



دانشگاه گوارز، دانشکده مهندسی

مجله پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل

جلد هفدهم، شماره چهارم، ۱۳۸۹

www.gau.ac.ir/journals

تأثیر استفاده از الیاف کاغذ روزنامه بازیافتی بر ویژگی‌های خمیر کرافت مخلوط پهن‌برگان

علی خلیلی‌گشت‌رودخانی^۱، *علی قاسمیان^۲، احمدرضا سرائیان^۲

و سیدمهدی منظورالاجداد^۳

^۱دانشجوی کارشناسی‌ارشد علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،

^۲استادیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،

^۳مشاور فنی تولید، صنایع چوب و کاغذ ایران (چوکا)

تاریخ دریافت: ۸۶/۱۰/۴؛ تاریخ پذیرش: ۸۹/۸/۱۰

چکیده

این پژوهش به منظور تعیین اثر استفاده از الیاف کاغذ روزنامه بازیافتی بر ویژگی‌های مکانیکی و نوری خمیر کرافت مخلوط پهن‌برگان در صنایع چوب و کاغذ ایران انجام شد. کاغذهای روزنامه باطله از انبار کاغذ باطله و خمیر کرافت مخلوط پهن‌برگان از دیگ پخت شرکت چوکا تهیه گردیدند. کاغذهای روزنامه به روش معمول در صنایع بازیافت کاغذ دوباره به خمیر کاغذ تبدیل شدند. بعد از تعیین درجه روانی اولیه هر یک از خمیرهای بازیافتی و دست اول، خمیرهای یاد شده به صورت جداگانه پالایش شده تا به درجه روانی مناسب برای تهیه کاغذ کرافت برسند. سپس خمیرهای نام برده با نسبت‌های ۹۰/۱۰، ۸۰/۲۰، ۷۰/۳۰، ۵۰/۵۰ و ۳۰/۷۰ به ترتیب برای خمیر بازیافتی و خمیر کرافت مخلوط پهن‌برگان با یکدیگر مخلوط شدند. از هر یک از تیمارهای بالا، کاغذهای دست‌ساز طبق استاندارد مربوطه ساخته شده و ویژگی‌های مکانیکی و نوری آنها اندازه‌گیری و تعیین گردید. برای مقایسه ویژگی‌های کاغذهای ترکیبی با نمونه شاهد (۱۰۰ درصد خمیر کرافت) از آزمون تجزیه واریانس استفاده شد و سپس گروه‌بندی میانگین‌ها به کمک آزمون دانکن صورت پذیرفت و در نهایت

* مسئول مکاتبه: ghasemian@gau.ac.ir

مجله پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل جلد (۱۷)، شماره (۴) ۱۳۸۹

برای تعیین بهترین تیمار از معادله نرمال‌سازی استفاده گردید. نتایج نشان داد که با افزایش درصد خمیر بازیافتی، مقاومت به کشش، پاره شدن، ترکیدن، تاشدن و دانسیته کاغذهای به‌دست آمده در مقایسه با نمونه شاهد کاهش یافته ولی بالک، ضخامت، درجه روشنی و ماتی افزایش می‌یابد. امتیازات متعلق به هر یک از تیمارهای آزمایشی نشان داد که از مقدار ۵۰ درصد الیاف بازیافتی روزنامه در ترکیب با خمیر کرافت دست اول پهن‌برگان می‌توان استفاده کرد و کاغذی با ویژگی‌های مکانیکی و نوری مطلوب به‌دست آورد.

واژه‌های کلیدی: کاغذ روزنامه باطله، کاغذ بازیافتی، خمیر کرافت، ویژگی‌های مکانیکی، ویژگی‌های نوری

مقدمه

امروزه در کشورهای مختلف دنیا، کمبود ماده اولیه سلولزی چالش مهمی برای صنایع خمیر و کاغذسازی می‌باشد و این مشکل در کشورهایی که دارای منابع جنگلی اندکی هستند، بیش‌تر نمایان است. به این سبب صنایع خمیر و کاغذسازی باید برای تامین ماده اولیه سلولزی مورد نیاز خود و نیز جهت کاهش فشار مصرف چوب، در جستجوی سایر منابع جایگزین باشند. در حال حاضر، استفاده از الیاف کاغذهای بازیافتی به‌عنوان یک منبع مهم جایگزین مطرح می‌باشد، به‌طوری‌که در بسیاری از کشورهای جهان به دلایل مختلف مثل افزایش مصرف سرانه کاغذ، کمبود فزاینده چوب و نیاز به سرمایه‌گذاری زیاد برای ایجاد صنایع جدید خمیر و کاغذسازی و مشکلات زیست‌محیطی ناشی از راه‌اندازی این گونه واحدها، توسعه صنعت بازیافت الیاف سلولزی به‌عنوان یک ضرورت اجتناب‌ناپذیر مطرح می‌باشد (جلال، ۱۹۸۹). صنعت بازیافت الیاف سلولزی نه تنها از لحاظ فنی و اقتصادی، به‌صرفه است بلکه از نظر زیست‌محیطی نیز دارای مزایایی در مقایسه با استفاده از چوب درختان جنگلی در صنعت کاغذسازی می‌باشد (اسفندیاری، ۲۰۰۳). در این راستا پژوهش‌های تحقیقاتی بسیاری به‌عمل آمده‌اند برای مثال، شوارزتاجن و پرزی‌بیز (۱۹۷۶) در بررسی بر روی اختلاط خمیر دست اول شیمیایی و خمیر بازیافتی، مشاهده نمودند که در خمیر دست اول مقدار نرمة‌های فعال بیش‌تر از خمیر بازیافتی است و در اثر اختلاط این دو خمیر با یکدیگر، خواص خمیر بازیافتی بهبود می‌یابد.

ایستز (۱۹۸۶) با بررسی اثر پالایش بر روی خمیر مقوای بازیافتی نشان داد که با افزایش زمان پالایش، مقاومت کششی، مقاومت به ترکیدن، آزمون خردشدگی حلقه‌ای و آزمون کنکورای لایه کنگره‌ای افزایش و ضخامت و درجه روانی خمیر کاهش می‌یابد.

علی خلیلی گشت‌رودخانی و همکاران

استانلی (۱۹۹۱) در مورد ترکیب خمیر بازیافتی کاغذ روزنامه باطله و خمیر کرافت جهت تولید مقوای بسته‌بندی بررسی کرد. در این بررسی از مقادیر ۵ درصد تا ۳۰ درصد خمیر بازیافتی در مخلوط با خمیر کرافت استفاده شد و نتایج نشان داد که ترکیب ۲۰ درصد خمیر بازیافتی و ۸۰ درصد خمیر کرافت دارای بهترین ویژگی‌های مقاومتی می‌باشد.

کفتا و میلر (۱۹۹۴) ویژگی‌های الیاف بازیافتی روزنامه باطله تحت تأثیر فرایندهای مختلف بازیافت و مرکب‌زدایی را با استفاده از روش‌های آنالیز تصویری بررسی نموده و میزان فیبریله شدن الیاف را در هر یک از فرایندهای یاد شده تعیین نمودند. نتایج نشان دادند که فرایندهای پیاپی بازیافت منجر به کاهش میزان فیبریله شدن الیاف بازیافتی شده و در نتیجه کاهش ظرفیت ایجاد اتصالات در الیاف، ویژگی‌های مقاومتی کاغذهای به‌دست آمده کاهش می‌یابد.

پورحسین (۱۹۹۵) اثر اختلاط خمیر بازیافتی کاغذ مقوای باطله در سه سطح ۵ درصد، ۷ درصد و ۹ درصد بر خواص مقاومت مقوای فلوتینگ چوکا را مورد بررسی قرار داد و گزارش نمود که افزایش درصد مصرف خمیر بازیافتی کاغذ مقوای باطله تا حدی سبب بهبود ویژگی‌های مکانیکی مقوای تولیدی می‌شود.

مواد و روش‌ها

مقدار ۷ کیلوگرم کاغذهای روزنامه بازیافتی به‌صورت تصادفی از نمونه‌های موجود در کارخانه چوکا تهیه شد. کاغذهای یاد شده به تکه‌های حدود ۵ سانتی‌متر تبدیل شده و به‌مدت ۴۸ ساعت در آب مقطر قرار داده شدند. سپس با استفاده از دستگاه الیاف بازکن^۱، الیاف کاغذ از هم جدا و هوا خشک گردیدند. درجه روانی خمیر بازیافتی براساس دستورالعمل شماره ۹۲ $2220\text{m}^2\text{T}$ آئین‌نامه TAPPI^۳ اندازه‌گیری شد. سپس خمیر یاد شده براساس استاندارد شماره ۸۵ $2420\text{m}^2\text{T}$ آئین‌نامه TAPPI تا رسیدن به درجه روانی 350CSF پالایش و هوا خشک گردید. از خمیر کرافت مخلوط پهن‌برگان تولیدی کارخانه چوکا برای تهیه نمونه خمیر دست اول مورد نیاز، استفاده شد. ویژگی‌های این خمیر به شرح زیر بوده است:

درصد خشکی: ۹/۵، درجه روانی خمیر: 380CSF ، عدد کاپا: ۶۱، بازده خمیر: ۵۳/۵ درصد

- 1- Disintegrator
- 2- Official Test Method
- 3- Technical Association of the Pulp and Paper Industry
- 4- Canadian Standard Freeness

خمیرهای بازیافتی و دست اول به ترتیب با نسبت‌های ۱۰۰/۰ (نمونه شاهد)، ۹۰/۱۰، ۸۰/۲۰، ۷۰/۳۰، ۵۰/۵۰ و ۳۰/۷۰ درصد با هم مخلوط شده و از هر ترکیب براساس دستورالعمل شماره ۸۸ T ۲۰۵ om آئین‌نامه TAPPI مقدار ۱۵ ورقه کاغذ دست‌ساز ۶۰ گرمی ساخته شد. کاغذها در شرایط رطوبت نسبی ۵۰ درصد و درجه حرارت ۲۰ درجه سانتی‌گراد خشک شده و بعد از ۲۴ ساعت آزمون‌های فیزیکی، مکانیکی و نوری آن‌ها براساس آئین‌نامه TAPPI به شرح زیر انجام و نتایج به‌دست آمده ثبت گردیدند:

- وزن پایه کاغذها براساس دستورالعمل شماره ۸۸-۴۱۰ om T

- ضخامت کاغذ براساس دستورالعمل شماره ۹۷-۴۱۱ om T

- مقاومت به کشش نمونه‌ها براساس دستورالعمل شماره ۹۶-۴۹۴ om T

- مقاومت به پاره شدن نمونه‌ها براساس دستورالعمل شماره ۹۸-۴۱۴ om T

- مقاومت به ترکیدن نمونه‌ها براساس دستورالعمل شماره ۹۷-۴۰۳ om T

- مقاومت به تا شدن نمونه‌ها براساس دستورالعمل شماره ۹۶-۵۱۱ om T

- درجه روشنی نمونه‌ها براساس دستورالعمل شماره ۹۸-۴۵۲ om T

- درصد ماتی نمونه‌ها براساس دستورالعمل شماره ۹۶-۴۲۵ om T

برای مقایسه ویژگی‌های کاغذهای ترکیبی با نمونه شاهد از آزمون تجزیه واریانس استفاده شد و سپس گروه‌بندی میانگین‌ها به کمک آزمون دانکن صورت پذیرفت. به‌منظور تعیین بهترین تیمار آزمایشی (بهترین ترکیب خمیرها) از نظر مجموع ویژگی‌های مکانیکی و نوری، معادله نرمال‌سازی مربوطه محاسبه گردید. برای محاسبه ضرایب معادله نرمال‌سازی، درصد اهمیت هر یک از ویژگی‌های مکانیکی و نوری کاغذهای به‌دست آمده به شرح جدول ۱ و با توجه به نوع فرآورده نهایی مورد انتظار از خط تولید کارخانه چوکا یعنی کاغذ کرافت بسته‌بندی، در نظر گرفته شد (قاسمیان، ۲۰۰۳).

جدول ۱- مقادیر درصد اهمیت ویژگی‌های مکانیکی و نوری در محاسبه معادله نرمال‌سازی.

ویژگی	اندیس مقاومت به کشش (A)	اندیس مقاومت مقاومت به پاره شدن (B)	اندیس مقاومت مقاومت به ترکیدن (C)	درجه روشنی (D)
درصد اهمیت	۲۵	۲۰	۲۵	۳۰

نتایج

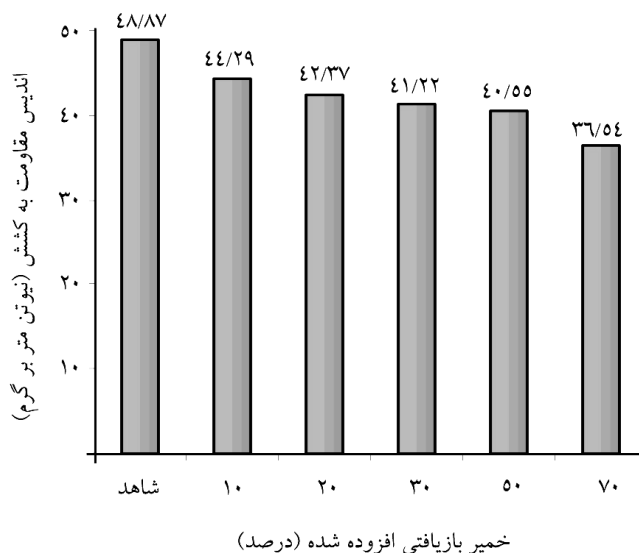
نتایج به‌دست آمده از اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی، مکانیکی و نوری کاغذهای دست‌ساز به‌دست آمده از هر ترکیب خمیرهای بازیافتی و دست اول در جدول ۲ خلاصه شده‌اند.

جدول ۲- نتایج به‌دست آمده از اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی، مکانیکی و نوری کاغذهای دست‌ساز به‌دست آمده از ترکیب خمیرهای بازیافتی و دست‌اول.

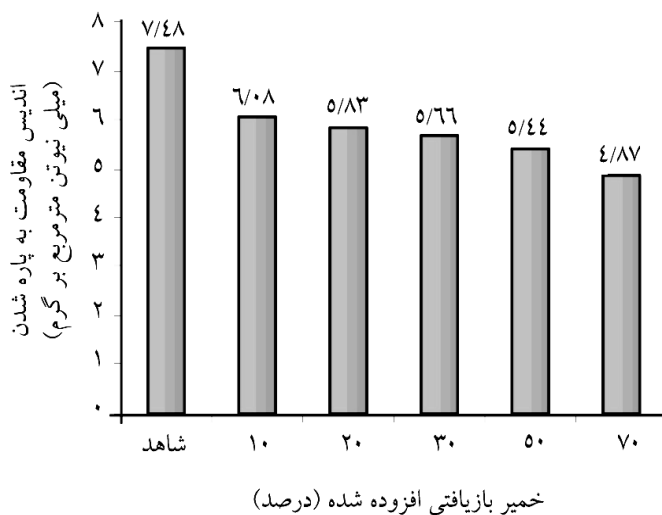
ویژگی	اختلاط (درصد)	ضخامت		بالک		دانسیته (گرم)		اندیس مقاومت		اندیس مقاومت به		اندیس مقاومت به		درجه ماتنی (درصد)
		(میکرومتر)	مکعب بر گرم	(سانتی متر)	بر سانتی متر	بر سانتی متر	به کشش (نیوتن)	پاره شدن (میلی نیوتن)	ترکیدن (کیلو پاسکال)	مقاومت به تا خوردن (جفت)	مقاومت به تا خوردن (تاورن)	مقاومت به تا خوردن (جفت)	مقاومت به تا خوردن (تاورن)	
۳۰/۷۰	۶۷/۵۰	۰/۷۱	۳۵۵/۰	۳۵/۶۳	۷۷/۳	۳۵/۱	۳/۵۱	۳۰/۱۸	۱۱/۲۸۱	۲۱/۲۱	۱۵/۷۶	۶۶/۵۶	۷۷/۷۶	
۵۰/۵۰	۵۶/۳۱	۳/۷۱	۷۸۵/۰	۵۵/۰۳	۳۳/۵	۳/۸	۳۱	۲۳/۱۸	۷/۷۶	۲۳/۱۸	۷۷/۷۶	۷۷/۷۶		
۸۰/۲۰	۶۶/۵۶	۱/۷۱	۱۸۶/۰	۱۸/۱۳	۶۶/۵	۲۰/۳	۳/۳۵	۰۰/۸۱	۰۰/۸۱	۰۰/۸۱	۰۳/۷۶	۸۱/۷۶		
۹۰/۱۰	۱۰/۰۹	۲۵/۱	۳۵۶/۰	۸۳/۲۳	۲۷/۵	۶۳/۳	۷/۷۵	۳۵/۳۱	۷/۷۵	۳۵/۳۱	۸۱/۷۶	۸۱/۷۶		
۱۰۰/۰	۸۷/۹۷	۵۳/۱	۵۷۶/۰	۸۷/۷۳	۷۳/۸	۷۶/۳	۸/۱۳	۱۰/۷	۶۷/۹۶	۱۰/۷	۶۷/۹۶	۶۷/۹۶		

* ۱۰۰ درصد خمیر کرافت دست اول مخلوط به‌هم‌زمان شرکت چوکا.

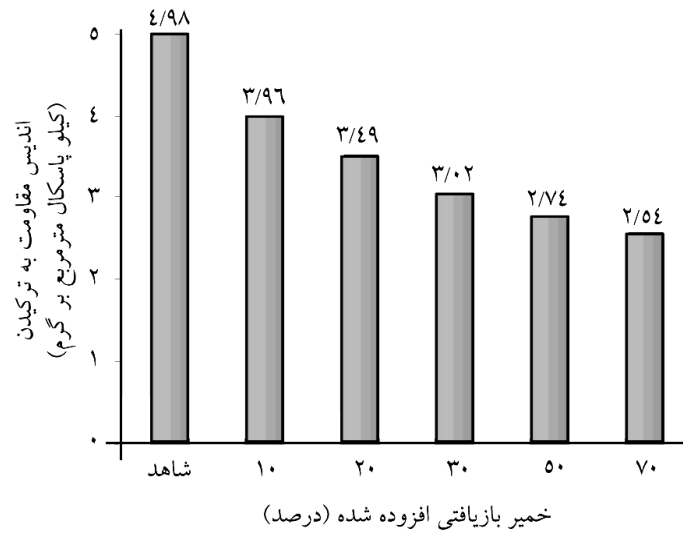
تغییرات ویژگی‌های مکانیکی و نوری کاغذهای دست‌ساز به‌دست آمده از هر یک از ترکیب‌های بالا براساس تغییر مقدار خمیر بازیافتی در شکل‌های ۱ تا ۶ دیده می‌شود.



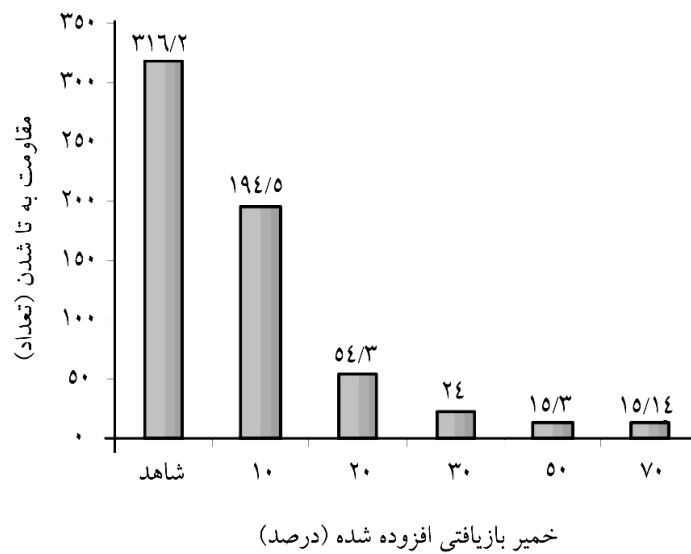
شکل ۱- تغییرات اندیس مقاومت به کشش کاغذهای دست‌ساز بر اثر تغییر مقدار خمیر بازیافتی.



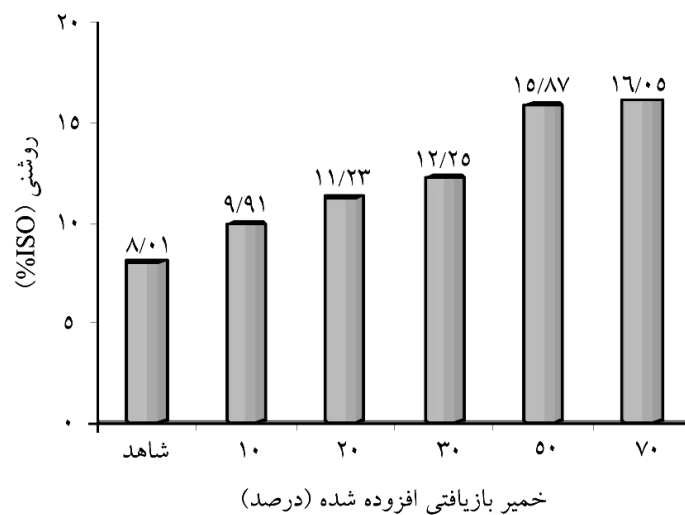
شکل ۲- تغییرات اندیس مقاومت به پاره شدن کاغذهای دست‌ساز بر اثر تغییر مقدار خمیر بازیافتی.



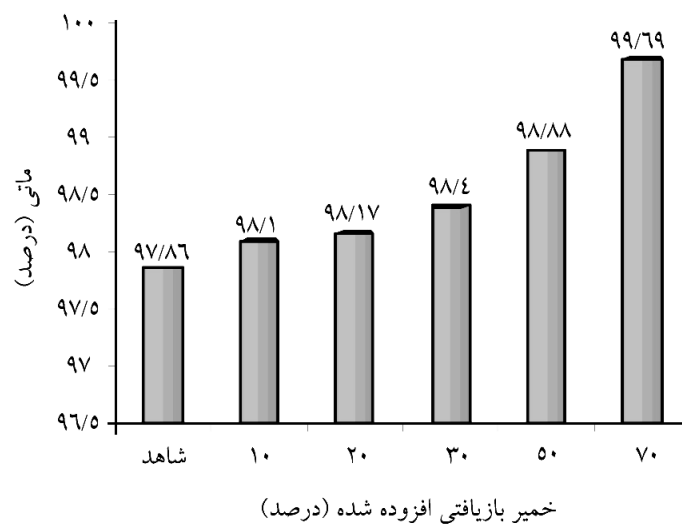
شکل ۳- تغییرات اندیس مقاومت به ترکیدن کاغذهای دست‌ساز بر اثر تغییر مقدار خمیر بازیافتی.



شکل ۴- تغییرات اندیس مقاومت به تا شدن کاغذهای دست‌ساز بر اثر تغییر مقدار خمیر بازیافتی.



شکل ۵- تغییرات درجه روشن‌ی کاغذهای دست‌ساز بر اثر تغییر مقدار خمیر بازیافتی.



شکل ۶- تغییرات ماتی کاغذهای دست‌ساز بر اثر تغییر مقدار خمیر بازیافتی.

معادله نرمال‌سازی: با توجه به مقادیر درصد اهمیت هر یک از ویژگی‌های مکانیکی و نوری کاغذهای دست‌ساز (جدول ۱) و مقادیر میانگین هر یک از ویژگی‌های یاد شده (جدول ۲) معادله نرمال‌سازی مربوطه به شرح زیر محاسبه شد:

$$Y = 0/005447\bar{A} + 0/02817\bar{B} + 0/05774\bar{C} + 0/02455\bar{D} = 1 \quad (1)$$

سپس با توجه معادله نام برده مقادیر امتیازهای تعلق یافته به هر یک از تیمارهای آزمایشی به شرح جدول ۳ محاسبه گردیدند.

جدول ۳- مقادیر امتیازهای تعلق یافته به هر یک از تیمارهای آزمایشی براساس معادله نرمال‌سازی.

ترکیب	۱۰۰/۰ (شاهد)	۹۰/۱۰	۸۰/۲۰	۷۰/۳۰	۵۰/۵۰	۳۰/۷۰
امتیاز تعلق یافته	۰/۹۶۱۱	۰/۹۸۴۷	۰/۹۹۰۷	۱/۰۰۱۱	۱/۰۵۲۲	۱/۰۰۸۳

بحث

ویژگی‌های فیزیکی

ضخامت: ضخامت کاغذ که گاهی کالپر نامیده می‌شود یکی از ویژگی‌های کاغذ است که همیشه برای هر نوع کاغذ مشخص می‌گردد. از مهم‌ترین عواملی که بر روی ضخامت کاغذ اثر می‌گذارد می‌توان به وزن پایه کاغذ، پالایش، رطوبت ورقه، نوع الیاف مورد استفاده و میزان فشار وارده بر کاغذ در مراحل پرس و غلطک‌زنی اشاره نمود (افرا، ۲۰۰۵). نتایج به‌دست آمده از این پژوهش نشان می‌دهد که در اثر افزایش سهم الیاف بازیافتی در مخلوط خمیرها، مقدار ضخامت کاغذهای به‌دست آمده افزایش پیدا می‌کند. علت آن این است که چون کاغذهای بازیافتی مسیر تولید را حداقل یک بار گذرانده و خشک شده‌اند در اثر جذب و دفع متوالی رطوبت، ظرفیت تشکیل اتصال در الیاف آن‌ها کاهش یافته در نتیجه میزان و تعداد پیوندهای بین الیاف روزنامه بازیافتی و الیاف دست اول مخلوط پهن‌برگان کاهش یافته و در نهایت مقادیر ضخامت کاغذ ترکیبی افزایش پیدا می‌کند.

بالک: بالک نشان‌دهنده حجمی می‌باشد که توسط ۱ گرم کاغذ اشغال شده است. نتایج به‌دست آمده از این پژوهش نشان می‌دهد که با افزایش مقادیر ضخامت کاغذهای دست‌ساز، مقادیر بالک آن‌ها افزایش می‌یابد. علت این است که با افزایش درصد استفاده از الیاف بازیافتی روزنامه انعطاف‌پذیری الیاف و به

دنبال آن میزان اتصالات و تعدا پیوندهای بین الیاف و همچنین سطح تماس بین الیاف کاهش یافته و در نتیجه آن فضای خالی بین الیاف افزایش و در نهایت بالک کاغذ نهایی افزایش می‌یابد. دانسیته: دانسیته یکی از خواص فیزیکی کاغذ می‌باشد که تقریباً روی تمام ویژگی‌های فیزیکی، مکانیکی، الکتریکی و نیز قابلیت چاپ‌پذیری کاغذ مؤثر می‌باشد. نتایج به‌دست آمده از این پژوهش نشان می‌دهد که با افزایش سهم الیاف بازیافتی در مخلوط خمیرها، مقادیر دانسیته کاغذهای به‌دست آمده کاهش پیدا می‌کند. علت این امر نیز کاهش ظرفیت تشکیل اتصالات بین الیاف در اثر استفاده از الیاف بازیافتی است که منجر به افزایش بالک و ضخامت کاغذها و کاهش دانسیته آن‌ها می‌شود.

ویژگی‌های مکانیکی

مقاومت به کشش: مقاومت به کشش شاخصی از دوام پتانسیل کششی کاغذ می‌باشد که در اثر نوع مصرف تحت تنش کششی قرار می‌گیرد (افرا، ۲۰۰۵). نتایج به‌دست آمده از این پژوهش نشان می‌دهد که با افزایش سهم الیاف بازیافتی در مخلوط خمیرها، مقادیر مقاومت به کشش کاغذهای به‌دست آمده کاهش می‌یابد. علت این امر نیز کاهش اتصالات بین الیاف در اثر افزایش سهم الیاف بازیافتی می‌باشد. زیرا مقدار و کیفیت اتصالات بین الیاف، مهم‌ترین عامل مؤثر بر مقاومت به کشش کاغذ است (افرا، ۲۰۰۵). همچنین نتایج به‌دست آمده از آنالیز تجزیه واریانس نشان داد که در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌داری بین مقادیر اندیس مقاومت به کشش وجود دارد و در آزمون دانکن هر یک از مقادیر در گروه‌های جداگانه‌ای قرار گرفتند که نشان‌دهنده تأثیر شدید الیاف بازیافتی در کاهش مقاومت به کشش کاغذ ترکیبی نهایی می‌باشد. معمولاً برای افزایش این ویژگی مهم مکانیکی می‌توان از روش‌هایی مثل بهبود کیفیت پالایش الیاف، استفاده از انواع چسب‌های مصنوعی در خمیر کاغذ یا استفاده از مقداری خمیر الیاف بلند در مخلوط خمیرها استفاده نمود و کاغذی با مقاومت به کشش کافی و مناسب تولید کرد.

مقاومت به پاره شدن: عوامل مؤثر بر مقاومت به پاره شدن کاغذ عبارتند از طول الیاف، تعداد الیافی که در پاره شدن کاغذ دخالت دارند و تعداد اتصالات بین الیاف و مقاومت اتصالات. همچنین تغییراتی مثل درصد خشکی الیاف، فاصله صفحات پالایشگر و... نیز می‌توانند روی مقادیر الیاف بلند و یا متوسط طول الیاف خمیر کاغذ تولید شده و در نتیجه بر روی مقاومت به پاره شدن مؤثر باشند (افرا،

۲۰۰۵). نتایج به‌دست آمده از این پژوهش نشان می‌دهد که با افزایش سهم الیاف بازیافتی در مخلوط خمیرها، مقادیر مقاومت به پاره شدن کاغذهای به‌دست آمده کاهش می‌یابد. علت این امر کاهش دانسیته ورقه‌ها در اثر افزایش سهم الیاف بازیافتی، کاهش انعطاف‌پذیری و تعداد و مقاومت اتصالات بین الیاف می‌باشد که در نتیجه آن مقاومت به پاره شدن کاهش می‌یابد. همچنین نتایج به‌دست آمده از آنالیز تجزیه واریانس نشان داد که در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌داری بین مقادیر اندیس مقاومت به پاره شدن وجود دارد و در آزمون دانکن هر یک از مقادیر در ۶ گروه جداگانه قرار گرفتند که نشان‌دهنده تأثیر شدید الیاف روزنامه بازیافتی در کاهش مقاومت به کشش کاغذ ترکیبی نهایی می‌باشد. **مقاومت به ترکیدن:** مقاومت به ترکیدن از جمله مقاومت‌هایی است که به طول الیاف، ضخامت دیواره سلولی و میزان پیوند بین الیاف بستگی دارد. هرچه دیواره سلولی الیاف نازک‌تر یا انعطاف‌پذیرتر باشد به‌دلیل ایجاد اتصالات بیشتر، پیوندهای بین الیاف افزایش یافته و در نتیجه مقاومت به ترکیدن کاغذ افزایش می‌یابد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که با افزایش سهم الیاف بازیافتی در مخلوط خمیرها، مقادیر مقاومت به ترکیدن کاغذهای به‌دست آمده کاهش یافته است. چون الیاف بازیافتی مورد استفاده در این پژوهش خاصیت انعطاف‌پذیری کم‌تری داشته و ظرفیت کمی برای تشکیل پیوندهای بین الیاف دارند، بنابراین با افزایش الیاف روزنامه بازیافتی به الیاف دست اول مخلوط پهن‌برگان مقاومت به ترکیدن کاغذهای ترکیبی نهایی کاهش یافته است. به‌طوری‌که در آزمون تجزیه واریانس در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌داری بین مقادیر اندیس مقاومت به ترکیدن وجود داشت و در آزمون دانکن هر یک از مقادیر تیمارها در گروه‌های جداگانه‌ای قرار گرفتند.

مقاومت به تا شدن: دوام در حالت تا خوردگی یکی از پیچیده‌ترین خواص مکانیکی عمومی کاغذ می‌باشد. مقاومت به تا شدن تحت تأثیر توانایی انعطاف‌پذیری الیاف مورد استفاده در ساخت کاغذ قرار دارد. در صورتی‌که طول الیاف کوتاه، اتصالات بین الیاف ضعیف و الیاف ترد و شکننده باشند، مقاومت به تا شدن کاغذهای به‌دست آمده کاهش می‌یابد (افرا، ۲۰۰۵). نتایج این پژوهش نیز نشان داده که با افزایش سهم الیاف بازیافتی، مقادیر مقاومت به تا شدن کاغذهای به‌دست آمده کاهش یافته است که در توافق با یافته‌های پیشین می‌باشد. همچنین در آزمون تجزیه واریانس در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌داری بین مقادیر مقاومت به تا شدن وجود داشت و در آزمون دانکن هر یک از مقادیر مقاومت به تا شدن تیمارها در گروه‌های جداگانه‌ای قرار گرفتند.

درجه روشنی: درجه روشنی به صورت مقدار انعکاس نور در مقایسه با اکسید منیزیم در طول موج ۴۵۷ نانومتر محاسبه می‌شود. نتایج به دست آمده از این پژوهش نشان می‌دهد که با افزایش سهم الیاف بازیافتی در مخلوط خمیرها، مقادیر درجه روشنی کاغذهای به دست آمده افزایش یافته است. دلیل این امر، بالا بودن درجه روشنی اولیه الیاف بازیافتی در مقایسه با درجه روشنی خمیر کرافت مخلوط پهن‌برگان می‌باشد. همچنین نتایج به دست آمده از آنالیز تجزیه واریانس نشان داد که در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌داری بین مقادیر درجه روشنی وجود دارد و در آزمون دانکن هر یک از مقادیر درجه گروه‌های جداگانه‌ای قرار گرفتند که نشان‌دهنده تأثیر شدید الیاف روزنامه بازیافتی در افزایش درجه روشنی کاغذ ترکیبی نهایی می‌باشد.

ماتی: ماتی یک خاصیت مهم کاغذهای چاپ، اوراق بهادار و تحریر می‌باشد. یک کاغذ کاملاً مات کاغذی است که مطلقاً نسبت به عبور نور مرئی رسوخ‌ناپذیر باشد (افرا، ۲۰۰۵). نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که با افزایش سهم الیاف بازیافتی در مخلوط خمیرها، مقادیر ماتی کاغذهای به دست آمده افزایش می‌یابد. چون ظرفیت تشکیل اتصالات در الیاف بازیافتی کاهش یافته و در نتیجه با کاهش اتصالات بین الیاف، سطح تقابل نوری بین آنها نیز کاهش می‌یابد و نور به جای این‌که هنگام خروج از فیبر اول وارد فیبر دیگر شود وارد فضای خالی بین الیاف شده و در اثر کاهش تقابل نوری و افزایش شکست نور، مقدار ماتی افزایش می‌یابد. همچنین در آزمون تجزیه واریانس در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌داری بین مقادیر ماتی وجود داشت و در آزمون دانکن هر یک از مقادیر ماتی تیمارها در گروه‌های جداگانه‌ای قرار گرفتند.

معادله نرمال‌سازی: با توجه به نتایج به دست آمده از اندازه‌گیری خواص مکانیکی و نوری کاغذهای دست‌ساز (جدول ۲) و امتیازهای تعلق‌یافته به هر یک از ترکیبات خمیرهای کاغذ (جدول ۳)، بیش‌ترین امتیاز (۱/۰۵۲۲) متعلق به تیمار ۵۰/۵۰ می‌باشد. نتایج مربوط به خواص مکانیکی و نوری این نمونه (جدول ۲) نشان می‌دهد که کاغذهای به دست آمده از این نمونه هم از لحاظ ویژگی‌های نوری به‌ویژه روشنی و هم از لحاظ ویژگی‌های مکانیکی می‌تواند به‌عنوان تیمار مطلوب برای ساخت کاغذ کرافت لاینر در نظر گرفته شود. این به آن معنی است که با افزایش درصد استفاده از الیاف روزنامه بازیافتی از ۵۰ درصد گرچه ویژگی‌های نوری افزایش پیدا می‌کند ولی ویژگی‌های مکانیکی کاغذ ترکیبی نهایی کاهش پیدا می‌کند که از لحاظ کیفی مطلوب نمی‌باشد بنابراین حد مجاز استفاده از الیاف بازیافتی حداکثر ۵۰ درصد می‌باشد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از زحمات مسئولان محترم صنایع چوب و کاغذ ایران (چوکا) به‌ویژه آزمایشگاه تحقیق و توسعه و همچنین مسئولان محترم آزمایشگاه بخش صنایع سلولزی و بسته‌بندی مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران که در انجام این پژوهش همکاری‌های شایانی نمودند، سپاسگزاری می‌نمایم.

منابع

1. Afra, E. 2005. Properties of Paper, An Introduction. Aeej Press, 392p. (Translated In Persian)
2. Azizi Moslo, Gh. 2000. Study of the properties of wheat straw soda pulp for producing paperboard and evaluation of the effects of waste paper use in the furnish M.Sc. Thesis, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, 98p. (In Persian)
3. Barzan, A. 1995. Study on the possibility of using packaging waste paper in producing corrugated paperboard in Mazandaran Wood and Paper Industry M.Sc. Thesis, University of Tarbiat Modarres, 95p. (In Persian)
4. Esfandiary, A.M. 2003. Management of paper recycling from solid wastes. Ministry of Industries and Mines, Tehran, Iran, 35p. (In Persian)
5. Ghasemian, A. 2003. Study on the possibility of using local ONP/OMG deinked pulp in the CMP furnish for producing newsprint Ph.D. Thesis, Tehran University, 128p. (In Persian)
6. Jalal, S.R. 1989. Optimum use of waste paper, P 156-161. In: Proceedings of the 1st forest and industry conference, Ministry of Industries, Tehran, Iran, 185p. (In Persian)
7. Kolofta, J.L. and Miler, M.L. 1994. Effect of deinking on the recycle potential of papermaking fibers, Pulp and Paper Canada, 95: 8. 41-49. (In Persian)
8. Poorhossein, V. 1995. Study on the effect of waste paper use on the mechanical properties of paper in Iran Wood and Paper Industry (Chooka), M.Sc. Thesis, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, 87p. (In Persian)
9. Szwarcztajn, E. and Przybysz, K. 1976. Investigations on changes in the properties of recycled pulp fractions. Cellulose Chem. Techno. 10: 737-749.
10. TAPPI Test Methods, 2006. Atlanta, Georgia. TAPPI Press.



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 17(4), 2011
www.gau.ac.ir/journals

Effect of ONP Recycled Fibers Use on the Properties of Mixed Hardwoods Virgin Kraft Pulp

**A. Khalili Ghasht Roodkhani¹, * A. Ghasemian², A.R. Saraeian²
and S.M. Manzoroolajdad³**

¹M.Sc. Student of Wood and Paper Science and Technology, Gorgan University of
Agricultural Sciences and Natural Resources, ²Assistant Prof., Dept. of Wood and Paper
Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural
Resources, ³Technical Advisor, Iran Wood and Paper Industry

Received: 15,12,2007; Accepted: 1,11, 2010

Abstract

This study has been conducted in order to investigate the effect of using ONP recycled fibers on the mechanical and optical properties of local mixed hardwoods kraft pulp at Iran Wood and Paper Industry (Chooka). ONP and virgin kraft pulp have been prepared from Chooka's waste paper storage and pulping digester, respectively. ONP has been repulped in the common method as used by paper recycling industry. After determination of the initial freeness of each pulp, they have been separately refined to reach the appropriate freeness value required to produce kraft paper. The pulps, then, have been mixed at 90.10, 80.20, 70.30, 50.50 and 30.70 percentage rates of recycled fibers and virgin kraft pulp, respectively. According to the related standard test method, handsheets were made from each treatment and their mechanical and optical properties have been measured. The results were compared with those of control sample (100% virgin kraft) using ANOVA technique and classification of the means was done by Duncan test. Finally, to determine the best treatment, normalization equation was calculated. The results show that the values of tensile, tear, and burst indices, folding endurance and density of the combined papers have been increased compared with those of control sample, but the values of bulk, thickness, brightness and opacity of the combined samples have been decreased. The scores of the treatments indicate that 50 percent of recycled fibers can be used in the furnish to produce paper with suitable mechanical and optical properties.

Keywords: Old newspaper, Recycled paper, Kraft pulp, Mechanical properties, Optical properties

* Corresponding Author; Email: ghasemian@gau.ac.ir