مجله پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل
جلد نوزدهم، شماره اول، ۱۳۹۱
http://jwsc.gau.ac.ir

ارزیابی معایب ساختاری الیاف خمیر OCC طی فرایند جزءجزءسازی با غربال‌سازی فشاری

الیاس افرا*
استادیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
تاریخ دریافت: ۸۹/٤/۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۲/۱۸

چکیده

در این پژوهش به بررسی چگونگی تأثیر عملکرد غربال فشاری (با هدف جزءجزءسازی) خمیر کارتن کنگره‌ای کهنه بر برخی معایب ساختاری متداول الیاف خمیر، مانند شاخص خمیدگی و شاخص پیچش پرداخته شده است. پارامترهای عملیاتی مورد بررسی دستگاه غربال، سرعت جریان خمیر از منافذ غربال و نسبت حجمی پسماند غربال بوده و در مجموع ۸ آزمون برای این پژوهش صورت پذیرفت. مقادیر شاخص خمیدگی، شاخص پیچش و زاویه پیچش کل برای نمونه‌های خمیر عبوریافته و خمیر پسماند همه آزمون‌ها و همچنین مقادیر شاخص‌های مربوط به خمیر OCC ورودی به‌وسیله دستگاه آنالیزگر کیفیت الیاف تعیین گردید. نتایج آزمون نشان می‌دهد که علمیات غربال‌سازی موجب افزایش معایب ساختاری الیاف خمیر گردیده است. در این راستا افزایش متغیر سرعت جریان خمیر از منافذ غربال موجب افزایش معایب ساختاری یاد شده، گردیده ولی افزایش نسبت حجمی پسماند غربال تأثیری در آن نداشته است. در این پژوهش، عملیات پالایش جزء الیاف‌بلند خمیر با هدف کاهش معایب ساختاری الیاف کاملاً موفقیت‌آمیز بوده است. از آن‌جا که براساس مطالعات انجام شده، عملیات پالایش به‌عنوان یک راه‌کار مناسب در افزایش فیبریلاسیون جزء الیاف‌بلند خمیرهای OCC معرفی گردیده، براساس نتایج این پژوهش می‌توان با اطمینان، این عملیات را جزیی الزامی در فراوش خمیر OCC معرفی نمود.

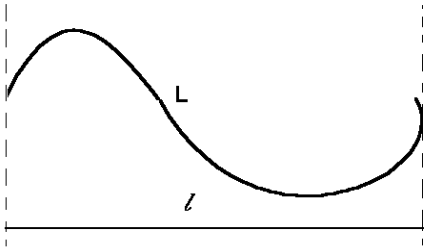
واژه‌های کلیدی: خمیر OCC، غربال‌سازی، ضریب خمیدگی، ضریب پیچش

* مسئول مکاتبه: elyasafra@yahoo.com

مقدمه

مقاومت ذاتی الیاف خمیر کاغذ و نبود شکل‌گیری یا تشدید معایب ساختاری در الیاف در طی فرایند تولید و یا بازیابی، تأثیر قابل‌توجهی در تولید خمیر و کاغذی با ویژگی‌های مقاومتی و ساختاری مناسب دارد. در همین راستا مطالعات انجام شده در گذشته نشان می‌دهد که خواص ساختاری و فیزیکی متداول الیاف خمیر و کاغذ (مانند طول الیاف و زبری آن) تأثیر قابل‌ملاحظه‌ای بر ویژگی‌های کاغذ به‌دست آمده دارند (ست، ۱۹۹۰؛ کرکس، ۱۹۹۵؛ رتولانن، ۱۹۹٦). از سوی دیگر همواره در الیاف خمیر کاغذ شاهد معایب و از شکل‌افتادگی ساختاری الیاف می‌باشیم. در مطالعات انجام شده در این زمینه، معایب الیاف با شکل‌های مختلف تغییر شکل ساختاری هم‌چون خمیدگی الیاف، پیچش الیاف و به‌هم‌ریختگی تعریف می‌گردد (ست، ۲۰۰۱؛ کلارک و الیس، ۱۹۹۷؛ پیلاوا، ۱۹۹۷). این معایب ساختاری برگرفته از تنش‌های رشد و یا تنش‌های فراوان اعمال شده به الیاف خمیر کاغذ در هر یک از مراحل تولید می‌باشد.

شاخص خمیدگی (CI)[1] از نسبت طول پیرامونی واقعی لیف (L یا فاصله دو انتهای لیف کاملاً کشیده شده) تقسیم بر طول ظاهری لیف (l یا فاصله دو انتهای لیف در سوسپانسیون خمیر کاغذ) منهای ۱ به‌دست می‌آید (شکل ۱). شاخص خمیدگی برای هر یک از الیاف موجود در خمیر به‌صورت جداگانه محاسبه می‌گردد. شاخص خمیدگی صفر بیانگر نبود خمیدگی در یک لیف می‌باشد (هارتلر، ۱۹۹۵).



شکل ۱- نحوه محاسبه شاخص خمیدگی: ۱ - (L/l)=CI (هارتلر، ۱۹۹۵).

شاخص پیچیدگی (KI)[2] عبارت است از تغییر ناگهانی در پیچش لیف. متداول‌ترین تعریف مورد استفاده برای شاخص پیچش، رابطه کیبل وایت مطابق با رابطه ۱ می‌باشد (موهلین، ۱۹۹۰).

1- Curl Index
2- Kink Index

شاخص پیچش = $(N_{10-20} + 2\ N_{21-45} + 3\ N_{46-90} + 4\ N_{91-180}) / L$ (رابطه ۱)

که در آن، N: تعداد پیچش‌ها در طول مشخصی از الیاف و L: مجموع طول الیاف در این آزمون می‌باشد.

براساس این رابطه، مقادیر بالای پیچش تأثیر چشم‌گیری بر ویژگی‌های کاغذ دارند. براساس مطالعات گسترده انجام شده، استباط می‌گردد که مؤلفه‌های شاخص خمیدگی و شاخص پیچش به‌عنوان معایب ساختاری الیاف تأثیر به‌سزایی در ویژگی‌های مختلف کاغذ نهایی تولید شده هم‌چون شاخص پارگی و شاخص کششی کاغذ (هاکانن و هارتلر، ۱۹۹۵؛ موهلین، ۱۹۹۰) مقاومت به ترکیدن و سختی خمش (موهلین و داهلبورن، ۱۹۹۶) و تخلخل، حجم و جذب رطوبت (پیچ و همکاران، ۱۹۸۵) دارد. روند تغییرات ویژگی‌های کاغذ متناسب با میزان ضرایب خمیدگی و پیچش نیز دارای اهمیت می‌باشد. براساس مطالعات انجام شده توسط پیچ (۱۹۸۵) خمیر و کاغذ به‌دست آمده از الیافی با ضرایب خمیدگی و پیچش بیش‌تر، دارای مقادیر شاخص کششی کم‌تر، مقاومت به پارگی بیش‌تر و همچنین درجه روانی، حجم و تخلخل بیش‌تر بوده و میل به تشکیل ورقه‌هایی با مدول الاستیسیته کم‌تر و مقادیر کشیدگی بیش‌تر دارند. ست (۱۹۹۹) و سود و همکاران (۲۰۰۵) در تأثیر نتایج بالا بیان داشته‌اند که در مجموع خمیر دارای الیاف با ضرایب خمیدگی بزرگ‌تر، کاغذی با مقاومت به پارگی، درصد کشیدگی، حجم، تخلخل و قابلیت جذب رطوبت بیش‌تر و مقاومت ترکیدگی، مقاومت کششی، مقاومت کششی صفر فاصله و سختی خمشی کم‌تری می‌دهد. در هر حال، محققان و صاحبان صنایع علاوه‌بر لزوم آگاهی از این معایب ساختاری الیاف و چگونگی تأثیر آن‌ها بر ویژگی‌های کاغذ باید تحلیل دقیقی بر عوامل تولیدی و فرایندی مؤثر بر این ویژگی‌های الیاف داشته تا با بررسی، آنالیز و تنظیم صحیح این عوامل تولیدی، ویژگی‌های کاغذ تولیدی را کنترل کنند. به‌عنوان مثال براساس یک قاعده کلی، تیمارهای مکانیکی اعمال شده بر خمیر در درصد خشکی‌های بالاتر از ۱۰ درصد همواره بر ضرایب خمیدگی و پیچش الیاف می‌افزاید. بر خلاف خمیرهای مکانیکی و سایر خمیرهای راندمان بالا، خمیدگی و پیچش الیاف خمیرهای شیمیایی با راندمان متوسط و پایین را نمی‌توان به‌راحتی حذف نمود. به این منظور محققان بسیاری به آنالیز چگونگی اثرگذاری فرایندهایی چون پرس آب‌گیری حلزونی و پالاینده‌ها (موهلین، ۱۹۹۲) و هم‌چنین پمپ‌ها و هم‌زن‌هان (الیس و همکاران، ۱۹۹۸) بر شکل و معایب ساختاری الیاف خمیر کاغذ پرداختند. از روش‌های مؤثر حذف معایب ساختاری الیاف

هم‌چون خمیدگی و پیچش می‌توان به استفاده از پالایش و هم‌زنی ملایم و با درصد خشکی پایین خمیر اشاره نمود (موهلین، ۱۹۹۲؛ ست، ۱۹۹۸). البته کاربرد مؤثر این فرایندها در ارتباط با خمیرهای متداول صدق می‌کند. در ارتباط با خمیرهای بازیافتی هم‌چون OCC که دارای خواص ذاتی ضعیف چون استخوانی شدن، شاخی شدن، سفت شدن و کهنگی می‌باشند (افرا، ۲۰۰۹) هر عاملی که منجر به انعطاف‌پذیری بیش‌تر و حذف بهتر معایب الیاف گردد، کمکی مؤثر در تولید کاغذی با خواص مقاومتی و فیزیکی مطلوب خواهد بود. در این پژوهش به بررسی چگونگی تأثیر عملیات جزءجزءسازی خمیر OCC با غربال فشاری بر معایب ساختاری الیاف خمیر پرداخته شده است. هدف این بررسی کنترل شدت عملیات غربال‌سازی (کنترل پارامترهای ۱- نسبت حجمی پسماند غربال و ۲- سرعت جریان خمیر از منافذ غربال) بوده که به‌واسطه نوع و میزان تنش‌های وارده به الیاف خمیر در هنگام غربال‌سازی، تأثیر به‌سزایی بر معایب ساختاری الیاف خواهد داشت. محققان بر آن هستند تا در این پژوهش مشخص شود که آیا این عملیات فرایندی تأثیری بر معایب ساختاری الیاف دارد و در صورت پاسخ مثبت، آیا با کنترل پارامترهای فرایندی عملیات غربال‌سازی می‌توان معایب ساختاری الیاف را کنترل کرده و یا کاهش داده و در نهایت آیا می‌توان با پالایش مناسب الیاف خمیر، از میزان این معایب ساختاری کاست؟

مواد و روش‌ها

خمیر مورد استفاده در این بررسی از نوع خمیر کارتن کنگره‌ای کهنه (OCC)[1] تهیه شده از یکی از کارخانجات بازیافت حومه شهر ونکوور کانادا بوده است. در این پژوهش به‌منظور مطالعه اثر عملیات غربال‌سازی و تنش‌های مکانیکی به‌دست آمده از آن بر افزایش یا کاهش معایب ساختاری الیاف از دستگاه غربال فشاری بلویت ام آر ایت[2] واقع در مرکز تحقیقات خمیر و کاغذ دانشگاه بریتیش کلمبیا در ونکوور کانادا استفاده گردید. طرحی از این دستگاه را در شکل ۲ مشاهده می‌کنید. این دستگاه دارای یک روتور AFTEP با دوفویل بوده و سرعت چرخش روتور در تمام آزمون‌ها ثابت بوده است. این غربال فشاری دارای جریان‌سنج‌های مغناطیسی و شیرهای فشار قوی برای هر یک از جریان‌های ورودی، عبوریافته و پسماند بوده است. با یک کامپیوتر پردازشگر موقعیت شیرها و

1- Old Corrugated Container
2- Beloit MR8

سرعت موتور کنترل گردیده است. خمیر با سرعت‌های مختلف و تحت نسبت مقادیر حجمی مختلف جریان پسماند و با چرخش روتور و تحت فشارهای مکانیکی و هیدرودینامیکی از غربال عبور می‌کند. متغیرهای اعمال تنش بر الیاف خمیر در این پژوهش، نسبت حجمی پسماند غربال (R_V) و سرعت جریان خمیر از منافذ غربال (V_S) بوده است. به این ترتیب که در مرحله اول نسبت حجمی پسماند غربال به‌عنوان عامل ثابت (R_V = ۰/۳) و سرعت جریان خمیر از منافذ غربال در ٤ سطح ۰/۲، ۰/٤، ۰/۵ و ۰/٦ متر بر ثانیه فاکتور متغیر بوده است. در مرحله دوم سرعت جریان خمیر از منافذ غربال به‌عنوان عامل ثابت (V_S = ۰/۳ متر بر ثانیه) و نسبت حجمی پسماند غربال در ٤ سطح ۰/۳، ۰/٤، ۰/۵ و ۰/٦ عامل متغیر بوده است. دامنه عملیاتی مقادیر یاد شده به‌منظور جلوگیری از ایجاد جریان‌های گردابی و به هم ریختن عملیات جزءجزءسازی بوده است. تغییرات مقادیر این پارامترها تأثیر زیادی بر شکل‌گیری تنش‌های فشاری و برشی اعمالی بر الیاف خمیر و میزان این تنش‌ها خواهد داشت. در هر مرحله پس از ثابت شدن مقادیر عملیاتی V_S و R_V در هر یک از ۸ تیمار یاد شده، یک نمونه از خمیر عبوریافته از منافذ غربال و یک نمونه از خمیر پسماند بر روی صفحه غربال جدا گردید. به‌منظور ارزیابی مقادیر ضرایب خمیدگی و پیچش از دستگاه آنالیزگر کیفی الیاف (FQA)[1] استفاده گردید. برای این کار، سوسپانسیونی با غلظت ۲ گرم بر لیتر از هر نمونه خمیر تهیه شده و در پیمانه FQA ریخته شد. به‌منظور بررسی تأثیر پالایش بر معایب ساختاری الیاف از دستگاه PFI آزمایشگاهی و مطابق با استاندارد T 248 sp-00 آیین‌نامه تاپی[2] استفاده گردید.

نتایج و بحث

مقادیر میانگین شاخص خمیدگی (CI) و شاخص پیچش (KI) همین‌طور زاویه کل پیچش (TKA)[3] الیاف موجود در نمونه خمیر ورودی به دستگاه غربال در جدول ۱ مشاهده می‌گردد. مقادیر شاخص‌های خمیدگی و پیچش این خمیر OCC در قیاس با خمیرهای کرافت سوزنی‌برگان کم‌تر می‌باشد (کرکس، ۱۹۹۵؛ رتولانن، ۱۹۹٦).

1- Fiber Quality Analyzer
2- TAPPI
3- Total Kink Angle

جدول ۱- ضرایب معایب ساختاری الیاف خمیر OCC ورودی.

شاخص خمیدگی	شاخص پیچش	زاویه پیچش کل
۰/۰٤٥±۰/۰۰۲	۰/۸۰	۱٤/۳

مقایسه مقادیر CI، KI و TKA الیاف خمیرهای ورودی، عبوریافته و پسماند غربال: از مقایسه مقادیر CI، KI و TKA الیاف خمیرهای ورودی، عبوریافته و پسماند غربال (جدول‌های ۱، ۲ و ۳) به‌روشنی می‌توان دریافت که مقادیر این معایب ساختاری در الیاف خمیر عبوریافته و پسماند از خمیر OCC ورودی بیش‌تر است.

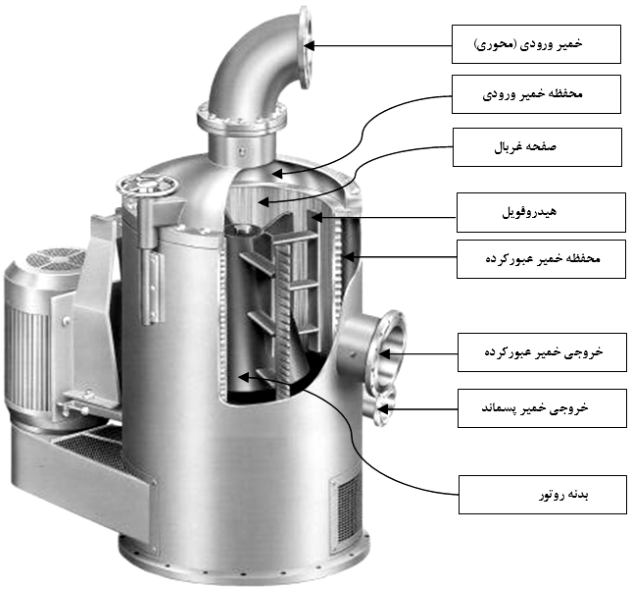
جدول ۲- تغییرات ضرایب مرفولوژیک الیاف خمیر با افزایش سرعت جریان خمیر از منافذ غربال در یک نسبت حجمی پسماند غربال ثابت.

متغیرها / V_S	۰/۲ متر بر ثانیه	۰/٤ متر بر ثانیه	۰/۵ متر بر ثانیه	۰/٦ متر بر ثانیه
شاخص خمیدگی الیاف خمیر پسماند	۰/۰٤۸±۰/۰۰۲	۰/۰٥۳±۰/۰۰۳	۰/۰٥۳±۰/۰۰۳	۰/۰٥۸±۰/۰۰۲
شاخص خمیدگی الیاف خمیر عبوریافته	۰/۰٤۹±۰/۰۰۲	۰/۰٥۱±۰/۰۰۲	۰/۰٥۲±۰/۰۰۲	۰/۰٥۲±۰/۰۰۲
شاخص پیچش الیاف خمیر پسماند	۰/۷۸	۰/۸۳	۰/۸۷	۰/۸٥
شاخص پیچش الیاف خمیر عبوریافته	۰/۷٥	۰/۷۸	۰/۸۲	۰/۸٥

جدول ۳- تغییرات ضرایب مرفولوژیک الیاف خمیر با افزایش نسبت حجمی پسماند غربال در سرعت ثابت جریان خمیر از منافذ غربال.

متغیرها / R_V	۰/۳	۰/٤	۰/۵	۰/٦
شاخص خمیدگی الیاف خمیر پسماند	۰/۰٥٥±۰/۰۰۳	۰/۰٥٦±۰/۰۰۳	۰/۰٥٤±۰/۰۰۳	۰/۰٥۲±۰/۰۰۳
شاخص خمیدگی الیاف خمیر عبوریافته	۰/۰٤۹±۰/۰۰۳	۰/۰٤٤±۰/۰۰۲	۰/۰٤۱±۰/۰۰۲	۰/۰٤۱±۰/۰۰۲
شاخص پیچش الیاف خمیر پسماند	۰/۸۳	۰/۸٤	۰/۸٥	۰/۸۳
شاخص پیچش الیاف خمیر عبوریافته	۰/۷۹	۰/۸۱	۰/۸۲	۰/۸۲

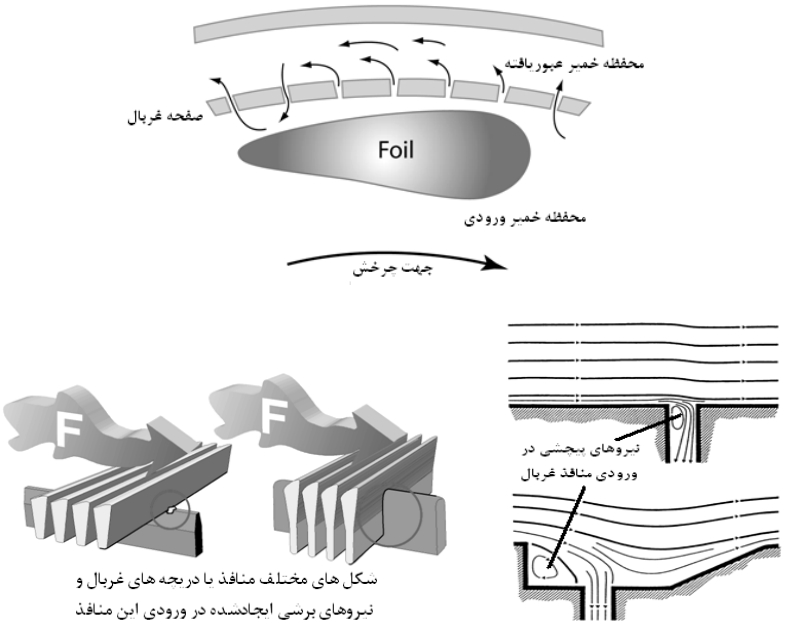
لازم به ذکر است که مقادیر گزارش شده، مقادیر میانگین نمونه‌ها و قابل مقایسه منطقی می‌باشند. بنابراین استنباط می‌گردد که نتیجه عمل غربال‌سازی افزایش معایب ساختاری الیاف خمیر بوده است. دلیل این مسأله را می‌توان ساختار غربال فشاری و عملیات جزءجزءسازی غربالی جستجو نمود. شکل ۲ مدلی متداول از غربال فشاری را نشان می‌دهد. در این فرایند خمیر از دریچه ورودی وارد قسمت مرکزی غربال می‌شود و بر اثر نیروهای فشاری و برشی شدید ایجاد شده توسط هیدروفویل‌ها به‌سمت صفحه غربال هدایت می‌شود.



شکل ۲- مدلی متداول از غربال فشاری (افرا، ۲۰۰۸).

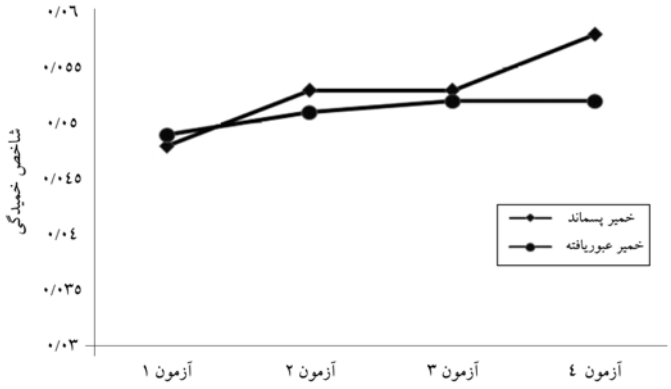
در این مرحله دو حالت رخ می‌دهد: ۱- جزء الیاف کوتاه خمیر از دریچه‌های صفحه غربال با شکل‌های مختلف عبور می‌کند (خمیر عبوریافته)، ۲- جزء الیاف‌بلند آن در پشت صفحه غربال باقی‌مانده و از قسمت خمیر خروجی پسماند خارج می‌شود (خمیر پسماند غربال). در طی این فرایند، الیاف خمیر متأثر از چندین نیرو می‌گردند. تنش‌های مکانیکی به‌دست آمده از برخورد الیاف با هیدروفویل‌ها و دریچه‌های صفحه غربال به‌عنوان یکی از عوامل ایجاد تنش بر الیاف خمیر می‌باشد. از طرف دیگر همان‌طورکه در شکل ۳ مشاهده می‌کنید. متناسب با شکل هیدروفویل‌ها و شکل منافذ

غربال و شدت چرخش آن‌ها الیاف خمیر تحت نیروهای برشی و پیچشی شدید قرار می‌گیرند (گودینگ و همکاران، ۲۰۰۲؛ خانباغی و همکاران، ۲۰۰۰) که این تیمارهای مکانیکی شدید از عوامل مهم تشدید این معایب ساختاری می‌باشند.

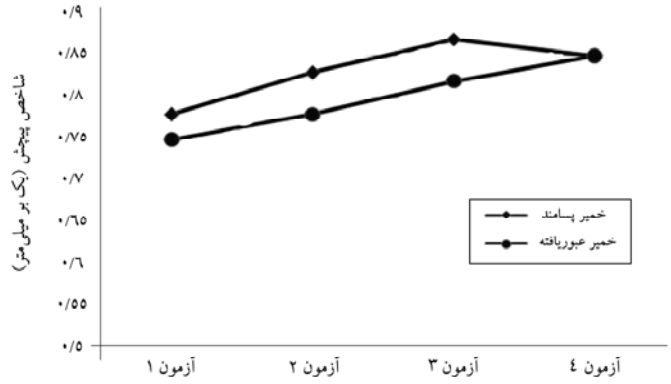


شکل ۳- تنش‌های ایجاد شده به الیاف خمیر کاغذ تحت‌تأثیر غربال فشاری.

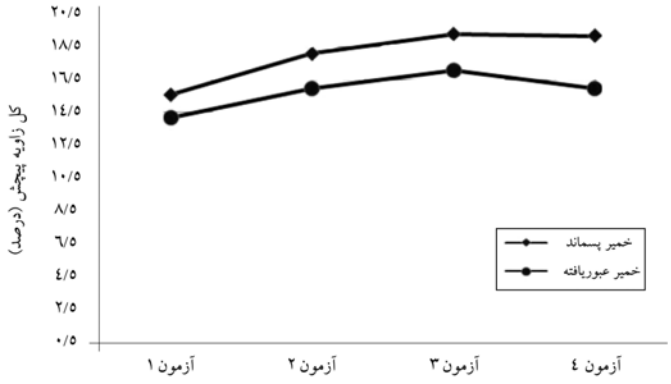
مقایسه مقادیر CI، KI و TKA الیاف خمیر با افزایش مقدار سرعت جریان خمیر از منافذ غربال در یک R_V ثابت: با مطالعه دقیق جدول ۲ می‌توان دریافت که با افزایش سرعت جریان خمیر از منافذ غربال در یک R_V ثابت، مقادیر ضریب خمیدگی و ضریب پیچش الیاف خمیر افزایش‌یافته که دلیل آن را می‌توان به افزایش تنش‌های برشی و فشاری ناشی از افزایش سرعت جریان خمیر از منافذ غربال نسبت داد. در شکل‌های ٤، ٥ و ٦ می‌توان این روند افزایش معایب ساختاری با افزایش مقدار V_S را به‌وضوح مشاهده نمود. در تحلیل این واقعیت می‌توان گفت که افزایش سرعت جریان خمیر از منافذ غربال، همبستگی مستقیم با نیروی شتاب‌دهنده به خمیر داشته و این نیروی اعمالی، تنش‌های اعمالی به الیاف خمیر را تشدید کرده و در نتیجه موجب افزایش تغییرات ساختاری الیاف می‌گردد.



شکل ٤- روند تغییرات شاخص خمیدگی خمیر OCC با افزایش Vs.

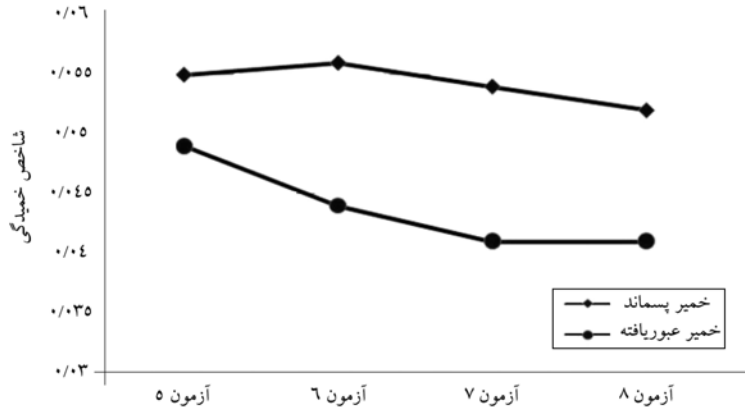


شکل ۵- روند تغییرات شاخص پیچش خمیر OCC با افزایش Vs.

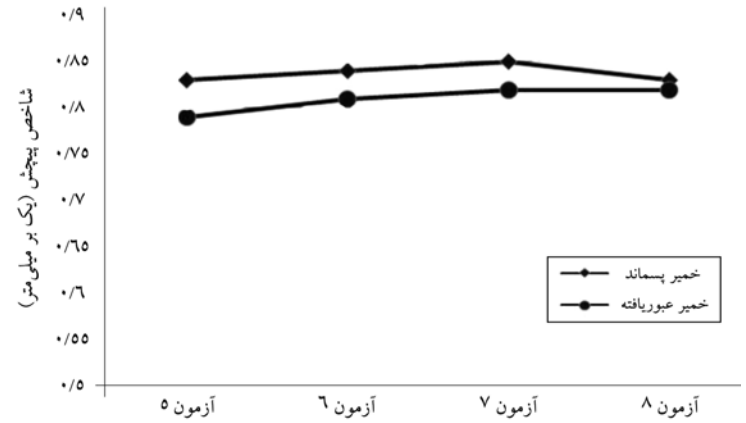


شکل ٦- روند تغییرات کل زاویه پیچش خمیر OCC با افزایش Vs.

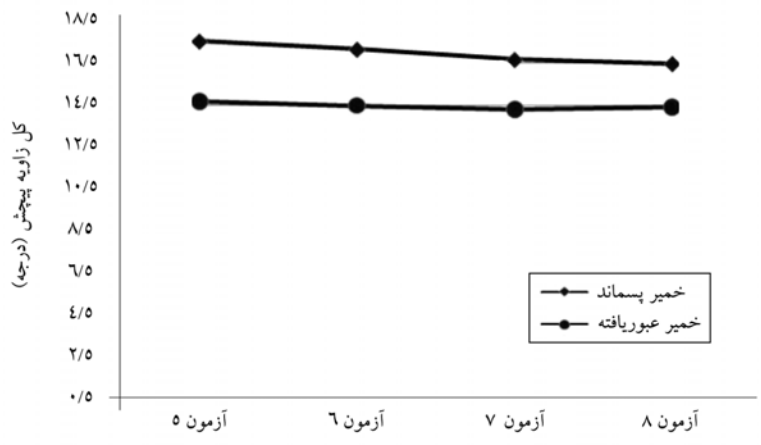
مقایسه مقادیر CI، KI و TKA الیاف خمیر با افزایش مقدار نسبت حجمی پسماند غربال در یک Vs ثابت: براساس جدول ۳ با افزایش نسبت حجمی پسماند غربال در یک V_S ثابت، مقادیر CI و KI تغییر محسوسی را نشان نداده‌اند و در نتیجه تغییر این پارامتر عملیاتی تأثیری در تنش‌های وارده بر الیاف خمیر و در نتیجه بر شاخص‌های اندازه گیری شده نداشته است. شکل‌های ۷، ۸ و ۹ بیانگر این مسأله می‌باشند. نسبت حجمی پسماند، عامل مهمی در کنترل توزیع طولی الیاف در هر یک از نمونه‌های خمیر عبوریافته و پسماند می‌باشد و بی‌تأثیر بودن آن بر معایب ساختاری این قابلیت را به تولیدکننده می‌دهد تا براساس نیاز خود در دامنه‌ای گسترده، قابلیت کنترل این پارامتر را داشته باشد.



شکل ۷- روند تغییرات شاخص خمیدگی خمیر OCC با تغییرات Rv.



شکل ۸- روند تغییرات شاخص پیچش خمیر OCC با تغییرات Rv.



شکل ۹- روند تغییرات کل زاویه پیچش خمیر OCC با تغییرات Rv.

مقایسه مقادیر CI، KI و TKA الیاف خمیر عبوریافته و خمیر پسماند غربال: با مشاهده شکل‌های ٤، ٥، ٦، ٧، ٨ و ٩ به‌راحتی می‌توان دریافت که جدای از روند تغییرات این پارامتر با تغییرات V_S و R_V در تمام آزمون‌ها، مقادیر CI، KI و TKA در خمیر پسماند (الیاف بلند) بیش‌تر از خمیر عبوریافته (الیاف کوتاه) بوده است. دلایل مختلفی برای تفسیر این پدیده وجود دارد. مقادیر بیش‌تر معایب ساختاری بالا در خمیر پسماند الیاف بلند نسبت به خمیر عبوریافته الیاف کوتاه را می‌توان به‌سختی[1] کم‌تر الیاف بلندتر در مقایسه با الیاف کوتاه‌تر در یک نوع خمیر نسبت داد. بدیهی است که هرچه الیاف دارای طول بیش‌تری باشند در مقابل تنش‌های اعمالی شکننده‌تر و تغییرشکل‌پذیرتر خواهند بود (افرا، ۲۰۰۵). همین خاصیت با یک تعریف دیگر قابل بیان است. در خمیرهای یکسان، الیاف دارای نسبت طول به قطر بیش‌تر دارای انعطاف‌پذیری بیش‌تر بوده و قابلیت انعطاف بیش‌تری را در مقابل تنش‌های عملیاتی وارده از خود نشان می‌دهد.

راه‌کارهای قابل استفاده در کاهش مقادیر شاخص‌های معایب ساختاری الیاف خمیر: همان‌طورکه در بخش مقدمه به تفصیل بیان گردید، این معایب ساختاری تأثیر به‌سزایی در افت مشخصه‌های مقاومتی و ساختاری الیاف خمیر و کاغذ به‌دست آمده از آن دارد که میزان این افت به‌ویژه در خمیرهای به‌طور ذاتی ضعیف OCC از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. براساس مطالعات انجام شده،

1- Stiffness

یکی از روش‌های مؤثر حذف معایب ساختاری الیاف خمیر، پالایش ملایم خمیر کاغذ می‌باشد (موهلین، ۱۹۹۹؛ ست، ۱۹۹۸). از طرف دیگر لازم به‌ذکر است که عملیات پالایش یکی از راه‌کارهای افزایش مقاومت‌های مکانیکی الیاف بازیافتی می‌باشد. از آن‌جا که جزء الیاف بلند خمیر در عملیات جزءجزءسازی با غربال فشاری دارای پتانسیل مناسبی برای عملیات پالایش می‌باشد، پس به این ترتیب با اعمال پالایش مناسب، هم‌زمان به دو هدف فیبریلاسیون الیاف (و در نتیجه افزایش مقاومت‌های مکانیکی) و همین‌طور کاهش معایب ساختاری الیاف دست یافت. به این منظور نمونه خمیر پسماند الیاف بلند آزمونی که دارای بیش‌ترین معایب ساختاری بوده است (R_V=۰/۳ و V_S=۰/٦ متر بر ثانیه) به‌منظور اعمال عملیات پالایش انتخاب گردید.

جدول ٤- تأثیر عملیات پالایش بر معایب ساختاری الیاف.

	شاخص خمیدگی خمیر پسماند	شاخص پیچش خمیر پسماند	زاویه پیچش کل خمیر پسماند
قبل از پالایش	۰/۰۵۸±۰/۰۰۲	۰/۸۵	۱۹/۲
پس از پالایش	۰/۰۳۹±۰/۰۰۲	۰/۷۱	۱٤/٦

پس از عملیات پالایش جزء خمیر الیاف بلند و رساندن به درجه روانی حدود CSF ۳۰۰، نتایج CI، KI و TKA میانگین الیاف این خمیر با FQA به‌دست آمد (جدول ٤). با مقایسه مقادیر CI، KI و TKA خمیر پالایش‌نشده و خمیر پالایش‌شده، کاملاً مشهود است که هم‌راستا با نتایج ارایه شده در پژوهش‌های قبل، عملیات پالایش قادر به کاهش محسوس معایب ساختاری الیاف بوده و در فرایند تولید خمیرهای بازیافتی برای جزء الیاف بلند توصیه می‌گردد.

نتیجه‌گیری

- عملیات غربال‌سازی به‌دلیل اعمال تنش‌های شدید برشی، پیچشی و فشاری بر الیاف خمیر موجب افزایش مقادیر CI، KI و TKA در هر دو جزء خمیر عبوریافته و پسماند در مقایسه با خمیر ورودی می‌شود.

- با افزایش پارامتر فرایندی سرعت جریان خمیر از منافذ غربال، مقادیر CI، KI و TKA به‌دلیل تشدید نیروهای برشی و فشاری افزایش یافت.

- تغییرات نسبت حجمی پسماند غربال تأثیر چشم‌گیری در شاخص‌های معایب ساختاری خمیر کاغذ نداشته است.

- مقادیر CI، KI و TKA الیاف خمیر پسماند (الیاف بلند) بیش‌تر از خمیر عبوریافته (الیاف کوتاه) بوده است.

- عملیات پالایش ملایم خمیر پسماند دارای بیش‌ترین معایب ساختاری، تأثیر به‌سزایی در کاهش معایب ساختاری الیاف (CI، KI و TKA) داشته است.

- از آن‌جا که عملیات پالایش به‌عنوان راه کاری مناسب در افزایش فیبریلاسیون جزء الیاف بلند خمیر OCC پس از عملیات جزءجزءسازی و به‌منظور افزایش مقاومت‌های خمیر OCC معرفی شده است (افرا، ۲۰۱۰) بنابراین تأثیر مثبت این عملیات در کاهش معایب ساختاری الیاف خمیر، عملیات پالایش را به‌عنوان یک راهکار الزامی و ضروری در افزایش ویژگی‌های خمیر OCC معرفی می‌کند.

منابع

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

2.Afra, E. 2008. OCC Pulp Fractionation Using Pressure Screen and Assessment of Produced Paper Properties. Ph.D. Thesis. Tehran University, 107p. (In Persian)

3.Afra, E., Ressalati H., Olson, J.A. and Pourtahmasi, K. 2009. Assessment of OCC Pulp Fractionation Using Fibre Passage Ratio Model, Appita J. 62 :2. 350.

4.Afra, E., Resalati, H. and Olson, J. 2010. Effect of Fiber Fractionation (Using Modified Fiber Passage Ratio Model) on Properties of OCC Pulp and Paper. Appita J. Underprint.

5.Clark, T.A. and Ellis, M.J. 1997. Softwood kraft pulp strength-its measurement and the effect of fiber deformations. P 573-580, 51st Appita Annual General Conference, Vol. 2, Melbourne, Australia.

6.Ellis, M.J., Duffy, G.G., Allison, R.W. and Kibblewhite, R.P. 1998. Fibre deformation during medium consistency mixing: role of residence time impellar geometry, Appita J. 55: 1. 210.

7.Gooding, R., Weckroth, R., Tuomela, P. and Grischner, S. 2002. Advances in technology enhance pulp screen performance. 35th annual pulp and paper congress and exhibition.

8.Hakanen, A. and Hartler, N. 1995. Fibre deformation and strength potential of kraft pulp. Paper and Timber, 77: 5. 339.

9.Hartler, N. 1995. Aspects on curled and microcompressed fibers. Nord. Pulp Pap. Res. J. 1: 4-7.

10.Kerekes, R.J. and Schell, C.J. 1995. Effect of fibre length and coarseness on pulp flocculation. Tappi J. 78: 2. 133.
11.Khanbaghi, M., Allison, B. and Olson, J. 2000. Modeling and control of an industrial pressure screen. Proceedings of IEEE. International Conference on Control Applications. WM2-4 2: OO Anchorage, Alaska, USA.
12.Mohlin, U. and Alfredsson, C. 1990. Fibre deformation and its implications in pulp characterization. Nordic Pulp and Paper Res. J. 4: 172.
13.Mohlin, U. and Miller, J. 1992. Influence of industrial beating on fibre swelling and fibre shape, Proceedings of 4th International Conference on New Available Techniques and Current Trends, SPCI, Stockholm, Sweden, 271p.
14.Mohlin, U. and Dahlborn, J. 1996. Fibre deformation and sheet strength. Tappi J. 79: 6. 105.
15.Page, D.H., Seth, R.S., Barbe, M. and Jordan, B. 1985. Papermaking Raw Materials Transactions of the 8th Fundamental Research Symposium, Oxford, 183p.
16.Page, D.H., Seth, R.S., Jordan, B.D. and Barbe, M.C. 1985. Curl, crimps, kinks and microcompressions in pulp fibers-their origin, measurements and significance. Paper making raw materials.Transactions of the 8th Fundamental Research Symposium held in Oxford, ed. V. Punton. Mechanical Engineering Publications Limited. London, 1: 183-227.
17.Pihlava, M. 1998. Fiber deformations and strength loss in kraft pulping of softwood, Licenciate Thesis, Helsinki University of Technology, 72p.
18.Retulainen, E. 1996. Fibre properties as control variables in papermaking? Part 1: Fibre properties of key importance in the network. Paper and Timber, 78: 4. 187.
19.Seth, R.S. 1990. Fibre Quality Factors in Papermaking 1: The Importance of Fibre Length and Strength. P 125-141, Proceedings Materials Research Society Symposium, San Francisco, USA.
20.Seth, R.S. 1998. Beating and Refining Response of Some Reinforcement Pulps. P 143-152, 84th Annual Meeting Technical Section of CPPA, Toronto, Canada.
21.Seth, R.S. 1999. Zero-span tensile strength of papermaking fibres, Pulp and Paper Research Institute of Canada, 85th Annual meeting, Montreal, Canada, Preprints A, Pp: 161-173.
22.Seth, R.S. 2001. Zero-span tensile strength of paper making fibers. Pap Puu, 778: 597-604.
23.Sood, Y., Pand, P., Tyagi, S., Payra, I. and Kulkarni, A. 2005. Quality improvement of paper from bamboo and hardwood furnish through fiber fractionation. J. Sci. and Ind. Res. 64: 299-305.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 19(1), 2012
http://jwsc.gau.ac.ir

Evaluation of OCC pulp structural defects during fractionation using pressure screening

***E. Afra**
Assistant Prof., Dept. of Wood and Paper Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
Received: 2010/06/22; Accepted: 2011/03/09

Abstract

The effect of pressure screening fractionation of OCC pulp on several conventional pulp fiber structural defects such as curl and kink indices evaluated in this research. Aperture velocity and volumetric reject ratio were considered as variable parameters of screening operation and eight trials totally conducted in this work. Curl and kink indices and total kink angle of feed, accept and reject ratio of pulp fiber determined using fiber quality analyzer (FQA). The results of this study showed that pressure screening increased pulp fiber structural defects. Also, it was found that curl and kink indices and total kink angel of pulp fiber increased as aperture velocity raised but, change in volumetric reject ration didn't considerably affect structural indices. Refining process of long fiber fraction had an affirmative role on decreasing of fiber structural defects. According to the results of previous works that introduced refining as a suitable device to pulp fiber fibrillation of OCC pulp and findings of this study, refining could be strongly recommended for OCC pulp improvement.

Keywords: OCC pulp, Screening, Curl index, Kink index

* Corresponding Author; Email: elyasafra@yahoo.com