

بررسی ویژگی‌های خمیر جوهرزدایی شده کاغذهای روزنامه و مجله باطله داخلی در مقایسه با خمیر CMP داخلی^۱

علی قاسمیان^۲ علی اکبر عنایتی^۳ حسین رسالتی^۴ K.L.Pinder^۵

چکیده

از کاغذهای روزنامه و مجله باطله موجود در کشور، نمونه‌هایی به صورت تصادفی تهیه و نسبت به تهیه خمیر کاغذ، جوهرزدایی و رنگ‌بری آنها اقدام شد. نمونه‌های آزمون با استفاده از ۳ سطح اختلاط کاغذهای روزنامه و مجله باطله (۵۰-۵، ۷۰-۳۰، ۱۰۰-۰ درصد)، دو نوع ماده کیلات کننده (DTPA و EDTA) و ۳ سطح مقدار مصرف یون کلسیم (۱، ۱/۵ و ۲ درصد وزنی) تهیه شدند. درجه شفافیت خمیرهای بازیافتی در مراحل قبل و بعد از رنگ‌بری و خواص مکانیکی آنها بعد از رنگ‌بری اندازه‌گیری شد و با نتایج اندازه‌گیری‌های مذکور در مورد خمیر CMP داخلی مقایسه گردید. نتایج حاصل نشان داد که اگر چه خمیر CMP از نظر درجه شفافیت بالاتر از خمیرهای بازیافتی قرار دارد ولی خواص مکانیکی آن، در درجه روانی یکسان برای هر دو نوع خمیر، عمدتاً کمتر از خمیرهای بازیافتی است. محاسبات نرمال‌سازی نشان داد که تیماری که در آن از مخلوط ۵۰-۵۰ درصد کاغذهای روزنامه و مجله باطله، EDTA و مقدار یک درصد یون کلسیم برای خمیرسازی مجدد، جوهرزدایی و رنگ‌بری استفاده شد، در مقایسه با سایر تیمارها و نیز خمیر CMP داخلی، دارای بالاترین امتیاز^۱ و به عبارت دیگر بهترین ترکیب خواص نوری و مکانیکی می‌باشد. لذا خمیر بازیافتی تحت شرایط مذکور به خوبی می‌تواند به صورت مخلوط با خمیر CMP داخلی تولید کاغذ روزنامه به کار می‌رود.

واژه‌های کلیدی: خمیرسازی مجدد، جوهرزدایی، رنگ‌بری، کاغذ روزنامه باطله، کاغذ مجله باطله، درجه شفافیت، خواص نوری، خواص مکانیکی.

^۱ - تاریخ دریافت: ۸۲/۳/۱۹، تاریخ پذیرش: ۸۲/۷/۲۷

^۲ - دانشجوی دوره دکتری علوم و صنایع چوب و کاغذ دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران (E-mail: ali-ghasemian@yahoo.com)

^۳ - دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

^۴ - دانشیار دانشکده مهندسی چوب و کاغذ دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

^۵ - استاد دانشکده مهندسی شیمی دانشگاه بریتیش کلمبیا-کانادا

مقدمه

گسترش روزافزون جمعیت و توسعه فرهنگی، سبب افزایش مصرف کاغذ به‌ویژه کاغذهای روزنامه و مجله شده‌اند و به دلیل محدودیت مواد اولیه سلولزی جهت تولید کاغذ به‌ویژه روزنامه، ضرورت دارد به کارگیری راه‌حل‌های مختلف از جمله فناوری بازیافت هرچه بیشتر گسترش یابد (۱).

جوهرزدایی کاغذهای روزنامه و مجله باطله به عنوان یک فرآیند تکمیلی در عملیات بازیافت کاغذ است و تجربه جهانی نشان داده است که این روش راه‌حل مناسبی برای تامین بخشی از مواد اولیه موردنیاز این صنعت است. بررسی‌های علمی نشان داده‌اند که جوهرزدایی در درجه اول تحت تاثیر pH فرآیند خمیرسازی مجدد قرار دارد (۱).

برویله^۱ و همکاران (۲۰۰۱) اثر pH ابتدای خمیرسازی روی ترکیب شیمیایی مواد جامد حل شده، کلوئیدی و معلق و سرعت جداسازی آنها در عملیات خمیرسازی کاغذهای روزنامه و مجله باطله را بررسی و نشان داده‌اند که مقدار pH نباید از ۱۱/۵ فراتر رود (۳).

لاپیر^۲ و همکاران (۲۰۰۲) استفاده از سولفیت سدیم برای جوهرزدایی مخلوط کاغذهای روزنامه و مجله باطله در pH خنثی را بررسی و معتقدند که سولفیت سدیم، کارایی دارد و استفاده از آن سبب کاهش هزینه‌های تولید خمیر جوهرزدایی شده می‌گردد (۴).

بن^۳ و دوریس^۴ (۲۰۰۰) رسوب مجدد ذرات جوهر روی سطح داخلی حفره‌های سلولی، طی خمیرسازی مجدد کاغذهای روزنامه و مجله باطله را بررسی و روش عملی، بر پایه استفاده از زمان کوتاه‌تر برای خمیرسازی مجدد را

توصیه کرده‌اند (۳). ماهگانکار^۵ و بانهام^۶ (۱۹۹۵) اثر جوهرزدایی روی خواص نوری و مکانیکی کاغذهای بازیافتی بعد از خمیرسازی و شناورسازی را بررسی و تغییرات خواص مقاومتی کاغذ را براساس نسبت درصد هریک از اجزای موجود در خمیر کاغذ، آنالیز نموده و نتیجه گرفته‌اند که شناورسازی به مدت ۱۰ دقیقه برای کسب بهترین نتایج کافی است و افزایش زمان تاثیر چندانی روی خواص الیاف بازیابی شده، ندارد (۶). لاو^۷ و همکاران (۱۹۹۵) امکان جایگزینی کاغذ روزنامه باطله به جای خمیرشیمیایی در ساخت کاغذ چاپ و تحریر را بررسی و نشان داده‌اند که از خمیر کاغذ باطله تیمار شده با سولفیت سدیم قلیایی می‌توان به جای خمیر شیمیایی در ساخت کاغذ چاپ و تحریر استفاده نمود (۵).

در تحقیق حاضر، تاثیر خمیرسازی مجدد، جوهرزدایی و رنگ‌بری مخلوط کاغذهای روزنامه و مجله باطله داخلی روی خواص نوری و مکانیکی کاغذهای حاصل و نیز امکان به کارگیری آن در تولید کاغذ روزنامه در مقایسه با خمیر CMP داخلی (حاصل از گونه‌های جنگلی) مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

الف- طرح آزمایش

از طرح آزمایش فاکتوریل قطعه‌ای^۸ برای ارزیابی و تحلیل نتایج عملیات خمیرسازی مجدد، جوهرزدایی و رنگ‌بری استفاده شد. عوامل متغیر و سطوح هر یک از آنها شامل مخلوط کاغذهای روزنامه و مجله باطله با نسبت‌های ۱۰۰- صفر، ۷۰-۳۰ و ۵۰-۵۰ درصد، عامل کیلات

^۱ - Brouillette et al.^۲ - Lapierre et al.^۳ - Ben^۴ - Dorris^۵ - Mahagaonkar^۶ - Banham^۷ - Law^۸ - Fractional Factorial Design

ج- عملیات آزمایشگاهی

خمیر نمونه‌های کاغذهای باطله با استفاده از دستگاه خمیرسازی آزمایشگاهی ساخت پاپریکن^۵ طبق شرایط هر تیمار، تهیه شد.

خمیرهای تهیه شده در هر تیمار، به روش شناورسازی و با استفاده از سلول شناورسازی نوع پاپریکن، جوهرزدایی شدند و از پلی‌اکسی اتیلن سوربیتان مونولائوریت^۶ با نام تجاری توئین^۷ ۲۰ به عنوان ماده کفزا به مقدار ۰/۵ درصد وزنی استفاده گردید. سوسپانسیون رقیق الیاف به وسیله آب مقطر تا رسیدن به pH خنثی، شست و شو و الیاف خمیر به وسیله صافی بوختر از آب جدا شده و در هوای آزمایشگاه خشک گردیدند. پس از تعیین درجه شفافیت خمیر جوهرزدایی شده، خمیر باقیمانده با استفاده از پراکسید هیدروژن رنگ‌بری گردید.

د- ساخت کاغذهای دست‌ساز

کاغذهای دست‌ساز مورد نیاز به شرح زیر ساخته شدند:

۱- بعد از جوهرزدایی، برای اندازه‌گیری درجه شفافیت براساس دستورالعمل شماره T218 sp-97 استاندارد Tappi.

۲- بعد از رنگ‌بری، برای اندازه‌گیری درجه شفافیت براساس دستورالعمل فوق و برای اندازه‌گیری مقاومت‌های مکانیکی براساس دستورالعمل شماره T205 sp-95 استاندارد Tappi.

کلیه کاغذهای ساخته شده تا رسیدن به تعادل رطوبتی در شرایط استاندارد (درجه حرارت ۲۰°C و رطوبت نسبی ۵۰٪) خشک شدند. درجه شفافیت نمونه‌های کاغذ در هر

کننده^۱ شامل DTPA و EDTA به مقدار ۰/۲ درصد وزنی در تمام تیمارها (مشخص شده با حروف A و C در جدول)، و مقدار مصرف یون کلسیم به مقدار ۱ و ۱/۵ و ۲ درصد وزنی، بوده‌اند. سایر شرایط در هر یک از عملیات یاد شده، شامل درصد خشکی خمیر، ظرفیت مورد استفاده دستگاه، درجه حرارت، زمان، سرعت هم زدن و pH، ثابت در نظر گرفته شدند (جدول ۱) مقادیر درصد وزنی سایر مواد شیمیایی مصرفی در هر یک از عملیات خمیرسازی، جوهرزدایی و رنگ‌بری به صورت ثابت و به شرح زیر در نظر گرفته شد:

خمیرسازی: هیدروکسید سدیم ۱ درصد، سیلیکات سدیم ۱/۵ درصد، پراکسید هیدروژن ۱ درصد، اولئیک اسید به نسبت استوکیومتریک^۲ با کلرید کلسیم شناورسازی: ماده کفزا^۴ ۰/۵ درصد رنگ‌بری: پراکسید سدیم ۱/۵ درصد، سیلیکات سدیم ۲ درصد، پراکسید هیدروژن ۱/۵ درصد در مجموع، بررسی‌ها در ۱۸ تیمار و ۵ تکرار انجام شدند.

ب- نمونه‌برداری

نمونه‌هایی از انواع کاغذهای روزنامه و مجله باطله داخلی با سن حداکثر یک ماه بعد از تاریخ چاپ (افست) و با رعایت فراوانی نسبی توزیع آنها، انتخاب گردید. با توجه به درصد رطوبت هر یک از کاغذهای فوق و نیز با رعایت فراوانی نسبی هر کدام از آنها، نمونه‌های آزمون شامل درجات مختلف اختلاط کاغذهای روزنامه و مجله باطله هر یک به صورت جداگانه و براساس طرح آزمایش تهیه شد.

^۱- ماده‌ای است که با یون‌های فلزات واسطه موجود در آب، کمپلکس تشکیل می‌دهد

^۲- Chelating Agent

^۳- Stoichiometric

^۴- Foamer

^۵- Paprican

^۶- Polyoxyethylenesorbitan Mono Laurate

^۷- Tween20

جدول ۱- شرایط ثابت در مراحل خمیرسازی مجدد، جوهرزدایی و رنگبری

رنگبری	جوهرزدایی	خمیرسازی مجدد	مشخصه
۱۰	۱	۸	درصد خشکی
-	۷	۶	ظرفیت مورد استفاده دستگاه (لیتر)
۳۳-۴۷	۷۰	۴۸۰	وزن خشک نمونه (گرم)
۶۰	۲۰-۲۵	۵۰	درجه حرارت (°C)
-	۱۰۰۰	۷۰۰	سرعت هم زدن (دور در دقیقه)
۶۰	۱۰	۱۰	زمان آزمایش (دقیقه)
۱۰-۱۰/۵	-	۱۰-۱۰/۵	pH نهایی

کیلات کننده مورد استفاده به شرح زیر محاسبه شدند که در آنها:

درصد کاغذ روزنامه در مخلوط کاغذهای روزنامه و مجله باطله = X_1

درصد مصرف یون کلسیم = X_2

و:

Y_1 = درجه شفافیت (%)

Y_2 = مقاومت کششی (KN/m)

Y_3 = مقاومت برپاره شدن (mN)

Y_4 = مقاومت به پاره شدن (mN)

Y_5 = مقاومت به ترکیدن (KPa)

الف- معادلات رگرسیون در حالت استفاده از EDTA:

$$Y_1 = 56/0.32 - 0.05486(X_1) - 0.003(X_2)$$

$$Y_2 = 1/90.5 - 0.00428(X_1) - 0.158(X_2)$$

$$Y_3 = 361 - 0.676(X_1) - 18/14(X_2)$$

$$Y_4 = 184/46 - 0.2906(X_1) - 14/67(X_2)$$

ب- معادلات رگرسیون در حالت استفاده از DTPA:

$$Y_1 = 53/55 - 0.00498(X_1) - 0.781(X_2)$$

$$Y_2 = 1/291 + 0.00068(X_1) - 0.022(X_2)$$

$$Y_3 = 30.19 - 0.196(X_1) - 7/0.2(X_2)$$

$$Y_4 = 130/99 + 0.0612(X_1) + 0.94(X_2)$$

با استفاده از معادلات رگرسیون، مقادیر هر یک از خواص نوری و مکانیکی برای کلیه تیمارهای آزمایشی، محاسبه شده و نتایج محاسبات در جدول (۳) و شکل‌های (۸ تا ۱) آورده شده است.

مرحله براساس دستورالعمل شماره T452 om-98 استاندارد Tappi و توسط دستگاه Elerpho2000 و سایر ویژگی‌های آنها براساس دستورالعمل T220 sp-96 استاندارد Tappi اندازه‌گیری شدند.

از خمیر CMP نیز بعد از پالایش و رساندن درجه روانی آن به حدود ۳۰۰ (مشابه خمیر بازیافتی)، کاغذهای دست‌ساز برای اندازه‌گیری خواص نوری و مکانیکی براساس دستورالعمل‌های فوق ساخته و اندازه‌گیری‌های لازم انجام شد.

نتایج

میانگین نتایج مربوط به خواص نوری و مکانیکی کاغذهای دست‌ساز حاصل از خمیر بازیافتی بعد از مراحل جوهرزدایی و رنگبری و کاغذهای دست‌ساز حاصل از خمیر CMP داخلی در جدول (۲) آمده است. در پایان نیز میانگین کل هر یک از خواص مذکور محاسبه شده است که از آنها برای محاسبه ضرایب معادله نرمال‌سازی استفاده گردید.

نتایج اندازه‌گیری‌های خواص نوری و مکانیکی کاغذهای حاصل از خمیرهای بازیافتی، آنالیز آماری شده و معادلات رگرسیون برای هر یک از خواص مذکور برحسب نوع ماده

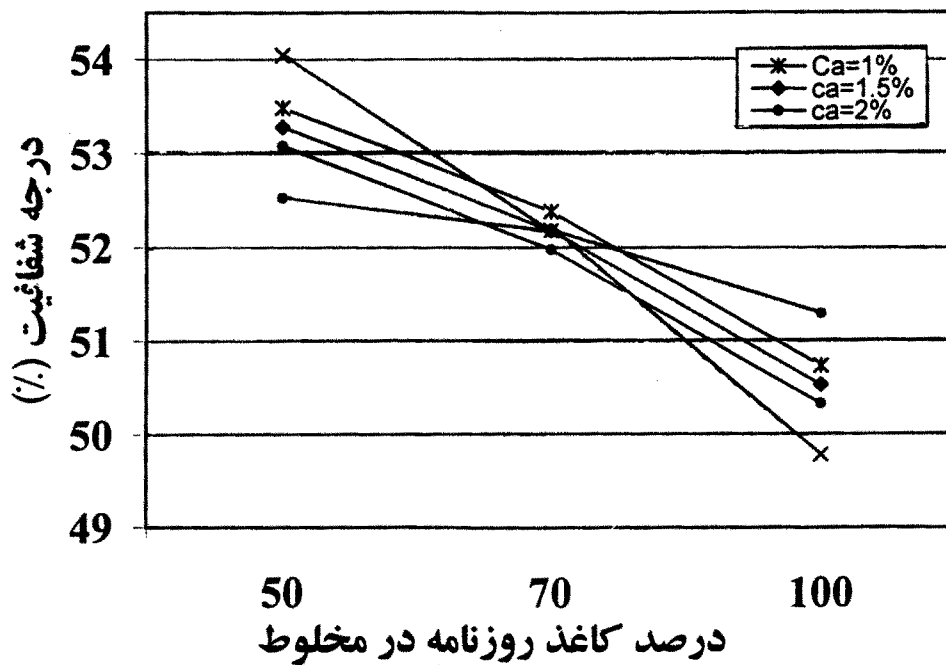
جدول ۲- میانگین نتایج مربوط به خواص نوری و مکانیکی کاغذهای دست‌ساز حاصل از خمیر بازیافتی و خمیر CMP داخلی

نوع خمیر	شماره تیمار	شرایط تیمار	قبل از رنگ‌بری		بعد از رنگ‌بری			
			درجه شفافیت (%)	درجه کششی (KN/m)	مقاومت به پارشدن (mN)	مقاومت به ترکیدگی (KPa)	مقاومت به	
خمیر کاغذ بازیافتی	۱	۲ A	۵۱/۱۸	۱/۲۷۵	۲۶۸/۹۱	۱۳۳/۳۶	۵۰	
	۲	۲ C	۵۱/۱۳	۱/۳۷۷	۲۸۲/۸۳	۱۳۴/۸۷	۵۰	
	۳	۱ C	۴۸/۹۲	۱/۳۲۰	۲۶۷/۱۵	۱۳۵/۰۱	۱۰۰	
	۴	۱ A	۵۱/۷۴	۱/۳۰۵	۲۹۴/۰۰	۱۳۷/۵۳	۵۰	
	۵	۲ C	۵۰/۰۰	۱/۱۵۹	۲۶۵/۱۹	۱۳۱/۷۹	۱۰۰	
	۶	۱ C	۵۱/۷۱	۱/۵۲۰	۳۱۷/۱۳	۱۶۰/۹۸	۵۰	
	۷	۱ A	۵۱/۲۵	۱/۳۳۵	۲۶۶/۳۶	۱۳۵/۵۱	۱۰۰	
	۸	۲ A	۵۰/۸۶	۱/۳۱۹	۲۷۷/۱۴	۱۴۱/۵۲	۱۰۰	
	۹	۱/۵ B*	۵۰/۶۴	۱/۳۱۱	۲۸۸/۴۵	۱۳۵/۵۵	۷۰	
		خمیر CMP						
		میانگین کل		۵۰/۸۳	۱/۳۲۰	۲۷۹/۲۱	۱۳۸/۷۷	

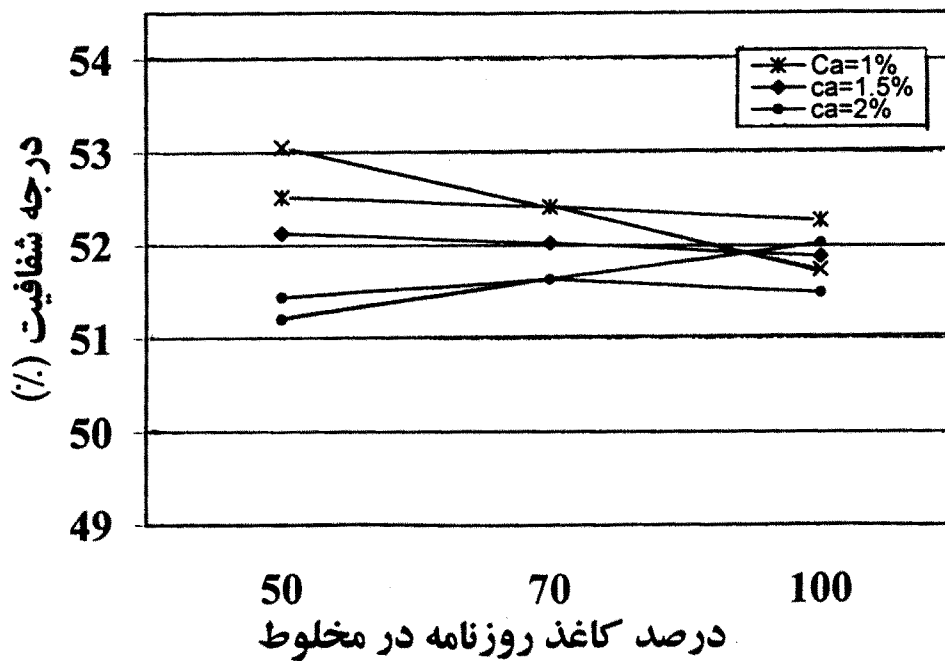
* در فرآیند بازیافت از هیچ کدام از مواد کیلات‌کننده استفاده نشده است.

جدول ۳- مقادیر خواص نوری و فیزیکی کاغذهای دست‌ساز حاصل از خمیرهای بازیافتی براساس معادلات رگرسیون

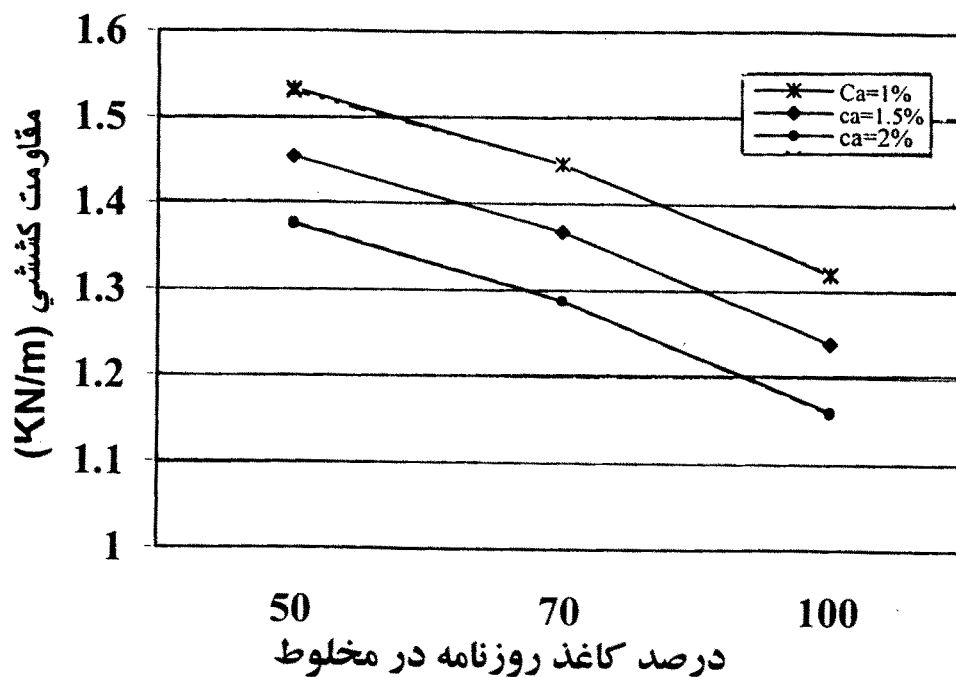
شماره ردیف	شماره تیمار	شرایط تیمار	درجه شفافیت (%)	مقاومت کششی (KN/m)	مقاومت به پارشدن (mN)	مقاومت به ترکیدگی (KPa)
۱	۲	۱ A	۵۲/۵۰۰	۱/۳۰۳	۲۸۵/۰۸	۱۳۴/۹۹
۲	۱۶	۱/۵ A	۵۲/۱۳۰	۱/۲۹۲	۲۸۱/۵۷	۱۳۵/۴۶
۳	۱	۲ A	۵۱/۷۳۹	۱/۲۸۱	۲۷۸/۰۶	۱۳۵/۹۳
۴	۶	۱ C	۵۳/۲۸۶	۱/۵۲۳	۳۰۹/۰۶	۱۵۵/۲۶
۵	۱۷	۱/۵ C	۵۳/۲۸۵	۱/۴۵۴	۲۹۹/۹۹	۱۴۷/۹۳
۶	۲	۲ C	۵۳/۲۸۳	۱/۳۷۵	۲۹۰/۹۲	۱۴۰/۵۹
۷	۱۳	۱ A	۵۲/۴۲۰	۱/۳۱۷	۲۸۱/۱۶	۱۳۶/۲۱
۸	۱۴	۱/۵ A	۵۲/۰۳۰	۱/۳۰۶	۲۷۷/۶۵	۱۳۶/۶۸
۹	۱۵	۲ A	۵۱/۶۳۹	۱/۲۹۵	۲۷۴/۱۴	۱۳۷/۱۵
۱۰	۱۰	۱ C	۵۲/۱۸۹	۱/۴۴۷	۲۹۵/۵۴	۱۴۹/۴۵
۱۱	۱۱	۱/۵ C	۵۲/۱۸۷	۱/۳۶۸	۲۸۶/۴۷	۱۴۲/۱۱
۱۲	۱۲	۲ C	۵۲/۱۸۶	۱/۲۸۹	۲۷۷/۴۰	۱۳۴/۷۸
۱۳	۷	۱ A	۵۲/۲۷۱	۱/۳۳۷	۲۷۵/۲۸	۱۳۸/۰۵
۱۴	۱۸	۱/۵ A	۵۱/۸۸۱	۱/۳۲۶	۲۷۱/۷۷	۱۳۸/۵۲
۱۵	۸	۲ A	۵۱/۴۹۰	۱/۳۱۵	۲۶۸/۲۶	۱۳۸/۹۹
۱۶	۳	۱ C	۵۰/۵۴۳	۱/۳۱۹	۲۷۵/۲۶	۱۴۰/۷۳
۱۷	۱۹	۱/۵ C	۵۰/۵۴۲	۱/۲۴۰	۲۶۶/۱۹	۱۳۳/۴۰
۱۸	۵	۲ C	۵۰/۵۴۰	۱/۱۶۱	۲۵۷/۱۲	۱۲۶/۰۶
۱۹	-	خمیر CMP		۱/۲۷۱	۲۶۴/۹۳	۱۴۱/۵۸
		میانگین		۱/۳۲۸	۲۷۹/۷۸	۱۳۹/۱۵



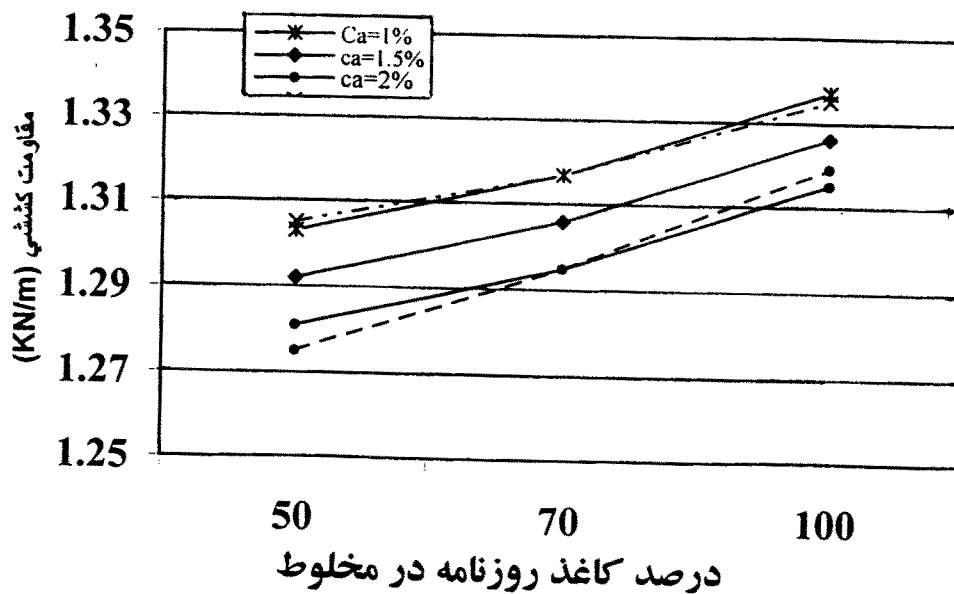
شکل ۱- تاثیر درجات مختلف اختلاط کاغذهای روزنامه و مجله باطله بر درجه شفافیت خمیرکاغذ بازیافتی با استفاده از EDTA



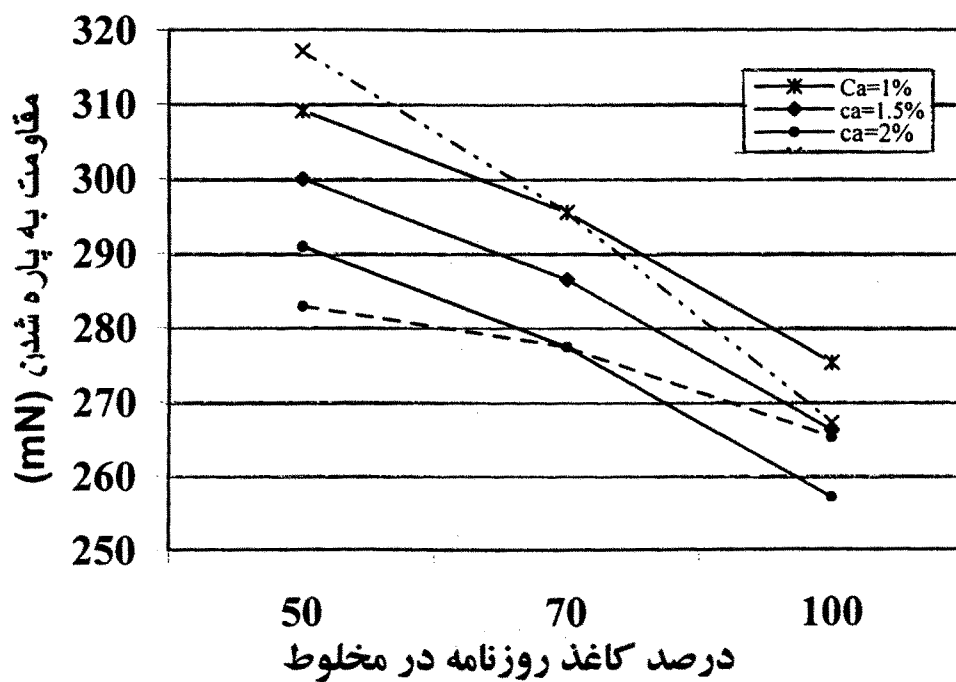
شکل ۲- تاثیر درجات مختلف اختلاط کاغذهای روزنامه و مجله باطله بر درجه شفافیت خمیرکاغذ بازیافتی با استفاده از DTPA



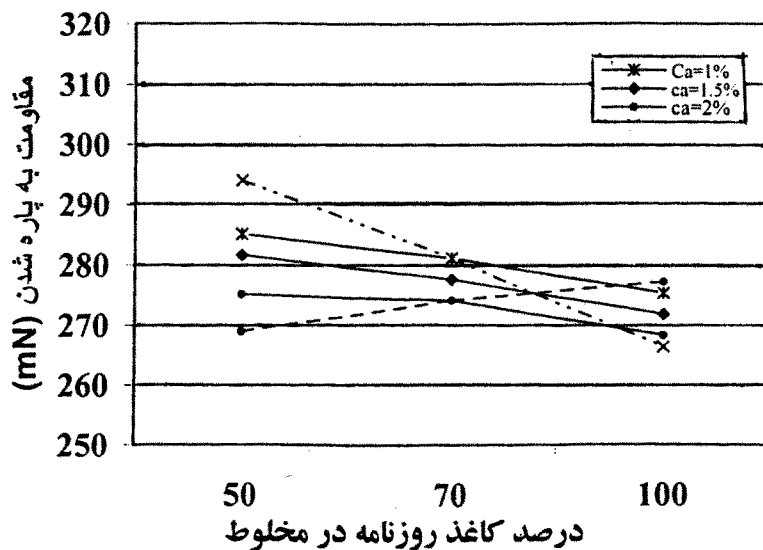
شکل ۳-تاثیر درجات مختلف اختلاط کاغذهای روزنامه و مجله باطله بر مقاومت کششی خمیرکاغذ بازیافتی با استفاده از EDTA



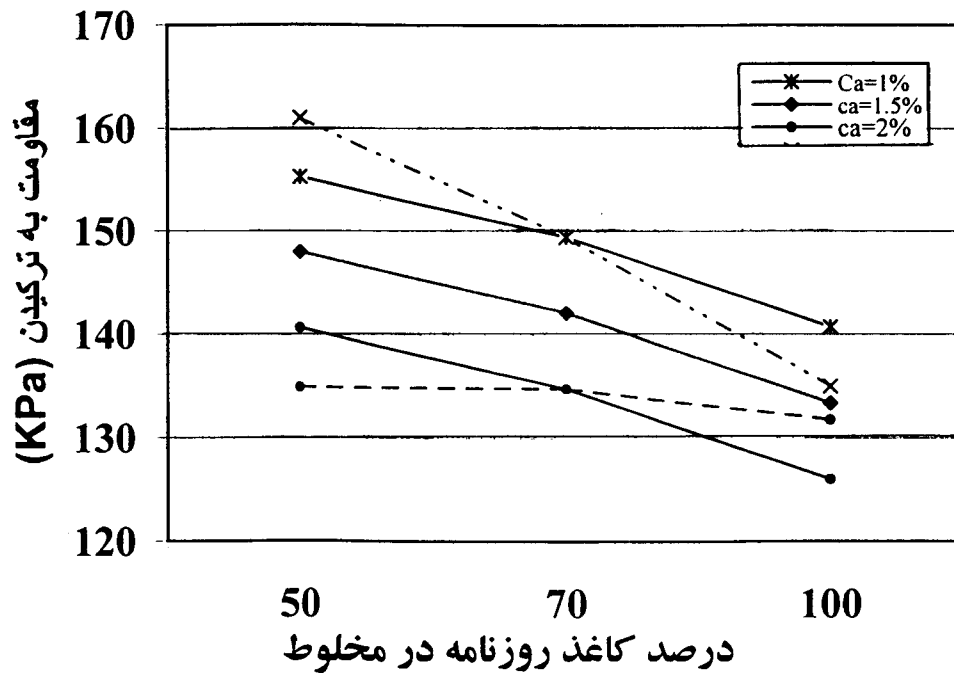
شکل ۴-تاثیر درجات مختلف اختلاط کاغذهای روزنامه و مجله باطله بر مقاومت کششی خمیرکاغذ بازیافتی با استفاده از DTPA



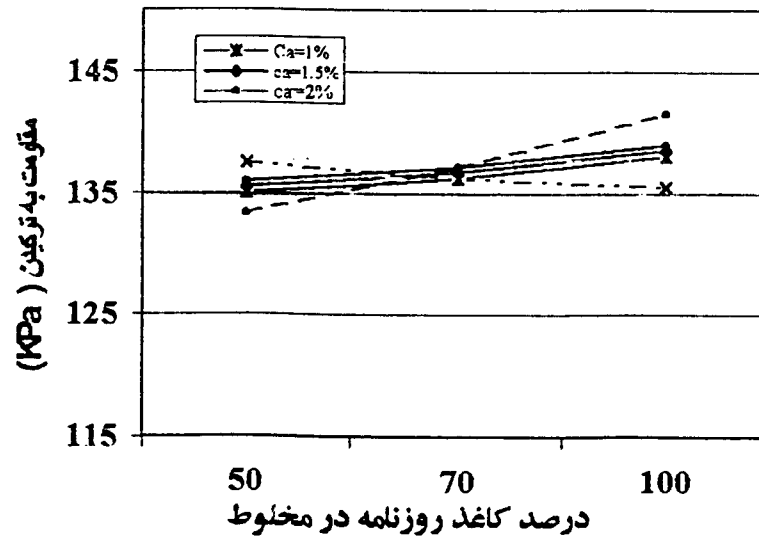
شکل ۵-تأثیر درجات مختلف اختلاط کاغذهای روزنامه ومجله باطله بر مقاومت به پاره شدن خمیرکاغذ بازیافتی با استفاده از EDTA



شکل ۶-تأثیر درجات مختلف اختلاط کاغذهای روزنامه ومجله باطله بر مقاومت به پاره شدن خمیرکاغذ بازیافتی با استفاده از DTPA



شکل ۷-تأثیر درجات مختلف اختلاط کاغذهای روزنامه و مجله باطله بر مقاومت به ترکین خمیرکاغذ بازیافتی با استفاده از EDTA



شکل ۸-تأثیر درجات مختلف اختلاط کاغذهای روزنامه و مجله باطله بر مقاومت به ترکین خمیرکاغذ بازیافتی با استفاده از DTPA

$0/008674Y_1 + 0/2262Y_2 + 0/00712Y_3 + 0/00361Y_4 = 1$
 براساس معادله فوق، امتیاز تعلق گرفته به هر یک از تیمارهای مربوط به کاغذهای حاصل از خمیر بازیافتی و خمیر CMP محاسبه و در جدول بر پایه مقادیر محاسبه شده برای هر یک از خواص نوری و مکانیکی با استفاده از معادلات رگرسیون (جدول ۳)، معادله نرمال‌سازی برای داده‌های حاصل از این معادلات به شرح زیر به دست آمد:
 $0/008590Y_1 + 0/2259Y_2 + 0/00715Y_3 + 0/00359Y_4 = 1$
 براساس معادله فوق، امتیاز تعلق گرفته به هریک از تیمارهای آزمون براساس داده‌های حاصل از معادلات رگرسیون، محاسبه و در جدول (۵) آمده است.

برای تعیین بهترین تیمار از نظر مجموع خواص نوری و مکانیکی، ضرایب معادله نرمال سازی محاسبه شد. در محاسبه ضرایب مذکور، درصد اهمیت هر یک از خواص نوری و مکانیکی به شرح زیر در نظر گرفته شد:

- درجه شفافیت (Y_1): ۴۵٪
- مقاومت کششی (Y_2): ۳۰٪
- مقاومت به پاره شدن (Y_3): ۲۰٪
- مقاومت به ترکیدن (Y_4): ۵٪
- جمع کل: ۱۰۰٪

با داشتن میانگین کل هر یک از خواص نوری و مکانیکی بعد از رنگ‌بری (جدول ۲)، معادله نرمال‌سازی برای داده‌های حاصل از آزمایشات به شرح زیر به دست آمد:

جدول ۴- امتیاز تعلق گرفته به هریک از تیمارهای آزمایشی خمیرهای بازیافتی و خمیر CMP داخلی براساس داده‌های حاصل از آزمایشات

شماره تیمار	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	خمیر CMP داخلی
	۵۰	۵۰	۱۰۰	۵۰	۱۰۰	۵۰	۱۰۰	۱۰۰	۷۰	
شرایط تیمار	A	C	C	A	C	C	A	A	B	
امتیاز	۰/۹۶۸۴	۱/۰۱۳۴	۰/۹۶۵۹	۱/۰۱۰۶	۰/۹۳۹۵	۱/۰۹۵۲	۰/۹۸۵۶	۰/۹۹۴۳	۰/۹۹۰۷	۱/۰۳۶۱

جدول ۵- امتیاز تعلق گرفته به هریک از تیمارهای آزمایشی خمیرهای بازیافتی براساس داده‌های حاصل از معادلات رگرسیون و خمیر

CMP داخلی

شماره ردیف	شماره تیمار	شرایط تیمار	امتیاز	شماره ردیف	شماره تیمار	شرایط تیمار	امتیاز
۱	۴	A ۱	۰/۹۹۷۶	۱۰	۱۰	C ۱	۱/۰۴۰۱
۲	۱۶	A ۱/۵	۰/۹۸۹۶	۱۱	۱۱	C ۱/۵	۰/۰۱۳۲
۳	۱	A ۲	۰/۹۸۱۴	۱۲	۱۲	C ۲	۰/۹۸۶۲
۴	۶	C ۱	۱/۰۸۰۷	۱۳	۷	A ۱	۰/۹۹۷۴
۵	۱۷	C ۱/۵	۱/۰۵۳۸	۱۴	۱۸	A ۱/۵	۰/۹۸۹۲
۶	۲	C ۲	۱/۰۲۶۸	۱۵	۸	A ۲	۰/۹۸۱۱
۷	۱۳	A ۱	۰/۹۹۷۷	۱۶	۳	C ۱	۰/۹۷۹۵
۸	۱۴	A ۱/۵	۰/۹۸۹۶	۱۷	۱۹	C ۱/۵	۰/۹۵۲۵
۹	۱۵	A ۲	۰/۹۸۱۴	۱۸	۵	C ۲	۰/۹۲۵۵
				۱۹	خمیر CMP		۱/۰۳۶۱

بحث و نتیجه‌گیری

مقایسه خواص نوری و مکانیکی کاغذهای حاصل از خمیر بازیافتی و کاغذهای حاصل از خمیر CMP نشان داد که اگرچه کاغذهای حاصل از خمیر CMP از نظر درجه شفافیت بالاتر از کاغذهای حاصل از خمیر بازیافتی هستند ولی از نظر خواص مکانیکی در مقایسه با تیمارهای مختلف آزمایشی (در درجه روانی یکسان)، در مرتبه پایین‌تر و یا حداکثر مساوی قرار دارند. این مورد به‌ویژه در مقایسه خواص خمیر CMP با خمیر بازیافتی حاصل از تیمار شماره ۶، به خوبی دیده می‌شود (جدول ۲).

امتیازات متعلق به این دو نیز موید این مطلب است (امتیاز ۱/۰۳۶۱ برای خمیر CMP و امتیاز ۱/۰۹۵۲ برای خمیر بازیافتی حاصل از تیمار شماره ۶).

دلیل این امر آن است که خمیر CMP از مخلوط چوب‌های پهن‌برگان داخلی تهیه می‌شود و دارای خواص مکانیکی بالایی نمی‌باشد. به همین دلیل برای تولید کاغذ روزنامه از این خمیر، نزدیک به ۲۰ درصد خمیر الیاف بلند وارداتی به خمیر CMP افزوده می‌شود. خمیر بازیافتی از مخلوط کاغذهای روزنامه و مجله باطله به دلیل داشتن مقداری خمیر شیمیایی الیاف بلند می‌توان سبب بهبود خواص مکانیکی خمیر CMP گردد ولی به دلیل پایین بودن درجه شفافیت خمیر بازیافتی در این تحقیق، نمی‌توان سهم آن در مخلوط با خمیر CMP را از حد مشخصی بالاتر برد.

باتوجه به نتایج خواص نوری و مکانیکی کاغذهای دست‌ساز حاصل از تیمارهای آزمایشی (جدول ۲) و امتیازهای تعلق گرفته به هریک از تیمارهای مذکور (جدول ۴) مشاهده می‌شود که تیمار شماره ۶ (مخلوط ۵۰/۵۰ کاغذهای روزنامه و مجله باطله، EDTA به‌عنوان ماده کیلات‌کننده و مقدار ۱ درصد یون کلسیم) با امتیاز ۱/۰۹۵۲ رتبه اول را داراست. لذا می‌توان نتیجه گرفت که این تیمار از نظر مجموع خواص نوری و مکانیکی کاغذهای

دست‌ساز، بهترین تیمار می‌باشد. در مرتبه‌های بعدی به ترتیب تیمار شماره ۲ (مخلوط ۵۰/۵۰ کاغذهای روزنامه و مجله باطله، EDTA و مقدار ۲ درصد یون کلسیم) با امتیاز ۱/۰۱۳۴ و تیمار شماره ۴ (مخلوط ۵۰/۵۰ کاغذهای روزنامه و مجله باطله، DTPA و مقدار ۱ درصد یون کلسیم) با امتیاز ۱/۰۱۰۶ قرار دارند. باتوجه به اینکه از میان خواص نوری و مکانیکی مورد بررسی در این تحقیق، درجه شفافیت با مقدار اهمیت ۴۵ درصد (از مجموع ۱۰۰ درصد)، مهمترین فاکتور مورد بررسی بوده است، لذا اهمیت استفاده از ماده کیلات‌کننده روشن می‌شود. نتایج حاصل نشان داده‌اند که EDTA در مقایسه با DTPA خواص نوری بهتری را در کاغذهای دست‌ساز ایجاد کرده است. لذا در شرایطی که امکان تهیه EDTA برای تولید انبوه خمیر جوهرزدایی شده وجود داشته باشد استفاده از آن توصیه می‌شود. با توجه به قیمت نسبتاً گرانتر این ماده در مقایسه با DTPA، از ماده اخیر نیز در صنایع بازیافت کاغذ استفاده می‌گردد. بر این اساس، تیمار شماره ۴ که در آن از DTPA استفاده شده است نیز علیرغم امتیاز کمتر نسبت به تیمارهای شماره ۶ و ۲، می‌تواند تیمار مناسبی در نظر گرفته شود.

توجه به داده‌های حاصل از معادلات رگرسیون (جدول ۳) و امتیازات تعلق یافته به هر یک از تیمارهای آزمونی برحسب معادلات مذکور (جدول ۵) نشان می‌دهد که در اینجا نیز تیمار شماره ۶ با امتیاز ۱/۰۸۰۷ بالاترین رتبه را دارا می‌باشد. در رتبه‌های بعدی به ترتیب تیمار شماره ۱۷ (مخلوط ۵۰/۵۰ کاغذهای روزنامه و مجله باطله، EDTA و مقدار ۱/۵ درصد یون کلسیم) با امتیاز ۱/۰۵۳۸ و تیمار شماره ۱۰ (مخلوط ۳۰/۷۰ کاغذهای روزنامه و مجله باطله، EDTA و مقدار ۱ درصد یون کلسیم) با امتیاز ۱/۰۴۰۱ قرار دارند. لذا مشاهده می‌شود که با افزایش سهم کاغذ روزنامه باطله به ۷۰ درصد و کاهش سهم کاغذ مجله باطله به ۳۰ درصد نیز می‌توان به امتیاز بالایی

۵۰/۵۰ اختلاط کاغذهای روزنامه و مجله باطله، مقداری افت خواهند کرد.

از DTPA نیز می‌توان به عنوان ماده کیلات‌کننده استفاده کرد ولی در این صورت نسبت اختلاط کاغذهای روزنامه و مجله باطله باید در سطح ۵۰/۵۰ حفظ شود و مقدار مصرف یون کلسیم نیز از ۱ درصد بیشتر نشود. در هر حال خواص نهایی کاغذهای حاصل از این شرایط، در مقایسه با استفاده از EDTA به‌عنوان عامل کیلات‌کننده، پایین‌تر خواهند بود.

تحقیق حاضر کاری نو در سطح کشور محسوب می‌شود و به دلیل گستردگی کار لاجرم بسیاری از عوامل در هر یک از مراحل خمیرسازی، جوهرزدایی و رنگ‌بری، ثابت در نظر گرفته شدند که پیشنهاد می‌شود در تحقیقات بعدی به صورت جداگانه بررسی شوند. به طور کلی نتایج حاصل از این تحقیق، با نتایج به‌دست آمده توسط سایر پژوهشگران به ویژه ماهگانکار و بانهام (۱۹۹۵)، و برویله و همکاران (۲۰۰۱) همخوانی دارد. به علاوه تاثیر استفاده از خمیر بازیافتی جوهرزدایی شده در مخلوط خمیر CMP داخلی و امکان جایگزینی نسبی آن با خمیر CMP (حاصل از چوب جنگل‌های شمار کشور) برای ساخت کاغذ روزنامه نیز در بخش دیگری از این تحقیق مورد مطالعه قرار گرفته است که نتایج آن متعاقباً گزارش خواهد شد.

دست یافت و این در صورتی است که از EDTA و مقدار ۱ درصد یون کلسیم استفاده شود.

مقایسه امتیازهای تعلق گرفته به تیمارهای آزمونی برحسب معادلات رگرسیون (جدول ۵) با امتیاز متعلق به خمیر CMP (۱/۰۳۶۱) نشان می‌دهد که تیمارهای شماره ۶، ۱۷ و ۱۰ دارای امتیاز بالاتر نسبت به خمیر CMP هستند. این امر نشان می‌دهد که خمیر بازیافتی توسط هر یک از تیمارهای مذکور نسبت به خمیر CMP، از مجموع خواص نوری و مکانیکی بهتر و بالاتری برخوردار است و لذا از آنها به خوبی می‌توان در مخلوط با خمیر CMP استفاده کرد.

به طور کلی و در مجموع چنین نتیجه گرفته می‌شود که در صورت استفاده از اختلاط ۵۰/۵۰ کاغذهای روزنامه و مجله باطله و با به کارگیری EDTA به عنوان عامل کیلات‌کننده و مقدار ۱ درصد یون کلسیم، بهترین خمیر بازیافتی از نظر مجموع خواص نوری و مکانیکی محصول نهایی به دست می‌آید. در همین شرایط مقدار مصرف یون کلسیم تا ۲ درصد نیز قابل افزایش است و محصول نهایی از نظر مجموع خواص نوری و مکانیکی در وضعیت قابل قبول قرار دارد ولی بدیهی است که این عمل، توجیه اقتصادی ندارد. سهم کاغذ روزنامه باطله در مخلوط کاغذها را می‌توان تا ۷۰ درصد نیز افزایش داد ولی در این صورت فقط بایستی از EDTA به‌عنوان ماده کیلات‌کننده و مقدار ۱ درصد یون کلسیم استفاده شود و خواص نهایی کاغذهای حاصل، در مقایسه با نسبت

منابع

۱- قاسمیان، علی، ۱۳۷۸. تکنولوژی بازیافت کاغذهای باطله و خصوصیات کیفی فرآورده‌های تولیدی، سمینار دکتری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ص ۶۷.

2-Ben, Y. & G.M.Dorris, 2000. Irreversible Ink Redeposition 26(8):289-293.

3-Brouillette, F., G.Dorris & C.Daneault, 2001. Effect of Initial pH on the Release of Dissolved, Colloidal, and Suspended Solids during Repulping of ONP and OMG. PAPRI

CAN, PGRLR 778, 19pp.

4-Lapierre, L. et al., 2002. Use of Sodium Sulphite for Deinking ONP:OMG at Neutral pH, Pulp and Paper Canada, 103(1):42-45.

5-Law, K.N., J.L. Valade & Z.J.Li, 1995. Replacement of the Chemical Pulp in Newsprint by Chemically Treated ONP. PAPRICAN, Progress in Paper Recycling, Feb. 1995:28-35.

6-Mahagaonkar, M. & Paul Banham, 1995. Effect of Deinking on Optical and Physical Properties of Secondary Fiber After Pulping and Flotation, Appita, 48(6): 429-434.

A study on the Properties of Local ONP/OMG Deinked Pulp in Comparison With Local CMP Pulp

A. Ghassemian¹

A. Enayati²

H. Ressalati³

K.L.Pinder⁴

Abstract

Randomized samples have been prepared from local Old Newspaper (ONP) and Magazine (OMG) with their specified mixtures having been repulped, deinked and subsequently bleached with hydrogen peroxide. Three levels of paper mix (100, 70/30 and 50/50 percent of ONP/OMG), 2 types of chelating agent (DTPA, EDTA), and 3 levels of calcium ions (1, 1.5 and 2%) have been studied as variable parameters. Brightness values of the deinked pulps, before and after bleaching, and optical and mechanical properties of bleached deinked pulps have been measured and compared with local hardwood CMP pulp.

The results have shown that although the brightness of CMP pulp is higher but its mechanical properties are lower than deinked pulp at similar freeness. Normalization results have shown that the deinking treatment using 50/50 ONP/OMG, EDTA and 1% calcium ion charge won the highest score or the best optical – mechanical properties as compared to local hardwood CMP pulps. As a result, it can be predicted that the bleached deinked pulp prepared under optimum conditions as indicated in this research, can be used as a mixture furnish with local CMP for making newsprint paper.

Keywords: Repulping, Deinking, Bleaching, Old newspaper, Old magazine, Brightness, Optical properties, Mechanical properties.

¹ -Ph. D. Scholar, Faculty of Natural Resources, University of Tehran (E-mail: ali-ghasemian@yahoo.com)

² -Associate Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran

³ -Associate Professor, Faculty of wood and Paper Eng., Agricultural Sciences and Natural Resources University of Gorgan.

⁴ -Emeritus Professor, Chemical Engineering Department, University of British Columbia, Canada