



دانشگاه گورگان  
فصلت‌های کشاورزی و منابع طبیعی گورگان

نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل

جلد بیستم و یکم، شماره دوم، ۱۳۹۳

<http://jwfst.gau.ac.ir>

## بررسی تأثیر اختلاط سطوح مختلف خمیر کاغذ مرکب‌زدایی شده مخلوط

### کاغذ باطله اداری بر ویژگی‌های خمیر کاغذ APMP تبریزی

\* شیمیا دانتیسم<sup>۱</sup>، علی قاسمیان<sup>۲</sup>، احمد رضا سراییان<sup>۲</sup>، الیاس افرا<sup>۳</sup> و مرتضی مشعلچیان<sup>۱</sup>

<sup>۱</sup> کارشناس ارشد گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،

<sup>۲</sup> دانشیار گروه صنایع خمیر و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،

<sup>۳</sup> استادیار گروه صنایع خمیر و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۷/۱۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۷/۲۰

#### چکیده

این پژوهش با هدف بررسی امکان استفاده از خمیر کاغذ مرکب‌زدایی شده کاغذهای باطله اداری به‌عنوان جایگزین بخشی از خمیر کاغذ الیاف بلند وارداتی همراه با خمیر کاغذ APMP تبریزی انجام شد. در ابتدا از خرده چوب‌های گونه تبریزی خمیر کاغذ APMP تهیه شد. مرکب‌زدایی مخلوط کاغذهای باطله اداری به روش متداول شناورسازی انجام شد. سه نوع خمیر کاغذ APMP، خمیر کاغذ الیاف بلند و خمیر کاغذ مرکب‌زدایی شده تا رسیدن به درجه روانی حدود ۳۰۰ میلی‌لیتر استاندارد کانادایی پالایش شده و به ترتیب با نسبت‌های شامل تیمار A (۸۰، ۲۰، ۰) به‌عنوان تیمار شاهد، تیمار B (۸۰، ۱۵، ۵)، تیمار C (۸۰، ۱۰، ۱۰)، تیمار D (۸۰، ۵، ۱۵) و تیمار E (۸۰، ۰، ۲۰) ترکیب و در تهیه کاغذ دست‌ساز به‌کار گرفته شدند. ویژگی‌های مکانیکی و نوری کاغذهای ساخته شده شامل شاخص مقاومت کششی، شاخص مقاومت به پاره شدن، طول پارگی، شاخص مقاومت به ترکیدن، درجه روشنی و ماتی بر اساس استانداردهای تاپی اندازه‌گیری شدند. نتایج حاصل از اندازه‌گیری‌ها و همچنین محاسبه‌های معادلات نرمال‌سازی نشان داد که جایگزینی حدود ۵ درصد خمیر کاغذ مرکب‌زدایی شده کاغذهای باطله اداری به‌جای خمیر کاغذ الیاف بلند وارداتی، کاغذ با خواص مکانیکی و نوری مطلوب‌تری را نتیجه خواهد داد.

**واژه‌های کلیدی:** خمیر کاغذ مکانیکی پروکسید قلیایی، تبریزی، کاغذ باطله اداری، خمیر کاغذ مرکب‌زدایی شده، الیاف بلند

\* مسئول مکاتبه: [shima\\_dantism@yahoo.com](mailto:shima_dantism@yahoo.com)

## مقدمه

محدودیت‌های زیست‌محیطی ناشی از تولید خمیر کاغذ بکر و همچنین کاهش نیاز به سرمایه‌گذاری‌های گسترده برای احداث کارخانه‌های کاغذسازی و اشتغال‌زایی حاصل از ایجاد واحدهای صنعتی کوچک، اهمیت گسترش صنعت بازیافت کاغذ باطله را بیشتر نشان می‌دهد (قاسمیان، ۲۰۰۶). کاغذ و مقواهای قابل بازیافت موجود در زباله‌های شهری عموماً شامل روزنامه، کتاب، مجله، کاغذهای چاپی، تبلیغاتی و تجاری، مکاتبات اداری، کاغذهای پرینت، مقوا و کاغذهای بسته‌بندی می‌باشد (ویدیا، ۱۹۹۹؛ اشمیت و همکاران، ۲۰۰۷). از طرفی بازیافت هر تن کاغذ باطله از قطع ۱۷ اصله درخت جنگلی جلوگیری می‌کند (وینالوا و ونزل، ۲۰۰۷). تحقیقات انجام شده در کشور نشان می‌دهد که فقط با بازیافت ۲۵ درصد کاغذ و مقوای موجود در زباله‌های تولیدی می‌توان سالانه ۱۰۰ هزار تن کاغذ بازیافتی به‌دست آورد (فرزادکیا، ۲۰۰۸).

مخلوط کاغذهای باطله اداری<sup>۱</sup> یکی از منابع مهم کاغذ باطله مصرفی در صنعت بازیافت بوده و به‌عنوان منبع مهمی از الیاف شیمیایی، از ظرفیت بسیار مناسبی برای بازیافت و استفاده دوباره در تولید انواعی از کاغذ مثل کاغذهای چاپ و تحریر برخوردار است (جنکو، ۱۹۹۴). از طرف دیگر، مشکلات دیگری مانند افت ویژگی‌های کیفی الیاف در جریان بازیافت نیز مطرح هستند که امکان استفاده از خمیر کاغذ الیاف بلند سفید شده وارداتی در این امر می‌تواند از مشکلات کاهش ویژگی‌های مقاومتی کاغذ بکاهد. ویدیا (۱۹۹۹) با مطالعه ویژگی‌های مکانیکی کاغذ به‌دست آمده از ترکیب مقادیر مختلف خمیر کاغذ DIP<sup>۲</sup> با خمیر کاغذ دست اول به‌این نتیجه رسید که می‌توان مقادیر معینی از خمیر کاغذ DIP را بدون کاهش قابل ملاحظه مشخصات کیفی محصول نهایی به خمیر کاغذ دست اول افزود. قاسمیان و همکاران (۲۰۰۶) تأثیر استفاده از خمیر کاغذ مرکب‌زدایی شده کاغذهای روزنامه و مجله باطله به‌عنوان تقویت کننده در اختلاط با خمیر CMP<sup>۳</sup> بر ویژگی‌های کاغذهای بازیافتی به‌دست آمده را بررسی کرده و نتیجه گرفتند که از خمیر کاغذ DIP یاد شده می‌توان تا حد ۲۰ تا ۳۰ درصد به‌جای خمیر کاغذ الیاف بلند وارداتی استفاده نمود و کاغذی با ویژگی‌های مقاومتی و نوری مناسب به‌دست آورد. قاسمیان (۲۰۰۹) تحقیقی با هدف بررسی تأثیر استفاده از خمیر مرکب‌زدایی شده کاغذهای باطله اداری بر

1- Mixed Office Waste paper

2- Deinked Pulp

3- Chemi Mechanical Pulp

ویژگی‌های مکانیکی و نوری کاغذ چاپ و تحریر خمیرکاغذ APMP سپیدار انجام داد و نتیجه گرفت که می‌توان از مقدار ۵ تا ۱۵ درصد خمیرکاغذ مرکب‌زدایی شده کاغذهای باطله اداری در ترکیب با ۱۵ تا ۲۵ درصد خمیرکاغذ الیاف بلند وارداتی و ۷۰ درصد خمیرکاغذ APMP سپیدار استفاده نموده و کاغذی با خواص مکانیکی و نوری مطلوب به دست آورد.

در این پژوهش تلاش شده که از گونه تبریزی<sup>۱</sup> با فرآیند APMP، خمیرکاغذ تهیه شده و خمیرکاغذ الیاف بلند<sup>۲</sup> به آن افزوده شود و در نهایت با جایگزینی درصدهای متغیری از الیاف بازیافتی به جای خمیرکاغذ الیاف بلند، خواص مکانیکی و نوری کاغذهای حاصل تعیین و امکان این جایگزینی بررسی شود.

### مواد و روش‌ها

تهیه نمونه: سه اصله درخت تبریزی از نهالستان صنوبرکاری در جنگل شصت‌کلاته گرگان به صورت کاملاً تصادفی قطع شد و برای تهیه خرده‌چوب به آزمایشگاه دانشکده منابع طبیعی گرگان انتقال یافت. تهیه خمیرکاغذ APMP: شرایط فرآیند APMP انجام شده در حمام آب مطابق جدول ۱ تنظیم شد. این مقادیر طوری تعیین شد تا علاوه بر حفظ بازده ۹۰ درصد و جلوگیری از افت آن، میزان پراکسید هیدروژن باقی‌مانده در مایع پخت نیز در حد قابل قبول (حدود ۵ تا ۱۵ درصد) حفظ شود. پراکسید هیدروژن باقی‌مانده در خمیرکاغذ طبق استاندارد CPPA.16P اندازه‌گیری شد.

جدول ۱- شرایط فرآیند APMP

نسبت $\frac{L}{W}$	دمای آغشته‌سازی	زمان آغشته‌سازی	هیدروکسید سدیم	پراکسید هیدروژن
$\frac{6}{1}$	۶۰ الی ۷۰ درجه سانتی‌گراد	۹۰ دقیقه	۵ درصد	۳ درصد

پس از پایان پخت جهت ختنی‌سازی قلیای باقی‌مانده، عمل شستشو با آب فراوان انجام شد. سه نمونه به عنوان شاخص پس از همگن کردن خرده‌چوب‌های شسته شده انتخاب شد، با مخلوط کن

1- *Populus nigra*

2- Long Fiber

آزمایشگاهی به‌خوبی فیبریله و داخل آون خشک شد. با تخمین زدن وزن خشک مخلوط به وزن کل خرده‌چوب وزن خشک کل خمیر کاغذ محاسبه و سپس بازده خمیر کاغذ اندازه‌گیری شد. **مرکب‌زدایی<sup>۱</sup>**: در این پژوهش از روش معمول شناورسازی برای مرکب‌زدایی استفاده شد. مواد شیمیایی به‌کار رفته و مقدار آن‌ها در جدول ۲ نشان داده شده است. سایر شرایط ثابت در مرحله شناورسازی در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۲- مواد شیمیایی مصرفی در مرحله خمیرسازی و مرکب‌زدایی شناورسازی.

نوع ماده	مقدار (درصد)
هیدروکسید سدیم	۱
پر اکسید هیدروژن	۱
سیلیکات سدیم	۲
پلی‌سوربات ۸۰	۰/۲
کلرید کلسیم	۰/۳۳
DTPA <sup>۲</sup>	۰/۳

جدول ۳- شرایط فیزیکی در مرکب‌زدایی شناورسازی.

شرایط	مقدار
درصد خشکی	۸ / ۰ درصد
درجه حرارت	۵۰ درجه سانتی‌گراد
زمان	۲۰ دقیقه
pH	۸
ظرفیت دستگاه شناورسازی	۲۰ لیتر
دور موتور	۱۲۰۰ دور بر دقیقه
سرعت جریان حباب هوا	۶ لیتر در دقیقه

1- Deinking

2- Diethylene Triamine Pentaacetic Acid

برای اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی، هر یک از خمیر کاغذهای APMP، مرکب‌زدایی شده و الیاف بلند تا درجه روانی حدود ۳۰۰ میلی‌لیتر پالایش شدند و مطابق با جدول ۴ با نسبت‌های اختلاط معین برای تهیه کاغذ دست‌ساز با هم ترکیب شدند.

جدول ۴- نسبت اختلاط خمیر کاغذهای APMP، مرکب‌زدایی شده و الیاف بلند برای تهیه کاغذهای دست‌ساز.

مقدار (درصد) خمیر کاغذ در هر ترکیب (تیمار)					نوع خمیر کاغذ
E	D	C	B	A (شاهد)	
۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	APMP
۲۰	۱۵	۱۰	۵	۰	مرکب‌زدایی شده
۰	۵	۱۰	۱۵	۲۰	الیاف بلند

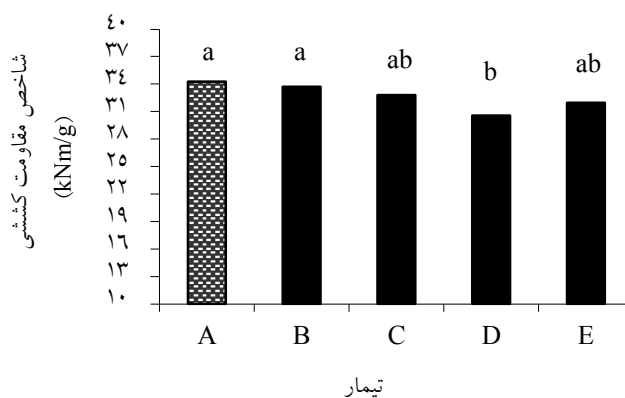
کاغذهای ساخته شده جهت استانداردسازی رطوبتی، به مدت ۲۴ ساعت در شرایط دمای ۲۳ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵۰ درصد، قرار داده شده و سپس ویژگی‌های مکانیکی و نوری آنها اندازه‌گیری و ثبت شد. تهیه کاغذهای دست‌ساز، مقاومت کششی، مقاومت به ترک‌شدن، مقاومت به پارگی شدن، درجه روشنی و ماتی کاغذها به ترتیب بر طبق دستورالعمل‌های T۲۲۰ sp-۰۱، T۴۰۴ om-۰۱، T۴۰۳ om-۰۲، T۴۱۴ om-۰۴، T۴۵۲ om-۰۲ و T۴۲۵ om-۰۱ استاندارد انجام شد. روش تجزیه و تحلیل آماری: از آزمون تجزیه واریانس یک طرفه برای مقایسه نتایج به دست آمده از اندازه‌گیری‌ها، از آزمون دانکن برای مقایسه میانگین داده‌ها و برای تعیین بهترین تیمار هم از روش امتیازدهی بر اساس نتایج معادله نرمال‌سازی استفاده شد.

### نتایج

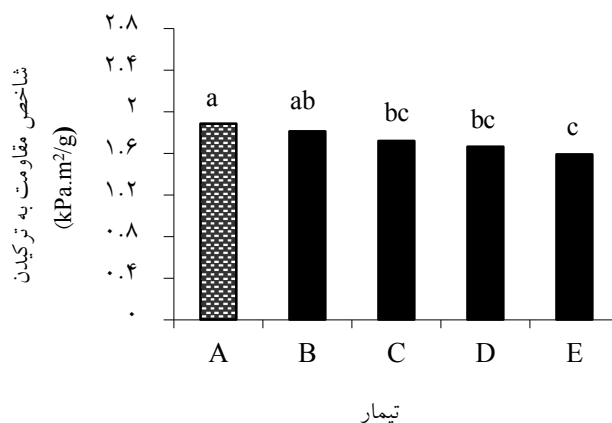
میانگین ویژگی‌های مکانیکی و نوری کاغذهای دست‌ساز به دست آمده از هر ترکیب (جدول ۴) محاسبه شد و از میانگین کل هر یک از ویژگی‌های یاد شده برای محاسبه معادله نرمال‌سازی استفاده شد. ویژگی‌های مکانیکی: تأثیر درجات مختلف اختلاط خمیر کاغذ DIP کاغذهای باطله اداری به جای خمیر کاغذ الیاف بلند در ترکیب نهایی خمیر کاغذ APMP تبریزی بر ویژگی‌های مکانیکی کاغذهای دست‌ساز به دست آمده از هر ترکیب و همچنین گروه‌بندی میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن در جدول ۵ و شکل‌های ۱ تا ۳ دیده می‌شود.

جدول ۵- نتایج آزمون دانکن ویژگی‌های مکانیکی کاغذ در تیمارهای مختلف.

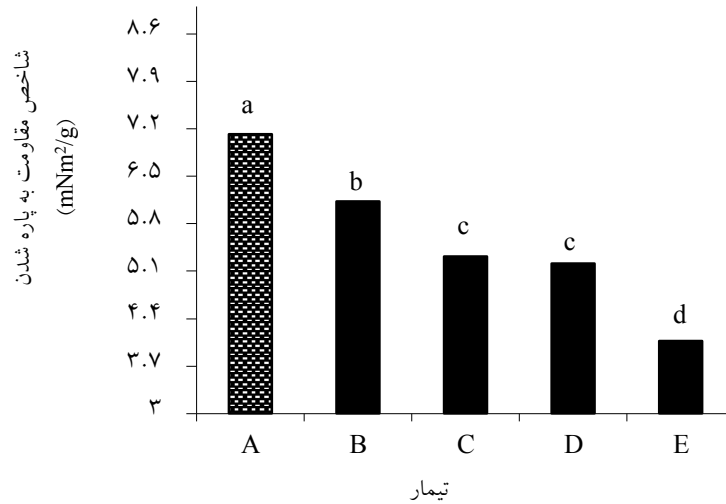
کد تیمار	شاخص مقاومت کششی (KNm/g)		شاخص مقاومت به ترکیدن (KPam <sup>2</sup> /gr)		شاخص مقاومت به پاره شدن (mNm <sup>2</sup> /g)	
	میانگین	گروه‌بندی	میانگین	گروه‌بندی	میانگین	گروه‌بندی
A	۳۴/۳۰	a	۱/۸۹	a	۷/۱۲	a
B	۳۳/۷۳	a	۱/۸۱	ab	۶/۱۳	b
C	۳۲/۷۹	ab	۱/۷۲	bc	۵/۳۲	c
D	۳۰/۵۶	b	۱/۶۶	bc	۵/۲۱	c
E	۳۱/۹۵	ab	۱/۵۹	c	۴/۷۰	d



شکل ۱- تغییرات شاخص مقاومت کششی کاغذهای ساخته شده.



شکل ۲- تغییرات شاخص مقاومت به ترکیدن کاغذهای ساخته شده.

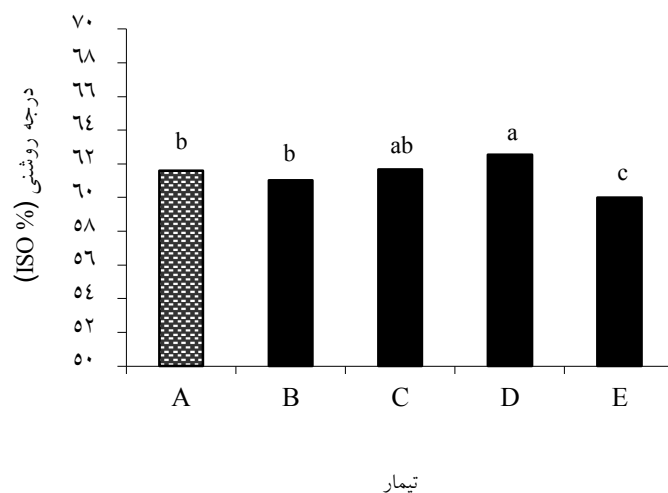


شکل ۳- تغییرات شاخص مقاومت به پاره شدن کاغذهای ساخته شده.

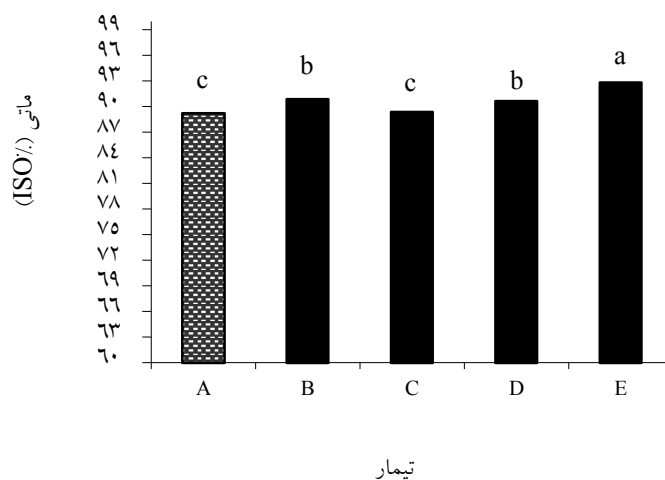
ویژگی‌های نوری: تأثیر درجات مختلف اختلاط خمیر DIP کاغذهای باطله اداری به جای خمیر کاغذ الیاف بلند در ترکیب نهایی خمیر کاغذ APMP تبریزی بر ویژگی‌های نوری کاغذهای دست‌ساز به دست آمده از هر ترکیب و همچنین گروه‌بندی میانگین‌ها بر اساس آزمون آماری دانکن در جدول ۶ و شکل‌های ۴ و ۵ دیده می‌شود.

جدول ۶- نتایج آزمون دانکن ویژگی‌های نوری کاغذ در تیمارهای مختلف.

کد تیمار	درجه روشنی (درصد)		ماتی (درصد)	
	میانگین	گروه‌بندی	میانگین	گروه‌بندی
A	۶۱/۰۶	b	۸۹/۲۷	c
B	۶۱/۰۳	b	۹۰/۸۷	b
C	۶۱/۶۶	ab	۸۹/۳۳	c
D	۶۲/۵۳	a	۹۰/۶۳	b
E	۶۰	c	۹۲/۸۰	a



شکل ۴- تغییرات درجه روشنی کاغذهای ساخته شده.



شکل ۵- تغییرات ماتی کاغذهای ساخته شده.

همان‌گونه که در شکل‌های ۱ تا ۵ دیده می‌شود، با افزایش سهم خمیرکاغذ مرکب‌زدایی شده و کاهش سهم خمیرکاغذ الیاف بلند در ترکیب نهایی خمیرکاغذ APMP تبریزی، ویژگی‌های مکانیکی کاغذهای دست‌ساز کاهش، اما ماتی افزایش یافته است. برای تعیین بهترین تیمار آزمایشی به لحاظ



## شیما دانتیسم و همکاران

مجموع ویژگی‌های کیفی کاغذ حاصل، از روش امتیازدهی براساس محاسبه معادله نرمال‌سازی استفاده شد. در محاسبه معادله یاد شده، مقادیر درصد اهمیت هر یک از ویژگی‌های مکانیکی و نوری موردنظر به شرح زیر در نظر گرفته شد:

شاخص مقاومت کششی ( $Y_1$ ): ۲۰، شاخص مقاومت به پاره شدن ( $Y_2$ ): ۱۰، شاخص مقاومت به ترکیدن ( $Y_3$ ): ۱۵، درجه روشنی ( $Y_4$ ): ۳۰، ماتی ( $Y_5$ ): ۲۵.

بر این اساس، معادله امتیازدهی مربوطه به صورت زیر محاسبه شد:

$$0/00612Y_1 + 0/01755Y_2 + 0/08640Y_3 + 0/0489Y_4 + 0/00276Y_5 = 1$$

بر اساس معادله یاد شده، امتیاز تعلق یافته به هر یک از تیمارهای آزمایشی به شرح جدول ۷ محاسبه شد.

جدول ۷- امتیاز تعلق یافته به هر یک از کاغذهای ترکیبی.

کد ترکیب	A (شاهد)	B	C	D	E
امتیاز	۱/۰۴۳۱۸	۱/۰۱۹۹۵	۰/۹۹۰۵۹	۰/۹۷۸۲۳	۰/۹۶۵۲۸

## بحث و نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از ارزیابی ویژگی‌های مکانیکی و نوری کاغذهای دست‌ساز حاصل از اختلاط خمیرکاغذ APMP تهیه شده از گونه تبریزی با مقادیر مختلف الیاف بلند وارداتی رنگ‌بری شده و مخلوط کاغذهای باطله اداری نشان داد که با جایگزینی کاغذ بازیافتی اداری به جای الیاف بلند وارداتی می‌توان به ویژگی‌های مقاومتی و نوری قابل مقایسه با تیمار A (۸۰ درصد APMP + ۲۰ درصد الیاف بلند به‌عنوان نمونه شاهد) دست یافت. به‌طور کلی شواهد حاصل بیانگر آن بوده که با افزایش مصرف کاغذ بازیافتی اداری و هم‌زمان کاهش مصرف الیاف بلند وارداتی، به لحاظ آماری تغییرات قابل ملاحظه و بعضاً معنی‌داری بین ویژگی‌های مقاومتی (مقادیر شاخص مقاومت کششی و شاخص مقاومت به ترکیدن) و همچنین ویژگی‌های نوری کاغذ مشاهده نشده، اما شاخص مقاومت به پاره شدن کاغذ به لحاظ آماری کاهش یافته و دلیل اصلی آن می‌تواند کاهش متوسط طول الیاف در ترکیب خمیرکاغذ باشد. خمیرکاغذهای بازیافتی دارای ناخالصی و آلاینده‌های همراه مانند ذرات مرکب چاپ و رنگدانه‌ها می‌باشند. با انجام فرآیند مرکب‌زدایی نمی‌توان این آلاینده‌ها را به‌طور کامل از ترکیب خمیرکاغذ خارج نمود (مک‌کینی، ۱۹۹۱؛ میرشکرایی، ۲۰۰۱؛ اکبرپور، ۲۰۱۱). در نتیجه وجود چنین

ذراتی (به‌ویژه ذرات مرکب چاپ) در ترکیب خمیرکاغذ می‌تواند همراه با افزایش میزان جذب نور خمیرکاغذ، منجر به افزایش ماتی کاغذ شود (میرشکرایی، ۲۰۰۱؛ اکبرپور، ۲۰۱۱). با توجه به این که خمیرکاغذ الیاف بلند رنگ‌بری شده بوده و دارای درجه روشنی به مراتب بیشتری از خمیر کاغذ بازیافتی می‌باشد، بنابراین افزایش مصرف آن در ترکیب خمیر کاغذ نهایی می‌تواند همراه با افزایش درجه روشنی، موجب بهبود ویژگی‌های مقاومتی کاغذ نهایی شود. با توجه به بهبود اتصال بین الیاف و همچنین ظرفیت پیوندیابی الیاف در اثر افزودن الیاف بلند، کاهش ماتی کاغذ نیز توجیه‌پذیر خواهد بود (افرا، ۲۰۰۳).

با توجه به این که در بین تیمارهای آزمایشی مختلف انجام شده، نتایج امتیازات تعلق یافته به هر یک از تیمارهای آزمایشی در معادله نرمال‌سازی (جدول ۷) بیانگر آن است که تیمار A (شاهد) دارای بیشترین امتیاز و به عبارتی بهترین مجموع خواص مکانیکی و نوری می‌باشد و با در نظر داشتن این که در این تیمار از مخلوط خمیرکاغذ باطله اداری استفاده نشده و دارای بیشترین درصد خمیرکاغذ الیاف بلند رنگ‌بری شده وارداتی در اختلاط با خمیرکاغذ APMP تبریزی می‌باشد، بنابراین کسب رتبه اول قابل انتظار بوده است. در ارتباط با کاغذهای به‌دست آمده از اختلاط هر سه نوع خمیرکاغذ DIP، APMP و LF (کدهای B تا E) مشاهده می‌شود که کاغذ ترکیبی با کد B با امتیاز ۱/۰۱۹۹۵ دارای بیشترین امتیاز و به عبارت دیگر بهترین تیمار به لحاظ مجموع ویژگی‌های مکانیکی و نوری در بین اختلاط‌های مورد بررسی است. در این کاغذ از مقدار ۱۵ درصد خمیرکاغذ کاغذ الیاف بلند، ۵ درصد خمیرکاغذ کاغذ بازیافتی مرکب‌زدایی شده و ۸۰ درصد خمیرکاغذ APMP تبریزی استفاده شده است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از مقدار ۵ درصد خمیرکاغذ DIP کاغذهای باطله اداری در اختلاط با خمیرکاغذهای APMP تبریزی و خمیرکاغذ LF وارداتی در مجموع کاغذهای با ویژگی‌های مکانیکی و نوری مطلوب‌تری را نتیجه داده است. اگرچه ویژگی‌های نوری و مکانیکی این نوع کاغذ در مقایسه با نمونه شاهد اختلاف معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۹ درصد دارند اما با توجه به مطلوب بودن مقادیر ویژگی‌های یاد شده در این کاغذ ترکیبی و ضرورت استفاده از خمیرکاغذ کاغذ DIP بازیافتی، استفاده از آن در سطح ۵ درصد منجر به تولید کاغذ چاپ و تحریر مرغوبی خواهد شد. از سوی دیگر، کاغذ ترکیبی کد C با امتیاز ۰/۹۹۰۵۹ رتبه دوم را در بین کاغذهای ترکیبی داشته است. با توجه به مقادیر مقاومت کششی و درجه روشنی حاصل، می‌توان این نوع ترکیب را به‌عنوان ترکیب مطلوب در نظر داشت. در نهایت با توجه به نتایج حاصل از اندازه‌گیری خواص فیزیکی، نوری و

مکانیکی، از آنجا که هیچ کدام از تیمارهای آزمایشی نتوانستند بهترین ویژگی‌های مکانیکی و نوری را به تنهایی کسب نمایند. بنابراین با توجه به نتایج حاصل از امتیازدهی، بهترین تیمار آزمایشی از لحاظ مجموع ویژگی‌های اندازه‌گیری شده تیمار B می‌باشد. اگرچه این بررسی روی کاغذهای دست‌ساز به دست آمده از اختلاط خمیر کاغذهای یاد شده انجام شده ولی احتمالاً با تکرار آن در سطح تولید نیمه صنعتی (پاپلوت) یا تولید انبوه نیز به شرایط مشابهی دست خواهیم یافت. شایان ذکر است سایر پژوهش‌گران مانند مایر (۱۹۹۹) و ویدیا (۱۹۹۹) نیز به نتایج مشابهی در مورد امکان استفاده از خمیر DIP کاغذهای باطله اداری در اختلاط با خمیر کاغذ دست اول دست یافتند. قاسمیان و همکاران (۲۰۰۶) نیز جایگزینی حداقل ۵ درصد خمیر کاغذ مرکب‌زدایی شده کاغذهای باطله اداری به جای خمیر کاغذ الیاف بلند وارداتی را برای دستیابی به کاغذی با خواص مکانیکی و نوری مطلوب، ممکن دانسته‌اند. باید در نظر داشت که جایگزینی مقدار ۵ درصد خمیر کاغذ DIP بازیافتی با خمیر کاغذ APMP تبریزی، ضمن صرفه‌جویی در مصرف چوب آلات به اندازه ۵ درصد در سال، موجب کاهش قیمت تمام شده محصول از طریق برگشت سرمایه (مصرف مجدد کاغذ)، کاهش مصرف مواد شیمیایی و انرژی برای تولید کاغذ، کاهش مصرف آب و تولید پساب در فرآیند، کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی هم در محیط‌زیست و هم در خط تولید کاغذ در مقایسه با تولید کاغذ از خمیر کاغذ دست اول و صرفه‌جویی ارزی و ریالی با کاهش مصرف خمیر کاغذ الیاف بلند وارداتی می‌شود.

### منابع

1. Afra, E. 2003. Properties of paper. Agricultural Sciences Press, 392p. (In Persian)
2. Akbarpour, I. 2011. Enzymatic deinking of old newspaper. M.Sc. Thesis, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. 121p.
3. Farzadkia, M. 2008. Evaluation of economic and environmental aspects of paper and paperboard recycling from municipal solid waste of Isfahan city. Tabib shargh Journal. 10: 3. 237-246.
4. Ghasemian, A., Resalati, H., Enayati, A. and Pinder, K.L. 2006. ONP/OMG Deinking, Part 2: Effects of DIP Use on the properties of Local CMP Pulp. Iranian Natural Resources Journal. 59: 3. 727-740.
5. Ghasemian, A., Resalati, H. and Sadeghi, L. 2009. The Influence of Mixed Office Waste DIP on the Mechanical and Optical Properties of Writing and Printing Paper. Wood and Forest Science and Technology. 16: 4. 73-84.
6. Genco, J.M. 1994. Bleaching mixed office waste to high brightness. TAPPI Journal, 77(3): 253-259.

7. McKinney, T. and Hache, M. 1991. Technology of paper recycling. Blackie Academic and Professional, UK, 401p.
8. Meyer, K. 1999. Deinking of mixed office waste and their use in printing and writing grades. IPPTA, 11: 197-211.
9. Mirshokrai, A. 2001. Guide to waste paper. Tehran Aiezh Press. Second Edition. 140p. (In Persian)
10. Schmidt, J.H., Holm, P. and Merrild, A. 2007. Life cycle assessment of the waste hierarchy-a Danish case study on waste paper. Waste Manag., 27: 11.19-30.
11. Vidya, S. 1999. Effect of recycled fiber on strength properties of paper. IPPTA, 11: 13-17.
12. Villanueva, A. and Wenzel, H. 2007. Paper waste- recycling, incineration or land filling? A review of existing life cycle assessments. Waste Manag., 27(8): 29-46.



Gorgan University of Agricultural  
Sciences and Natural Resources

*J. of Wood & Forest Science and Technology*, Vol. 21 (2), 2014  
<http://jwfst.gau.ac.ir>

## Investigation of the effect of mixing different levels of deinked mixed office waste paper on the properties of APMP pulp from *Populus nigra*

Sh. Dantism<sup>\*1</sup>, A. Ghasemian<sup>2</sup>, A.R. Saraeyan<sup>2</sup>, E. Afra<sup>3</sup> and  
M. Mashalchian<sup>1</sup>

<sup>1</sup>M.Sc. Dept. of Wood and Paper Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, <sup>2</sup>Associate Prof., Dept. of Wood and Paper Industry, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources,

<sup>3</sup>Assistant Prof., Dept. of Wood and Paper Industry, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Received: 10/03/2012 ; Accepted: 10/12/2014

### Abstract

This research was aimed to investigate the possibility of using deinked office waste paper as a partial replacement into imported long fiber admixture *Populus nigra* APMP. At first, APMP pulp was provided with *Populus nigra* chips. Deinking of mixed office waste paper was done by flotation method. Three types of pulp namely APMP, long fiber pulp and deinked pulp were refined to 300 ml, CSF and mixed to each other with different ratios, respectively that included A: (%80, %20, %0 as a control sample, B (80,15,5), C (80,10,10), D (80,5,15) and E (80,0,20) then used for making hand sheets. The Mechanical and optical properties of handsheets including tensile strength index, tear strength index, breaking length, burst strength index, brightness and opacity were determined according to TAPPI standard test method. Achieved results of measurements and also normalization equations had shown that a replacement of 5% deinked office waste paper with imported long fiber would result the paper with suitable mechanical and optical properties.

**Keywords:** Alkaline Peroxide Mechanical Pulp (APMP), *Populus nigra*, Office Waste Paper, Deinked Pulp, Long Fiber

---

\*Corresponding author: Shima\_dantism@yahoo.com

