

## تعیین حد مطلوب پالایش کاغذ حاصل از کرافت لاینر بازیافتی

حمید نوری چپرودی<sup>۱\*</sup>، علی قاسمیان<sup>۲</sup>، علی شالبافان<sup>۳</sup> و رضا حاجی حسینی<sup>۳</sup>

\* نویسنده مسئول، دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،

E-mail: noori\_sh2003@yahoo.com

۲- استاد یار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس،

تاریخ پذیرش: بهمن ۱۳۸۶

تاریخ دریافت: آذر ۱۳۸۶

### چکیده

به منظور تعیین حد مطلوب پالایش خمیر کاغذ بازیافتی، کاغذهای کرافت لاینر باطله از سطح شهر بندرانزلی جمع آوری گردید و بعد از تبدیل کاغذها به سوسپانسیون خمیر و جداسازی الیاف، درجه‌روانی هر یک از خمیرها قبل و بعد از پالایش اندازه‌گیری شد. پالایش با دوره‌های ۳۰۰۰، ۶۰۰۰، ۹۰۰۰ و ۱۲۰۰۰ توسط پالاینده PFI صورت پذیرفت و از هر دور پالایش طبق استاندارد شماره ۹۵-TY۰۵sp آیین نامه TAPPI کاغذ دست‌ساز تهیه شد و ویژگیهای فیزیکی، مکانیکی و نوری آنها با نمونه کاغذ بدون پالایش مقایسه گردید. نتایج نشان داد که افزایش میزان پالایش مقاومت به ترکیدگی، مقاومت به کشش، شفافیت کاغذهای کرافت لاینر بازیافتی را افزایش ولی درجه‌روانی، ضخامت و مقاومت به پارگی را کاهش داده است. با استفاده از معادلات نرمال‌سازی نیز مشخص شد که تیمار با پالایش ۹۰۰۰ دور به لحاظ مجموع صفات، از مطلوبیت بیشتری برخوردار است.

واژه‌های کلیدی: پالایش، کاغذ بازیافتی کرافت لاینر، پالاینده PFI، دستگاه الیاف بازکن، کاغذ دست ساز.

### مقدمه

یکی از ویژگیهای اساسی کاغذ، خواص مقاومتی آن است. به طوری که کاغذهای تولید شده از منابع مختلف باید از مقاومت کافی برخوردار باشد تا پس از تولید بتوان آن را به طور رضایتبخشی به مصرف رسانید (۳). در طی چند دهه اخیر استفاده از کاغذ باطله برای تولید انواع محصولات کاغذی حرکت رو به رشدی داشته و به عنوان یک ضرورت در جهان مطرح گردیده است. به طوری که در اکثر کشورها به دلیل افزایش مصرف سرانه کاغذ، کمبود فزاینده چوب و منابع سلولزی جنگلی، نیاز به سرمایه گذاری برای ایجاد مجتمعهای جدید چوب و کاغذ و مشکلات زیست محیطی ناشی از اینگونه مجتمع‌ها، توسعه صنعت بازیافت الیاف سلولزی از

کاغذهای باطله امری اجتناب ناپذیر است، علاوه بر مشکلات فوق در کشور ما ایران برای وارد کردن انواع کاغذها ارز قابل ملاحظه‌ای از کشور خارج می‌گردد و این ارز با رشد مصرف واردات در سالهای آتی نیز افزایش می‌یابد که این روند برای ساختار اقتصادی جامعه مضر خواهد بود (۲). در این راستا صنعت بازیافت کاغذ که از اوایل قرن بیستم بعنوان یکی از مهمترین راهکارهای کاهش بهره برداریهای بی‌رویه از منابع جنگلی در کشورهای توسعه یافته مدنظر قرار گرفته، می‌تواند در کشور ما نیز منشأ خدمات شایانی به منابع طبیعی کشور باشد. علی‌رغم گرایش شدید کشورهای پیشرفته به سوی صنعت بازیافت در قرن حاضر و پیشرفتهای زیاد این صنعت در دهه های اخیر، کاغذ باطله به دلیل اینکه

نمونه بدون پالایش مقایسه کرد. کاغذهای ساخته شده به منظور بازیابی سه بار بازیافت شدند و در هر مرحله سه نوع کاغذ بدون پالایش، پالایش با ۲۵۰۰ دور و پالایش با ۷۵۰۰ دور ساخته شد و تست گردید. نتایج نشان داد که در اثر تعداد بازیافت مقاومت به کشش کاهش می‌یابد ولی با افزایش میزان پالایش بر روی خمیرهای بازیافتی مقاومت به کشش افزایش می‌یابد وی دلیل کاهش مقاومت به کشش در اثر بازیافت را کاهش پیوندهای بین لیفی دانست و بیان داشت که در اثر بازیافت مکرر مقاومت کششی تک تک الیاف اندکی کاهش می‌یابد و کاهش سطوح پیوندهای بین لیفی عمده‌ترین نقش را در کاهش مقاومت به کشش خمیرهای بازیافتی بازی می‌کند (۶).

از آنجایی که انواع الیاف در بازیافت ممکن است رفتار متفاوتی داشته باشند یافته‌های علمی در مورد یک نوع الیاف را لزوماً نمی‌توان به سایر انواع الیاف تعمیم داد. لذا هدف عمده این تحقیق بررسی اثر پالایش بر روی بازیافت کاغذ باطله کرافت لاینر می‌باشد تا حد مطلوب پالایش که در آن مقاومت مکانیکی و خواص فیزیکی کاغذ حاصل از بازیافت در مقام مقایسه با خمیر پالایش نشده آن در مناسب‌ترین وضعیت خود قرار داشته باشد مشخص گردد.

### مواد و روشها

در این تحقیق از کاغذ بازیافتی کرافت لاینر استفاده شد. برای این منظور کاغذهای بازیافتی کرافت لاینر به میزان ۵ کیلوگرم از شهر بندرانزلی جمع آوری گردید. کاغذهای باطله به تکه‌های حدود پنج سانتی متری پاره شده و در محفظه‌ای با مقدار مناسب آب مقطر مخلوط گردیده تا خرده کاغذها به صورت معلق درآیند. مخلوط حاصل به مدت هفت روز در این وضعیت باقی ماند. پس از آن به آهستگی به وسیله یک همزن همزده شد تا

حداقل یکبار مسیر تولید را گذرانده و برای تولید آن انرژی مصرف گردیده متفاوت از الیاف بکر است لذا کاهش شدید خواص مقاومتی کاغذهای بازیافتی درمقام مقایسه با کاغذهای تولید شده از الیاف بکر به عنوان یک معضل اساسی در صنعت بازیافت کاغذ خودنمایی می‌کند. به همین دلیل در این تحقیق سعی شده با تعیین حد مطلوب پالایش خمیر کاغذ حاصل از بازیافت کاغذهای کرافت لاینر راهکاری در جهت بهبود خواص مقاومتی - کاغذهای بازیافتی ارائه گردد.

هاوز و دوشی (۱۹۸۶) با بررسی تأثیر بازیافت مکرر بر روی الیاف دست دوم دریافتند که ذرات نرمه بازیافتی می‌تواند کمی به مقاومت خمیر کمک کنند اما اگر خمیر پالایش گردد ذرات نرمه حاصله کمتر از ذرات نرمه قبلی به مقاومت کمک خواهند کرد. ذرات نرمه به وجود آمده باعث کاهش سرعت آبیگری می‌گردند. بنابراین در سرعت آبیگری برابر، خمیر بازیافتی ضعیف تر از خمیر بکر می‌باشد یا اینکه در مقاومت برابر، سرعت آبیگری از خمیر بازیافتی به مراتب کندتر از خمیر بکر خواهد بود (۴).

کوبین و همکاران (۱۹۹۶) آثار فرآیند بازیافت بر روی ویژگیهای کاغذسازی از خمیر مکانیکی و راندمان بالا را تحت مطالعه قرار دادند. آنها دریافتند که خشک شدن الیاف در این نوع خمیرها در اولین مرحله تولید کاغذ، بیشترین تغییرات را در خواص الیاف ایجاد می‌نماید که اکثر این تغییرات تا حد زیادی برگشت ناپذیرند. اما خشک شدن‌های مجدد بعدی (از دست دادن آب تا آخرین حد ممکن) تغییرات چندانی را در خواص الیاف ایجاد نمی‌کند. در این بین افت ظرفیت جذب آب و پتانسیل ایجاد اتصالات الیاف به وضوح مشاهده شد (۵).

خانتایانوانگ (۲۰۰۲) به منظور بررسی اثر پالایش و بازیافت بر روی ویژگیهای الیاف خمیر و کاغذ، از خمیر بکر کرافت رنگبری شده پهن برگان که با دور ۲۵۰۰ و پالایش شده بودند، کاغذ دست‌ساز ساخت و با

کاغذهای بازیافتی بدون پالایش اداری با کاغذهای پالایش شده از آزمون تجزیه واریانس استفاده شد و سپس گروه-بندی میانگینها با کمک آزمون دانکن صورت پذیرفت. در نهایت برای تعیین بهترین تیمار از معادلات نرمال سازی استفاده شد.

### نتایج

#### الف - ویژگی فیزیکی

##### ۱- ضخامت

ضخامت کاغذهای دست ساز باطله در دور پالایشهای مختلف برای هر یک از تیمارها با پنج تکرار اندازه گیری شد که میانگین آنها همراه با نتایج آزمون دانکن در جدول (۱) آورده شده است. که نشان دهنده روند کاهشی ضخامت با افزایش میزان پالایش است.

الیاف از هم باز شوند. دفیبره کردن کامل الیاف بر اساس استاندارد شماره ۸۸-۲۵۰om آیین نامه TAPPI صورت پذیرفت. درجه روانی خمیر بر اساس استاندارد شماره ۹۹-۲۲۷ om آیین نامه TAPPI اندازه گیری و پالایش خمیر بر اساس استاندارد شماره ۸۵-۲۴۸ om آیین نامه TAPPI با دوره های ۳۰۰۰، ۹۰۰۰، ۶۰۰۰ و ۱۲۰۰۰ توسط دستگاه PFI و با سه تکرار انجام شد. مشخصات دستگاه پالاینده PFI عبارتند از: بار اعمال شده =  $3/3 (N/mm)$ ، سرعت گردش تیغه ها =  $23/256$  دور بر ثانیه، فاصله بین تیغه ها با جدار داخلی پالاینده (gap) =  $0/2 mm$ . برای تهیه کاغذ دست ساز از استاندارد ۹۲-۲۰۵sp آیین نامه TAPPI استفاده شد. از هر دور پالایش کاغذهای باطله و نمونه های شاهد (بدون پالایش) تعداد ۱۰ عدد کاغذ با وزن پایه  $60 \pm 0/5$  گرم بر متر مربع ساخته شد. بعد از به دست آوردن اطلاعات حاصل از آزمایش جهت مقایسه

جدول ۱- نتایج میانگین مقادیر ویژگیهای کاغذ باطله دست ساز و آزمون دانکن

میزان پالایش (تعداد دور پالاینده)					میانگین نتایج
۱۲۰۰۰	۹۰۰۰	۶۰۰۰	۳۰۰۰	.	
۸۵/۴c	۸۷c	۸۹/۶c	۹۷b	۱۰۵a	ضخامت ( $\mu$ )
۴/۹۸۸a	۵/۰۶۴a	۳/۹۸۸b	۳/۱۳۲c	۲/۰۳۴d	اندیس مقاومت به ترکیدگی ( $KPam^2/g$ )
۸۶/۳۲a	۸۵/۷۷a	۸۲/۰۳۸a	۶۸/۴۵۱b	۴۷/۵۷۴c	اندیس مقاومت به کشش ( $Nm/g$ )
۱۵/۹۱۶	۱۶/۰۵۸	۱۶/۴۵۶	۱۷/۱۲۲	۱۷/۴۷۴	اندیس مقاومت به پارگی ( $mNm^2/g$ )
۲۲/۳۳۸	۲۲/۰۹۲	۲۱/۸۲	۲۱/۵۱۶	۲۱/۳۱۸	شفافیت (%)

پالایش بیشترین و کاغذ حاصل از پالایش ۱۲۰۰۰ دور کمترین مقدار ضخامت را دارا بودند.

نتایج آزمون تجزیه واریانس نشان داد که در سطح احتمال ۵ درصد خطا اختلاف معنی داری بین مقادیر مربوط وجود دارد (جدول ۲)، به طوریکه کاغذ بدون

جدول ۲- آزمون تجزیه واریانس ضخامت کاغذ های دست ساز باطله در دور پالایشهای مختلف

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	محاسبه شده F	سطح معنی داری
تیمار	۱۳۲۵/۶	۴	۳۳۱/۴	۲۸/۲۷۶**	.
خطا	۲۳۴/۴	۲۰	۱۱/۷۲		
کل	۱۵۶۰	۲۴			

\*\*\*= معنی داری در سطح ۵ درصد خطا

## ب - ویژگیهای مکانیکی

## ۱- مقاومت به ترکیدگی

مقاومت به ترکیدگی عبارت است از فشار هیدرولیکی مورد نیاز برای پاره کردن کاغذ که از میان یک دیافراگم ۳۰/۵ میلی متری به کاغذ وارد می شود. جهت بررسی

مقاومت به ترکیدگی کاغذهای دست ساز باطله در دور پالایشهای مختلف، مقادیر اندیس مقاومت به ترکیدگی هر یک از تیمارها با پنج تکرار اندازه گیری شد که میانگین نتایج به همراه آزمون دانکن در جدول (۱) مشاهده می شود.

جدول ۳- آزمون تجزیه واریانس اندیس مقاومت به ترکیدگی کاغذهای دست ساز باطله در دور پالایشهای مختلف

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	محاسبه شده F	سطح معنی داری
تیمار	۳۳/۰۲۴	۴	۸/۲۵۶	۲۵۹/۳۷۸**	.
خطا	۰/۶۳۷	۲۰	۰/۰۳۲		
کل	۳۳/۶۶۰	۲۴			

\*\*\*= معنی داری در سطح ۵ درصد خطا

نتایج آزمون تجزیه واریانس نشان داد که در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری بین مقادیر مربوط وجود دارد (جدول ۳)، به طوریکه کاغذ بدون پالایش کمترین و کاغذ حاصل از پالایش ۹۰۰۰ دور بیشترین مقدار مقاومت به ترکیدگی را دارا بودند.

استاندارد می شود به مقاومت کششی معروف است به منظور بررسی مقاومت به کشش کاغذهای دست ساز باطله، مقادیر اندیس مقاومت به کشش هر تیمار با پنج تکرار اندازه گیری شد که نتایج میانگین آنها به همراه آزمون دانکن در جدول (۱) ارائه شده است.

## ۲- مقاومت به کشش

ماکزیم نیروی کششی بر واحد سطح نمونه خمیر مورد آزمایش که سبب گسیختگی یا پارگی در شرایط

جدول ۴- آزمون تجزیه واریانس اندیس مقاومت به کشش کاغذهای دست ساز باطله در دور پالایشهای مختلف

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	محاسبه شده F	سطح معنی داری
تیمار	۵۴۲۴/۹۴۷	۴	۱۳۵۶/۲۳۷	۶۱/۳۲۵**	.
خطا	۴۲۲/۳۱۳	۲۰	۲۲/۱۱۶		
کل	۵۸۶۷/۲۶	۲۴			

\*\*\* = معنی داری در سطح ۵ درصد خطا

### ۳- مقاومت به پارگی

مقدار نیروی لازم جهت ادامه پارگی اولیه ایجاد شده در یک لایه کاغذ را مقاومت به پارگی می‌گویند. مقادیر اندیس مقاومت به پارگی کاغذهای دست ساز اداری باطله در دور پالایشهای مختلف، برای هر یک از تیمارها با پنج تکرار اندازه گیری شد که نتایج میانگین آنها در جدول (۱) مشاهده می‌گردد.

نتایج آزمون تجزیه واریانس نشان داد که در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری بین مقادیر مربوط وجود دارد (جدول ۴)، به طوریکه کاغذ بدون پالایش کمترین و کاغذ حاصل از پالایش ۱۲۰۰۰ دور بیشترین مقدار مقاومت به کشش را دارا بودند.

جدول ۵- آزمون تجزیه واریانس اندیس مقاومت به پارگی کاغذهای دست ساز اداری باطله در دور پالایشهای مختلف

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	محاسبه شده F	سطح معنی داری
تیمار	۹/۰۹۱	۴	۲/۲۲۳	۱/۵۴۵ <sup>n.s</sup>	۰/۲۲۷
خطا	۲۹/۴۱۴	۲۰	۱/۴۷۱		
کل	۳۸/۵۰۵	۲۴			

n.s = عدم معنی داری

### ج - ویژگی نوری

#### ۱- شفافیت

شفافیت کاغذ با توان انعکاس نور تک رنگ با طول موج ۴۵۷ نانومتر متناسب است. به منظور بررسی مقادیر شفافیت کاغذهای دست ساز باطله در دور پالایشهای مختلف، مقادیر شفافیت هر یک از تیمارها با پنج تکرار اندازه گیری شد که نتایج میانگین آنها در جدول (۱) مشاهده می‌گردد.

نتایج آزمون تجزیه واریانس نشان داد که در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری بین مقادیر مربوط وجود ندارد (جدول ۵)، با این وجود کاغذ بدون پالایش بیشترین و کاغذ حاصل از پالایش ۱۲۰۰۰ دور کمترین مقدار مقاومت به پارگی را دارا بودند.

جدول ۶- آزمون تجزیه واریانس شفافیت کاغذهای دست ساز باطله در دور پالایشهای مختلف

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	محاسبه شده F	سطح معنی داری
تیمار	۳/۶۵۱	۴	۰/۹۱۳	۱/۲۶۴ <sup>n.s</sup>	۰/۳۱۷
خطا	۱۴/۴۳۸	۲۰	۰/۷۲۲		
کل	۱۸/۰۸۹	۲۴			

n.s = عدم معنی داری

پالایش ۹۰۰۰ دور بهترین تیمار بوده و به لحاظ مجموع ویژگیهای کاغذ، دارای مطلوبیت بیشتری می باشد.

### بحث و نتیجه گیری

نتایج حاصل نشان داد علی رغم اینکه کاغذهای مورد استفاده حداقل یکبار مسیر تولید را گذرانده اند و میزان واکنشیدگی کمتری نسب به الیاف بکر دارند ولی افزایش مقاومت در برخی از صفتهای مورد بررسی دیده شد. به طوریکه با افزایش پالایش اندیس مقاومت به ترکیدگی افزایش یافت که علت آن انعطاف پذیرتر شدن الیاف و ایجاد اتصالات هیدروژنی بیشتر می باشد که موجب افزایش پیوند بین الیاف شده، در نتیجه مقاومت کاغذ زیادتیر می گردد. در واقع افزایش مقاومت به ترکیدگی کاغذهای باطله کرافت لاینر با افزایش پالایش، مدیون فیبریل شدن بیشتر همزمان با ایجاد نرمة کمتر می باشد. آزمون دانکن نیز نشان داد که افزایش پالایش تا ۹۰۰۰ دور تأثیر معنی داری بر روی مقاومت به ترکیدگی دارد و با افزایش پالایش تا ۱۲۰۰۰ دور در افزایش مقاومت به ترکیدگی تأثیر معنی داری نداشته و هر دو تیمار در یک گروه قرار گرفتند.

با افزایش میزان پالایش خمیر، به دلیل افزایش انعطاف پذیری، سطح الیاف و قابلیت لهیدگی الیاف ضخامت کاغذهای حاصل کاهش یافت.

با افزایش میزان پالایش اندیس مقاومت به کشش نیز افزایش نشان داد که دلیل آن افزایش انعطاف پذیری و زیاد

نتایج آزمون تجزیه واریانس نشان داد که در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری بین مقادیر مربوط وجود ندارد (جدول ۶)، بدین ترتیب کاغذ بدون پالایش کمترین و کاغذ حاصل از پالایش ۱۲۰۰۰ بیشترین مقدار شفافیت را دارا بودند.

### د- معادلات نرمال سازی

بعد از اندازه گیری خواص نوری و مکانیکی کاغذهای دست ساز باطله حاصل از دور پالایشهای مختلف، معادلات نرمال سازی محاسبه و بهترین تیمار آزمایشی از نظر مجموع خواص نوری و مکانیکی تعیین گردید [1]. در محاسبه ضرایب معادلات نرمال سازی، درصد اهمیت هر یک از خواص نوری و مکانیکی با سه تکرار در نظر گرفته شد تا از صحت نتایج اطمینان حاصل شود. معادلات حاصله به صورت زیر می باشد که در آن A نشانه اندیس مقاومت به ترکیدگی، B نشانه اندیس مقاومت به کشش، C نشانه اندیس مقاومت به پارگی و D نشانه درصد شفافیت است:

معادله نرمال سازی برای الگوی شماره ۱

$$0.078105 A + 0.005403 B + 0.012045 C + 0.004584 D = 1$$

معادله نرمال سازی برای الگوی شماره ۲

$$0.10414 A + 0.004052 B + 0.009033 C + 0.006875 D = 1$$

معادله نرمال سازی برای الگوی شماره ۳

$$0.130174 A + 0.002702 B + 0.006022 C + 0.009167 D = 1$$

معادلات نرمال سازی در هر سه الگوی مذکور نتایج یکسانی را نشان داد، بدین ترتیب تیمار مربوط به

افزایش پالایش به منظور افزایش مقاومتها در این کاغذها جایز نمی‌باشد.

### سیاسگزاری

بدین وسیله از زحمات مسئولین محترم بخش تحقیقات و توسعه کارخانه چوب و کاغذ ایران و همچنین مسئولین آزمایشگاه بخش صنایع سلولزی و بسته‌بندی موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران که در انجام این پژوهش مرا یاری کردند کمال تشکر و قدردانی دارم.

### منابع مورد استفاده

قاسمیان، علی، ۱۳۸۲، بررسی استفاده از خمیر جوهرزدایی شده کاغذ روزنامه و مجله باطله در ترکیب خمیر CMP داخلی برای تولید کاغذ روزنامه. پایان‌نامه دکتری دانشگاه تهران.

میرشکرای، سیداحمد، ۱۳۸۰، (تألیف: کیت کتی و دیوید گست)، راهنمای بازیافت کاغذ باطله، انتشارات آییز، ۱۴۰ صفحه.

میرشکرای، سیداحمد، صادقی‌فر، حسن، ۱۳۸۱، (تألیف: جان کریستوفر روبرتس)، شیمی کاغذ، انتشارات آییز، ۱۸۴ صفحه.

Hawes, H. F. and R. S. Doshi., 1986. Fiber characterization using confocal microscopy the effect of Recycling. Tappi.J. 78(12), pp: 131-137  
Kewin, L., L.Jacques & V.Jinying., 1996. Effect of recycling on papermaking and high yield pulps. Tappi Journal. 79(3), pp: 167-172

Khantayanuwang, s., 2006. Effect of beating and recycling on strength of pulp fibers and paper. Kasetsart Journal (Nat.Sci), pp: 193-199

شدن اتصالات بین الیاف می‌باشند که عمدتاً به دلیل فیبریله شدن خوب الیاف بوده است و نرمه‌ها نیز تا حدی به افزایش اتصالات هیدروژنی کمک کردند. آزمون دانکن نشان داد که افزایش پالایش تا ۶۰۰۰ دور تأثیر معنی‌دار بر روی مقاومت به کشش داشته و افزایش پالایش تا ۱۲۰۰۰ دور در افزایش مقاومت به کشش معنی‌دار نبوده و هر سه تیمار در یک گروه قرار گرفتند.

با افزایش پالایش اندیس مقاومت به پارگی کاهش یافت که علت آن به دلیل کوتاه تر شدن طول الیاف و افزایش اتصالات بین آنها می‌باشد. ولی آزمون تجزیه واریانس نشان داد که کاهش مقاومتها معنی‌دار نبود.

با افزایش میران پالایش شفافیت کاغذها افزایش داشت که علت آن افزایش اتصالاتی است که منجر به افزایش تقابل نوری شد و در نتیجه تفرق و انکسار نور کاهش یافت. با این وجود افزایش شفافیت کاغذ در تیمارها به کمک آزمون تجزیه واریانس نشان داد که معنی‌دار نبود.

با توجه به نتایج حاصل از اندازه‌گیری خواص فیزیکی، نوری و مکانیکی، از آنجایی که تمامی خواص مطلوب در یک تیمار وجود نداشت با استفاده از معادلات نرمال‌سازی بهترین تیمار از لحاظ مجموع خواص مورد اندازه‌گیری با سه تکرار مشخص شد. تیمار با پالایش ۹۰۰۰ دور از لحاظ مجموع صفات به عنوان بهترین تیمار می‌باشد و تیمار با پالایش ۱۲۰۰۰ دور در رتبه بعدی قرار دارد. لذا پیشنهاد می‌گردد که پالایش ۹۰۰۰ دور حد مطلوب پالایش برای کاغذهای باطله کرافت لاینر بوده و

## Determination of optimum Refining of paper made of recovered Kraft liner

Noori, H.<sup>1</sup>, Ghasemian, A.<sup>2</sup>, Shalbafan, A.<sup>3</sup> and Haji hassani, R.<sup>3</sup>

1-Master science, Faculty of Forestry and Wood Technology, Agricultural and Resources University of Gorgan.

2- Assistant professor, Faculty of Forestry and Wood Technology, Agricultural and Resources University of Gorgan.

3- Master science, Faculty of Forestry and Wood Technology, Agricultural and Resources University of Tarbiat Modares , Noor.

### Abstract

This study has been performed in order to determination of optimum refining of paper made of recovered Kraft liner. Recovered Kraft liner has been prepared from anzali city. After shredding into 5 centimeter pieces, the papers were soaked in distillated water in pail. After 7 days fibers was separated of each other by disintegrator and freeness for each pulp before and after refining were measured. They were refined in revolutions of 3000, 6000, 9000, 12000 by PFI mill. Hand sheets were made from each revolution in order to TAPPI standard T 205om-95 number, and then were compared with control sample. Analysis of variance of waste papers were conducted using completely randomized design, then mean values were compared, using Duncan's test, and finally the normalization equations were used to determine the best sample. Results showed that increasing of refining revolution increased strength of burst, tensile and brightness but decrease freeness, thickness and tear strength at product. Normalization equations showed that the best papers made from refining revolution of 9000.

**Key words:** Refining, Kraft liner, PFI mill, Disintegrator, hand sheet.

Archive of SID