



دانشگاه گورگان، دانشکده منابع طبیعی گورگان

مجله پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل

جلد هجدهم، شماره دوم، ۱۳۹۰

www.gau.ac.ir/journals

اثر جزء‌سازي بر خواص کاغذ به‌دست آمده از خمير کاغذ OCC بازيابي شده

*الياس افرا^۱ و حسين رسالتي^۲

^۱استاديار گروه علوم و صنايع چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزي و منابع طبيعي گرگان،

^۲دانشيار گروه علوم و صنايع چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزي و منابع طبيعي گرگان

تاريخ دريافت: ۸۸/۵/۷؛ تاريخ پذيرش: ۸۸/۱۱/۳

چکیده

در اين پژوهش به بررسي اثر جزء‌سازي خميرکاغذ OCC بر بهبود ويژگي‌هاي مقاومتي کاغذ به‌دست آمده پرداخته شده است. خميرکاغذ OCC به‌وسيله يک غريال فشاري و تحت شرايط عملياتي بهينه کارآيي جزء‌سازي براساس مطالعات قبلي، به دو جزء خميرکاغذ عبورپافته (خمير الياف‌کوتاه) و خميرکاغذ وازده غريال (خمير الياف‌بلند) تفکيک گرديد. سپس جزء الياف‌بلند خميرکاغذ پالايش و با نسبت‌هاي مختلف با جزء الياف‌کوتاه آن بازترکيب شده و از خميرکاغذ با نسبت‌هاي ترکيبي مختلف، خميرکاغذ ورودی اوليه و خميرکاغذ خالص الياف‌بلند پالايش شده نمونه‌هاي کاغذ دست‌ساز تهيه گرديد. نتايج به‌دست آمده از آزمون‌هاي فزيکي و مقاومتي نشان داد که با افزودن تا ۵۰ درصد خميرکاغذ الياف‌کوتاه به خميرکاغذ الياف‌بلند پالايش شده، مقاومت‌هاي مکانیکی کاغذهاي به‌دست آمده از خميرهاي کاغذ بازترکيبي از مقاومت‌هاي خميرکاغذ OCC اوليه بيش‌تر خواهد شد. اين واقعيت بيانگر اثر مثبت عمل جزء‌سازي در افزايش قابليت پالايش‌پذيري خميرکاغذ و بهبود مشخصه‌هاي مقاومتي کاغذ می‌باشد. از طرفي با حذف ۵۰ درصد از خميرکاغذ اوليه (خميرکاغذ الياف‌کوتاه) از دور پالايش، ظرفيت عملياتي فرايند پالايش در واحد زمان افزايش قابل‌ملاحظه و انرژی مصرفی پالايش نيز کاهش قابل‌ملاحظه‌ای خواهد يافت.

واژه‌هاي کلیدی: غريال‌سازي، مقاومت‌هاي مکانیکی، خميرکاغذ OCC

*مسئول مکاتبه: afraelyas@yahoo.com

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)^۱ 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 تست‌لاینز، لایه میانی کنگره‌ای و کاغذهای بسته‌بندی (مثل ساک کاغذی...) مورد استفاده قرار می‌گیرد (میرشکاری، 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 صورتی که 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، جزء‌سازای خمیرکاغذ OCC با غربال فشاری به دو جزء الیاف‌بلند (جزء پسماند غربال) و خمیرکاغذ الیاف‌کوتاه (خمیرکاغذ عبور یافته 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، باز ترکیب 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 جزء‌سازای

1- Old Corrugated Container

خمیر کاغذ، کاغذ بازیافتی در دست‌یابی به مشخصه‌های مقاومتی و درجه روانی بالاتر کاغذهای به‌دست آمده از خمیر کاغذهای بازترکیبی در مقایسه با خمیر کاغذ OCC اولیه به موفقیت‌هایی دست یافت. در این پژوهش نتایج مبنی بر صرفه‌جویی در مصرف انرژی نیز ارائه گردیده است. مشاهده‌های نژاد و اودل-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 خمیر کاغذ OCC اولیه کم‌تر بوده است. در پژوهش دیگری که توسط نژاد و سودتیواراکل (۲۰۰۴) انجام شد، نتایج، گواه بر موفقیت در دست‌یابی به صرفه‌جویی در انرژی مصرفی بخش پالایش بوده است. در عین‌حال، ویژگی‌های مقاومتی خمیر کاغذ OCC پالایش شده از خمیر کاغذهای بازترکیبی کم‌تر بوده است. هدف این پژوهش استفاده از شرایط بهینه جزء‌سازي به‌دست آمده در پژوهش‌های قبلی (افرا و همکاران، ۲۰۰۸) به‌منظور دست‌یابی به کارایی بیش‌تر تفکیک جزء الیاف‌کوتاه از جزء الیاف‌بلند خمیر کاغذ به‌منظور افزایش قابلیت پالایش‌پذیری جزء الیاف‌بلند خمیر کاغذ و در نتیجه، صرفه‌جویی در مصرف انرژی پالایش و دست‌یابی به مقاومت‌های مکانیکی کاغذهای به‌دست آمده از خمیر کاغذهای بازترکیبی در قیاس با خمیر کاغذ ورودی (خمیر کاغذ OCC اولیه) می‌باشد.

مواد و روش‌ها

خمیر مورد استفاده در این بررسی از نوع خمیر OCC (کارتن کنگره‌ای کهنه) بوده است. به‌منظور عملیات جزء‌سازي خمیر کاغذ 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 جزء‌سازي 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 جزء‌سازي غربالی خمیر کاغذ OCC در پایین‌ترین مقادیر نسبت حجمی پس‌ماند غربال ($R_v=0/3$) و بالاترین مقادیر سرعت جریان خمیر کاغذ از منافذ غربال ($V_s=0/6$ متر بر ثانیه) قابل دست‌یابی می‌باشد. بنابراین شرایط آزمون 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

و بدون ایجاد انسداد و جریان‌های گردابی (رفت و برگشتی) تعیین شده است. به این ترتیب که در مقادیر V_S بیش‌تر از ۰/۶ 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 خمیر کاغذ را از منافذ غربال نخواهیم داشت. درجه روانی خمیر OCC، CSF، 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 خمیر کاغذ ورودی، عبور کرده و پس‌ماند یک نمونه ۲۰ لیتری جدا گردید. پس از عملیات جزء‌سازی طولی ایاف خمیر با عمل غربال‌کنی و کدگذاری هر یک از نمونه‌های خمیر کاغذ ورودی، عبور کرده 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^۲ اندازه‌گیری شده است. در این بخش، پالایش جزء خمیر ایاف‌بلند (عبور یافته) به‌دست آمده از آزمون غربال‌کنی مطابق با استاندارد T 248 sp-00 آیین‌نامه تاپی صورت پذیرفت. براساس استاندارد نام‌برده، درجه روانی اولیه جزء ایاف‌بلند خمیر غربال شده از CSF ۵۷۵، پس از ۴۳۰۰ دور پالایش، به درجه روانی موردنظر CSF ۳۰۰ 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 ارائه گردیده است.

جدول ۱- دسته‌های مختلف کاغذهای دست‌ساز.

خمیر کاغذ	خمیر کاغذ ایاف‌بلند	خمیر کاغذ ایاف‌بلند	خمیر کاغذ ایاف‌بلند	خمیر کاغذ ایاف‌بلند	خمیر کاغذ ایاف‌بلند
ورودی:	پالایش شده: ۸۰	پالایش شده: ۷۰ درصد	پالایش شده: ۶۰ درصد	پالایش شده: ۵۰	پالایش شده: ۵۰
۱۰۰ درصد	۱۰۰ درصد	۳۰ درصد	۴۰ درصد	۵۰ درصد	۵۰ درصد
Feed	RLF	RLFF=۸۰ درصد	RLFF=۷۰ درصد	RLFF=۶۰ درصد	RLFF=۵۰ درصد
		SFF=۲۰ درصد	SFF=۳۰ درصد	SFF=۴۰ درصد	SFF=۵۰ درصد

1- Canadian Standard of Freeness

2- TAPPI

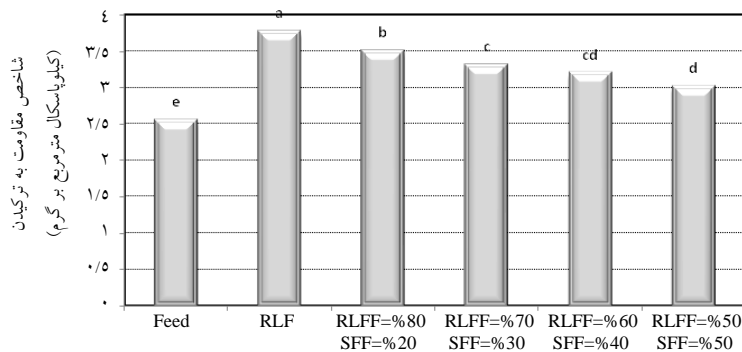
در مرحله نهایی، تعیین مقاومت به ترکیدگی، مقاومت به پارگی، مقاومت به کشش و حجمی کاغذ براساس استاندارد PAPTAC D.12، وزن پایه براساس استاندارد T 410 om-98 آزمون تاپی، آزمون صافی Sheffield براساس استاندارد T 547 om-02 آزمون تاپی، آزمون مقاومت به له‌شدگی در حالت حلقه با استاندارد T 822 om-02 آزمون تاپی و آزمون فشردگی STFI¹ 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 به ترتیب ۵۷۵CSF و ۵۰CSF بوده است.

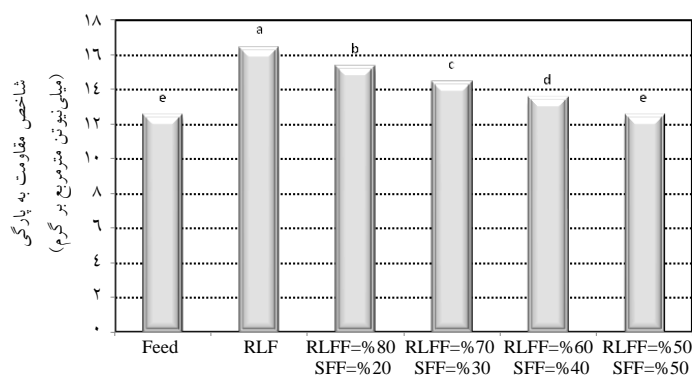
پس از پالایش گروه الیاف‌بلند به‌دست آمده از عملیات غربال‌کنی، درجه روانی خمیر از ۵۲۰CSF به ۳۰۰CSF رسید. پس از ساخت کاغذهای دست‌ساز براساس نسبت‌های وزنی ارایه شده در جدول ۱، آزمون‌های مقاومت به ترکیدن، مقاومت به پارگی، مقاومت کششی، حداکثر تغییر طول نسبی، جذب انرژی کششی، مقاومت به له شدن در حالت حلقه، 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 قابل توجهی بیش‌تر است. پالایش بیش‌تر خمیر الیاف‌بلند و بالا رفتن پتانسیل پیوندیابی این خمیر در اثر فیبرپله 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.



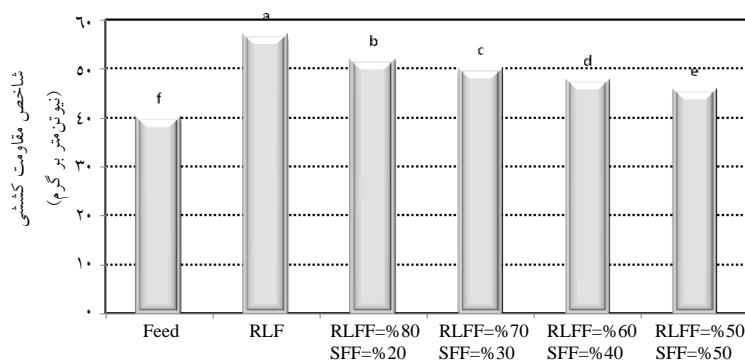
شکل ۱- گروه‌بندی دانکن مقادیر میانگین شاخص مقاومت به تراکین کاغذهای دست‌ساز.

شاخص مقاومت به پارگی: همان‌طور که در شکل ۲ می‌بینیم، همانند مقاومت به تراکین، 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 (۵۷۰ CSF) برخوردار بوده است و پس از پالایش تا درجه روانی ۳۰۰ CSF، 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 خمیر کاغذ 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 ۴۰ درصد دارای مقاومتی بیش‌تر از کاغذ به‌دست آمده از خمیر ورودی بوده است.



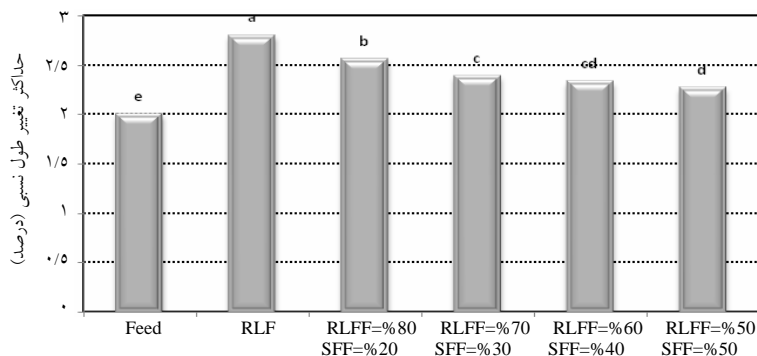
شکل ۲- گروه‌بندی دانکن مقادیر میانگین شاخص مقاومت به پارگی کاغذهای دست‌ساز.

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 ۲۰-۵۰ درصد، مقاومت کششی روند کاهشی معنی‌داری را از خود نشان داده است که به‌طور مسلم به حضور الیاف‌کوتاه بیشتر در خمیر مرتبط می‌گردد.



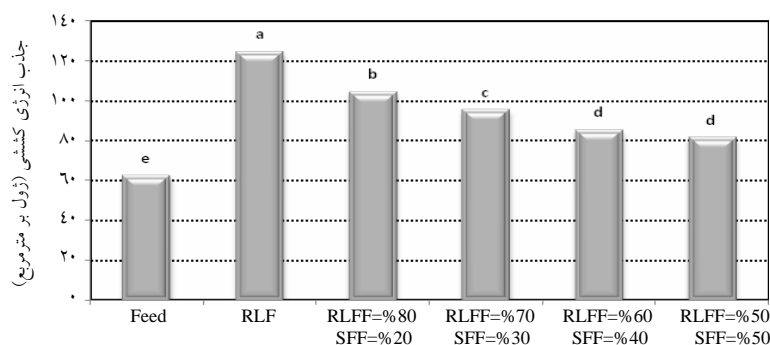
شکل ۳- گروه‌بندی دانکن مقادیر میانگین شاخص مقاومت کششی کاغذهای دست‌ساز.

حداکثر تغییر طول نسبی: همان‌طور که از شکل ۴ 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 جزء‌ساز و پالایش الیاف‌بلند موجب بهبود این مشخصه کاغذ می‌گردد.



شکل ۴- گروه‌بندی دانکن مقادیر میانگین حداکثر تغییر طول نسبی کاغذهای دست‌ساز.

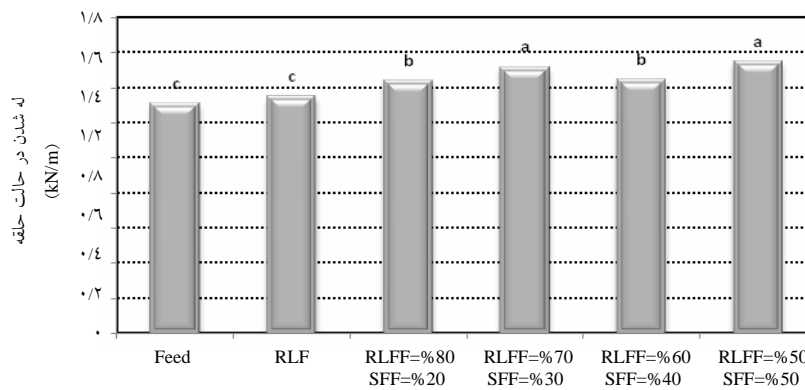
جذب انرژی کششی (TEA): همان‌طور که در شکل ۵ مشاهده می‌گردد میزان جذب انرژی کششی کاغذ به‌دست آمده از خمیر الیاف‌بلند پالایش شده، بسیار بیش‌تر از کاغذ به‌دست آمده از خمیر ورودی می‌باشد و حتی با افزودن ۵۰ درصد خمیر الیاف‌کوتاه به خمیر الیاف‌بلند پالایش شده، میزان جذب انرژی کششی خیلی بیش‌تر از کاغذ به‌دست 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 خمیر کاغذ 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

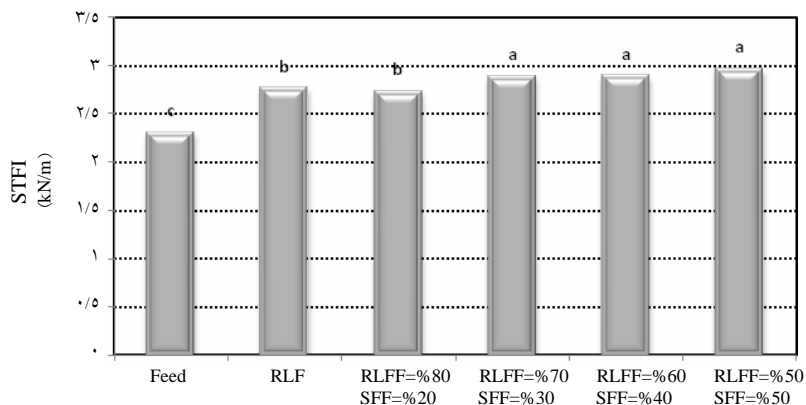
- مقاومت به له شدن در حالت حلقه: براساس شکل ۶، میزان مقاومت به له شدن در حالت حلقه کاغذ به دست آمده از خمیر الیاف بلند پالایش شده از خمیر ورودی اندکی بیش تر است، که البته این اختلاف از نظر آماری معنی دار نمی باشد. با افزایش خمیر الیاف کوتاه تا ۵۰ درصد مقاومت مورد نظر نیز به تدریج افزایش می یابد که می توان آن را نیز به حضور خرده های لیفی و در نتیجه، افزایش دانسیته و سفتی کاغذ و افزایش پیوندهای بین فیبری نسبت داد. در واقع پس از پالایش جزء الیاف بلند و بازترکیب آن با جزء الیاف کوتاه، بهبود ویژگی های لیفی در نتیجه عمل پالایش توأم با افزایش تراکم کاغذ در نتیجه تلفیق با جزء الیاف کوتاه موجب افزایش سفتی کاغذ و بهبود مقاومت به لهیدگی آن می شود.



شکل ۶- گروه بندی دانکن مقادیر میانگین مقاومت به له شدن در حالت حلقه کاغذهای دست ساز.

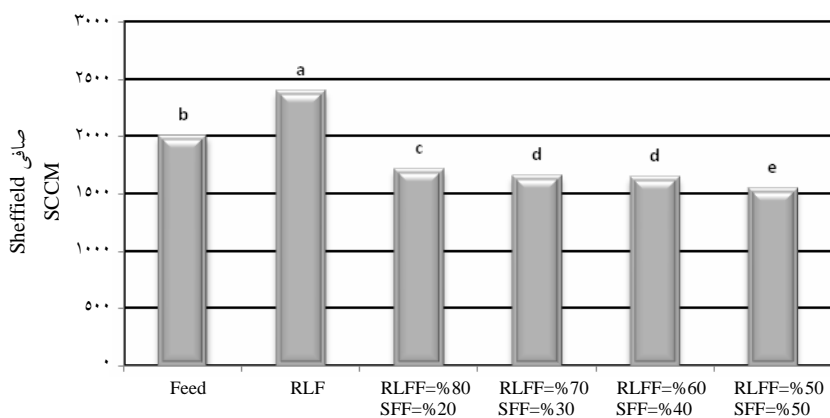
- آزمون فشردگی STFI: آزمون STFI به منظور تعیین مقاومت به فشردگی لبه مقوای لاینر و لایه موج میانی تعبیه گردیده است. آزمون مقاومت به فشردگی کوتاه فاصله تعبیه گردید تا بتوان نمونه کاغذ را قبل از تاب برداشتن، له نمود و مقاومت در برابر این تنش را اندازه گیری نمود. روند تغییرات نتایج داده های این مقاومت همانند آزمون مقاومت به له شدن در حالت حلقه می باشد (شکل ۷). بنابراین با انجام عملیات جزء جزء سازی و بازترکیب خمیر الیاف بلند پالایش شده و خمیر الیاف کوتاه می توان در این متغیر مقاومتی نیز به بهبود دست یافت.

1- Short Span Compression



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. همان‌طور که 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.

همان‌طور که 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 جزء‌سازي، 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 جزء‌سازي به‌وسیله غربال فشاری و براساس مدل اصلاح‌شده نسبت عبور الیاف و استفاده از رابطه مکانیکی کارآیی جزء‌سازي 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 جزء‌سازي 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 Sotdivarakul, 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. Ffractionation of OCC Waste Paper with a Pressure Screen. In Pulping Conference, TAPPI Press, Tampere, Finland, Pp: 37-39.

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.



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. Afra¹ and H. Resalati²**

¹Assistant Prof., Dept. of Wood and Paper Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, ²Associate 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 sought to the effect of OCC pulp fractionation on produced paper strength properties improvement. Using a pressure screen, OCC pulp was divided to two 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, handsheets 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

