر میانگین STFI کاغذهای دست‌ساز.

- **آزمون صافی Sheffield**: مکانیسم و نتایج این آزمون به گونه‌ای است که مقادیر کم‌تر، معرف صافی بیش‌تر سطح کاغذ می‌باشد. با مطالعه مقادیر صافی کاغذهای دست‌ساز به‌دست آمده در شکل ۸ در می‌یابیم که نتایج با آن‌چه پیش‌بینی شده است سازگار است. همان‌طورکه از شکل ۸ برمی‌آید مقدار صافی کاغذ به‌دست آمده از خمیر ورودی از کاغذ به‌دست آمده از خمیر الیاف‌بلند پالایش شده به شکل معنی‌داری بیش‌تر است، چرا که دارای درصد نرمه الیاف بیش‌تری می‌باشد. با افزودن خمیر الیاف‌کوتاه به خمیر الیاف‌بلند پالایش شده تا ۵۰ درصد میزان صافی کاغذ با روندی منظم افزایش می‌یابد.



شکل ۸- گروه‌بندی دانکن مقادیر میانگین صافی کاغذهای دست‌ساز.

www.SID.ir

Archive of SID

همان‌طورکه از نتایج این پژوهش برمی‌آید، تمام مشخصه‌های مقاومتی کاغذهای به‌دست آمده از خمیرهای الیاف‌بلند پالایش شده و همین‌طور خمیرهای بازترکیبی بیش‌تر از کاغذ به‌دست آمده از خمیر ورودی بوده است. این در حالی است که در پژوهش‌های قبلی در این زمینه، یا موفقیتی در دست‌یابی به ویژگی‌های مقاومتی مطلوب‌تر کسب نگردیده و یا موفقیت‌های به‌دست آمده چشم‌گیر نبوده است. هدف فرایند جزءجزءسازی، تفکیک مناسب الیاف‌کوتاه از الیاف‌بلند به‌منظور دست‌یابی به خمیرکاغذ با میانگین طول الیاف بلندتر و با قابلیت پالایش‌پذیری بیش‌تر از یک‌سو و حذف عمل پالایش جزء الیاف‌کوتاه و در نتیجه، جلوگیری از کوتاه‌تر شدن طول الیاف‌کوتاه و حفظ بیش‌تر مقاومت‌های ذاتی این دسته از الیاف بوده است. در این پژوهش جزءجزءسازی به‌وسیله غربال فشاری و براساس مدل اصلاح‌شده نسبت عبور الیاف و استفاده از رابطه مکانیکی کارآیی جزءجزءسازی اولسون صورت پذیرفت. هم‌سو با پیش‌فرض پژوهش با دست‌یابی به یک تفکیک کاملاً مؤثر الیاف‌بلند از الیاف‌کوتاه از یک‌سو و به‌دست آوردن مشخصه‌های مقاومتی بهبودیافته، تأییدی بر کارایی دقیق این مدل در جزءجزءسازی خمیرکاغذ OCC و دست‌یابی به نتایج موردنظر این عملیات ارزشمند می‌باشد.

منابع

1.Afra, E. 2005. Paper Properties, An Introduction. Aeizh Press, Tehran, Iran, 338p. (Translaed In Persian)

2.Afra, E., Resalti, H., Olson, J. and Pourtahmasi, K. 2008. Modification of Fiber Passage Ratio Model in Order to Assess OCC Pulp Fiber Length Fractionation Using Pressure Screen. APPITA J. Underprint.

3.Kaminski, D.F. 1997. Best Practices in Fractionation among US Recycled OCC Mills. In Proceeding of Recycling Symposium, TAPPI, Pp: 483-492.

4.Mirshokraei, S.A. 2001. Guid to Waste Paper. Aeizh Press, Tehran, Iran, 140p. (Translaed In Persian)

5.Musselmann, W. 1993. Fraction of Fibrous Stock. Secondary Fiber Recycling, TAPPI Press, P 322-325. Atlanta, USA.

6.Nazhad, M.M. and Awadel-Karim, S. 1999. Limitation of Fractionation on Upgrading OCC Pulp. International Paper Physics Coference Proceeding, 191p.

7.Nazhad, M.M. and Sodtivarakul, S. 2004. OCC pulp fractionation-A Copararative Study of Fractionated and Unfractionated Stock. Tappi J. 3: 1.

8.OLSON, J. 2000. Fiber Length Fractionation Caused by Pulp Screening, Smooth-Hole Screen Plate, J. Pulp and Paper Sci. 26: 1. 12-16.

9.Pekkarin, T. 1985. Frractionation of OCC Waste Paper with a Pressure Screen. In Pulping Conference, TAPPI Press, Tampere, Finland, Pp: 37-39.

www.SID.ir

Archive of SID

10.Solane, C.M. and Weinberg, G.R. 2001. Product Development & Process Options for Secondary Fiber Liners. 55th Appita Annual Conference. Hobart, Australia, 501p.
11.Wakelin, R.F. and Corsen, S.R. 1998. Reject Thickening Behavior of TMP Screening, Pulp Paper Can. 99: 1. 27.
12.Westernhouse, J.F. and Liang, Y.X. 1995. Importance the Fines Performance of Introduction Recycled Pulps. In Proceeding of Recycling Symposium, TAPPI Press, Atlanta, USA, Pp: 103-108.

www.SID.ir

Archive of SID

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 18(2), 2011
www.gau.ac.ir/journals

Effect of OCC Pulp Fractionation on Paper Properties

***E. Afra[1] and H. Resalati[2]**

[1]Assistant Prof., Dept. of Wood and Paper Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [2]Associate Prof., Dept. of Wood and Paper Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
Received: 2009/07/29; Accepted: 2010/01/23

Abstract

This study sougth to the effect of OCC pulp fractionation on produced paper strength properties improvement. Using a pressure screen, OCC pulp was devided to tow distinct fractions of accept ratio (short fibers) and reject ratio (long fibers) in accordance with optimum condition of fractionation based on the previous studies. In the next stage, long fiber stream was refined and recombined with short fiber stream based on different ratios. Then, hansheets were made of notified recombined pulp, inlet OCC pulp and refined long fiber pulp samples. The results of physical and mechanical tests showed that by increasing short fiber ratio up to 50%, strength properties of produced paper were higher than those of inlet OCC pulp. This indicates the positive effect of fractionation on increasing pulp refining potential and paper strength properties improvement. On the other hand, by not refining 50% of the inlet OCC pulp (short fiber stream), operation capacity of refining process and refining energy consumption increases and decreases, respectively.

Keywords: Screening, Mechanical strength, OCC pulp

* Corresponding Author; Email: afraelyas@yahoo.com

www.SID.ir