

ویژگی‌های کاغذ بهداشتی از خمیر جوهرزدایی شده کاغذ روزنامه کهنه و کاغذ باطله اداری

• امیر زیادزاده

کارشناس ارشد صنایع چوب و کاغذ

• احمد جهان‌لتیباری

استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج

• مهدی فائزی‌پور

استاد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

• افشین پیرجانی

کارشناس ارشد صنایع چوب و کاغذ، کارخانه کاغذهای بهداشتی لطیف

تاریخ دریافت: تیرماه ۱۳۸۶ تاریخ پذیرش: آبان ماه ۱۳۸۶

Email: amir_ziadzadeh@yahoo.com

چکیده

افزایش روزافزون جمعیت و کمبود منابع چوبی برای تولید کاغذ، صنعت بازیافت کاغذ را مهم و ضروری کرده است. بدین جهت قابلیت استفاده از کاغذ روزنامه کهنه و کاغذ باطله اداری به عنوان گروه‌های مهمی از کاغذهای بازیافتی برای تولید کاغذهای بهداشتی مورد بررسی قرار گرفته است. با توجه به این که در تولید کاغذهای بهداشتی، روشنی به عنوان مهمترین فاکتور مطرح است، از مخلوط کاغذ روزنامه کهنه جوهرزدایی شده با ترکیب ۲ درصد NaOH و ۲ درصد H_2O_2 و کاغذ باطله اداری جوهرزدایی شده با ۱ درصد NaOH و ۱ درصد H_2O_2 که بالاترین میزان روشنی را به خود اختصاص داده‌اند، استفاده شده است. در این تحقیق، از این دو خمیر کاغذ به ترتیب با ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درصد کاغذ روزنامه کهنه و ۶۰، ۷۰ و ۸۰ درصد کاغذ باطله اداری استفاده شده است. به هر کدام از این ترکیب‌ها، به میزان ۲۰ درصد خمیرالیاف بلند وارداتی نیز (مقدار ثابت) اضافه گردید.

از هر کدام از این ترکیب‌ها کاغذ دست‌ساز ساخته شده و ویژگی‌های نوری و مقاومتی آن اندازه‌گیری شد. در مورد میزان روشنی مشاهده گردید که ترکیب ۲۰-۸۰ بهترین میزان روشنی را ایجاد کرده است. به عبارتی با افزایش کاغذ روزنامه کهنه از میزان روشنی کاسته شده است. در مورد خواص فیزیکی و مکانیکی نیز بعضی ویژگی‌ها نظیر طول پاره شدن، اندیس مقاومت در برابر پاره شدن، جذب آب و میزان خاکستر اندازه‌گیری شد که نتایج بیان‌گر آن است که افزایش درصد کاغذ روزنامه کهنه اندیس مقاومت در برابر پاره شدن را کاهش داده ولی باعث افزایش میزان جذب آب می‌گردد. در مورد میزان خاکستر نیز با توجه به اینکه در کاغذهای بهداشتی حداکثر میزان خاکستر بایستی در حدود ۲ درصد باشد، سه ترکیب فوق‌الذکر دارای میزان خاکستر کمتر از ۱ درصد بودند. تفاوت قابل توجهی در جیممی کاغذها بین این ترکیب‌ها مشاهده نگردید.

کلمات کلیدی: کاغذهای بهداشتی، کاغذ روزنامه کهنه، کاغذ باطله اداری، جوهرزدایی

Pajouhesh & Sazandegi No:80 pp: 94-99

Properties of tissue paper from deinked old newspaper and mixed office waste

By: A.Ziadzadeh ,M.Sc. in Wood and Paper Science and Technology, A. Jahan Latibari, Asst. Prof. Islamic Azad University, Karaj Branch, M. Faezipour, Prof. College of Natural Resources, University of Tehran, A. Pirjani, M.Sc. in Wood and Paper Science and Technology.

Increasing the world population and the shortage of wood supply as raw material for paper production necessitates the recovery of waste paper. Among of the different waste papers, both old newspaper and mixed office waste are considered as important groups of recycle papers which have been successfully utilized in tissue production. In such applications, pulp brightness is of prime importance. Old newspaper was deinked using 2% NaOH and 2% H₂O₂ and mixed office waste was deiced using 1% NaOH and 2% of H₂O₂ which produced the highest brightness. Two pulps were combined at different ratios of 20, 30, and 40% deinked old newsprint and 60, 70, and 80% deinked waste office waste. Hand sheets were made using 20% long fiber and 80% mixture of above pulps. Strength and optical properties of hand sheets were measured and analyzed. The combination of 20% old newspaper and 80% mixed office waste produced the highest brightness and increasing the ratio of old newspaper in the mixture reduced the brightness. Increasing the ratio of old newspaper in the mixture reduced the tear strength and increased the water absorption. The ash content of the handsheets was lower than one percent which is lower than acceptable level for tissue paper. Significant difference was not observed for any of combinations of two different pulps.

Key words: Tissue papers, Deinked old news paper, Deinked mixed office waste, Optical, strength

مقدمه

مهم‌ترین ماده اولیه تولید کاغذ چوب می‌باشد که موجودی آن در طبیعت رو به کاهش است و با توجه به دوره تجدید طولانی آن، نمی‌توان به این ماده به‌عنوان تنها ماده اولیه اکتفا کرد. بر این اساس با توجه به جنبه‌های اقتصادی، زیست محیطی و ضرورت استفاده حداقل از منابع جنگلی، لازم است سایر مواد اولیه سلولزی نیز مدنظر قرار گیرند. یکی از روش‌های تامین مواد اولیه سلولزی مناسب برای صنایع کاغذ سازی، که طی سالیان اخیر در سطح جهانی مورد توجه جدی قرار گرفته است، استفاده از الیاف بازیافتی در تولید انواع کاغذ است. یکی از انواع کاغذ که در ساخت آن‌ها از الیاف بازیافتی استفاده می‌شود، کاغذهای بهداشتی شامل دستمال کاغذی، دستمال توالت، دستمال حوله‌ای و فرآورده‌های بهداشتی صنعتی و خانگی است. کاغذهای بهداشتی از معدود فرآورده‌های کاغذی می‌باشند که مصرف‌کننده نهایی آن‌ها را به‌دلخواه انتخاب می‌کند. با وجود اهمیت استفاده از الیاف بازیافتی در تولید کاغذهای بهداشتی، متأسفانه تحقیقات چندانی در این زمینه صورت نگرفته است. قاسمیان (۴) استفاده از خمیر کاغذ جوهرزدایی شده کاغذ روزنامه و مجله باطله برای تولید کاغذ روزنامه را بررسی کرده و عنوان می‌کند که نسبت اختلاط کاغذهای روزنامه و مجله باطله، دارای بیشترین اثر بر روی مجموع خواص نوری و مکانیکی خمیر کاغذهای بازیافتی است.

Heimburgure و Trembley جوهرزدایی و رنگبری کاغذهای روزنامه و مجله باطله برای تولید کاغذ چاپ را مورد بررسی قرار داده و با مقایسه خواص کاغذهای دست‌ساز تهیه شده از مخلوط خمیر کاغذ بازیافتی و خمیر کاغذ CTMP سفید شده با خواص نمونه‌های شاهد (تهیه شده از مخلوط خمیر کاغذ کرافت سفید شده و خمیر کاغذ CTMP سفید شده)

اظهار داشتند که بیشتر خواص کیفی مخلوط ۵۰/۵۰ درصد خمیر کاغذ بازیافتی و خمیر کاغذ CTMP، مشابه خواص کاغذهای حاصل از مخلوط ۹۰/۱۰ درصد خمیر کاغذ کرافت و خمیر کاغذ CTMP می‌باشد (۵). Howard و Bichard نشان دادند که اثر بازیافت در خمیر کاغذهای مختلف متفاوت است و مقاومت‌های حاصله نیز تغییر خواهد کرد (۶). Liu و Hsieh نیز نشان دادند که تغییرات کیفی خمیر کاغذ تأثیر بسیار زیادی بر خواص کاغذهای بهداشتی تولیدی خواهد گذاشت (۷). با توجه به ضرورت استفاده از انواع کاغذ باطله در تولید کاغذهای بهداشتی و ضرورت حفظ مقاومت‌های محصول نهایی، این بررسی با هدف ارزیابی استفاده مجدد از کاغذ روزنامه کهنه و کاغذ باطله اداری به عنوان دو منبع بازیافتی برای تولید کاغذهای بهداشتی انجام گرفته است.

مواد و روش‌ها**مواد اولیه**

در این تحقیق از کاغذ روزنامه کهنه و کاغذ باطله اداری به عنوان کاغذهای بازیافتی استفاده گردید. به‌عنوان کاغذ روزنامه کهنه از روزنامه کیهان که با روش افست چاپ می‌شود و دارای شمارگان مناسب در کشور است، استفاده گردید. کهنگی روزنامه‌ها کمتر از چهار ماه بوده است. کاغذهای باطله اداری نیز از سطح دانشگاه تهران جمع‌آوری گردید که مخلوطی از کاغذهای چاپ و تحریر، کپی و ... بودند. خمیر کاغذ الیاف بلند وارداتی نیز از کارخانه لطیف تهیه شد.

روش مطالعه

نتایج بررسی‌های گذشته زیادزاده (۲)، زیادزاده و همکاران، (۳) نشان

- اندازه گیری درجه روانی خمیر کاغذ: براساس استاندارد Tappi و دستورالعمل ۹۹-T۲۲۷om.

نتایج

نتایج مربوط به ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در جدول ۳ خلاصه شده است. هر یک از ارقام در جدول ۳، میانگین اندازه‌گیری ۵ ورقه دست‌ساز می‌باشد. همان‌طوری که از جدول ۳ مشخص است، در اثر زیاد شدن میزان خمیر کاغذ روزنامه کهنه در ترکیب خمیر کاغذ، روشنی کاهش و ماتی افزایش یافته است. هم‌چنین در اثر زیاد شدن مقدار مصرف خمیر کاغذ روزنامه کهنه، ویژگی‌های مقاومتی کاهش یافته و جذب آب افزایش یافته است که متاثر از توان بالای جذب آب به‌وسیله خمیر کاغذ روزنامه کهنه است.

جدول ۳- ویژگی‌های فیزیکی، مقاومتی و نوری کاغذهای دست‌ساز تهیه شده از مخلوط خمیر کاغذ روزنامه کهنه و باطله اداری

ترکیب‌ها		A	B	C
درصد اختلاط	کاغذ روزنامه کهنه	۲۰	۳۰	۴۰
	کاغذ باطله اداری	۸۰	۷۰	۶۰
روشنی (%)				
۸۶/۱۸				
زردی				
-۳/۱۷				
ماتی (%)				
۹۱/۴۷				
طول پاره شدن (Km)				
۲/۵۱				
اندیس مقاومت در برابر پاره شدن ^۲ . g.mN				
۵/۸۱				
جذب آب (gr/m ^۲)				
۷۷/۹۰				
خاکستر (%)				
۰/۴۱				
درجه روانی (CSF)				
۶۲/۱۷				
حجمی ^۳ gr/cm				
۲/۰۲				

تجزیه و تحلیل آماری

نتایج به‌دست آمده با استفاده از آزمون فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی تجزیه و تحلیل آماری شده و جدول تجزیه واریانس تهیه شده است.

بحث و نتیجه‌گیری

ویژگی‌های نوری

ویژگی‌های نوری شامل روشنی، زردی و ماتی کاغذهای دست‌ساز از مخلوط دو نوع خمیر کاغذ بازیافتی اندازه‌گیری شده است. از نظر آماری تفاوت معنی‌داری بین روشنی ترکیب‌های مختلف از دو خمیر کاغذ وجود داشته و زیادترین روشنی از ترکیب A شامل مخلوط ۲۰

داده است که استفاده از ۲ درصد NaOH و ۲ درصد H_۲O_۲ برای جوهرزدایی کاغذ روزنامه کهنه و ۱ درصد NaOH و ۱ درصد H_۲O_۲ برای جوهرزدایی کاغذ باطله اداری بالاترین میزان روشنی را به‌وجود آورده است (جدول ۱). بنابراین دو نوع خمیر کاغذ جوهرزدایی شده که بهترین کیفیت نوری را داشته‌اند، مطابق با جدول ۲ با یکدیگر مخلوط گردیدند. به هر کدام از سه ترکیب فوق، ۲۰ درصد خمیر کاغذ الیاف بلند وارداتی به صورت ثابت اضافه گردید. سپس از ترکیب‌های مختلف کاغذ

جدول ۱- ویژگی‌های نوری خمیر کاغذ بهینه جوهرزدایی شده از کاغذ روزنامه کهنه و کاغذ باطله اداری (۱)

نوع کاغذ باطله	مواد شیمیایی جوهرزدایی		ویژگی‌های نوری	
	NaOH (%)	H _۲ O _۲ (%)	روشنی (%)	ماتی (%)
کاغذ روزنامه کهنه	۲	۲	۶۱/۱۶	۱۸/۱۵
کاغذ باطله اداری	۱	۱	۹۸/۱۳	-۱۵/۵۶

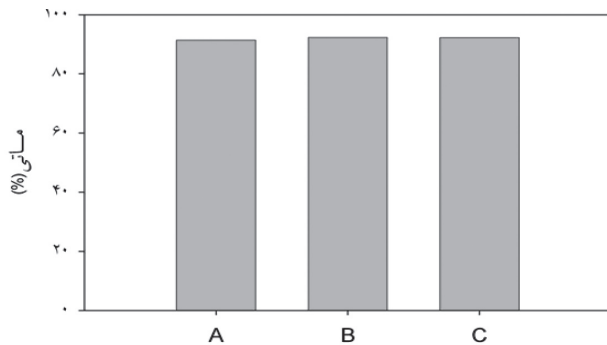
جدول ۲- ترکیب‌های کاغذهای باطله

ترکیب	کاغذ روزنامه کهنه (%)	کاغذ باطله اداری (%)	خمیر کاغذ الیاف بلند (%)
۱	۲۰	۸۰	۲۰
۲	۳۰	۷۰	
۳	۴۰	۶۰	

دست‌ساز تهیه شده و ویژگی‌های نوری، فیزیکی و مقاومتی آن‌ها با استفاده از دستورالعمل‌های Tappi اندازه‌گیری شد:

- روشنی: استاندارد Tappi، دستورالعمل ۹۸-T۴۵۲om
- زردی (Yellowness): براساس سیستم CIE - Lab
- ماتی: استاندارد Tappi و دستورالعمل ۹۶-T۴۲۵om
- اندازه‌گیری جرم پایه: به کمک ترازوی دقیق آزمایشگاهی با دقت ۰/۰۱ گرم.
- اندازه‌گیری ضخامت کاغذ دست‌ساز: دستورالعمل ۹۷-T۴۱۱om استاندارد Tappi
- آزمون مقاومت کششی: براساس استاندارد Tappi و دستورالعمل ۹۶-T۴۹۴om
- آزمون مقاومت در برابر پاره شدن: براساس استاندارد Tappi و دستورالعمل ۹۸-T۴۰۳om
- آزمون جذب آب (Cobb): با استاندارد Tappi و دستورالعمل شماره ۹۸-T۴۴۱om
- اندازه‌گیری میزان خاکستر: براساس استاندارد Tappi و دستورالعمل ۹۳-T۴۱۳om

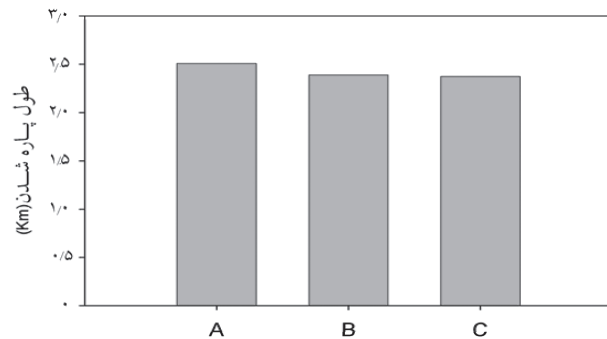
فاکتور ماتی (جدول ۴ و نمودار ۳) ترکیبها تفاوت معنی داری وجود ندارد. به عبارت دیگر کاهش یا افزایش کاغذ روزنامه کهنه و یا کاغذ باطله اداری تأثیری بر روی فاکتور ماتی نگذاشته است.



شکل ۳- تغییرات ماتی در ترکیبهای مختلف کاغذ روزنامه کهنه و کاغذ باطله اداری

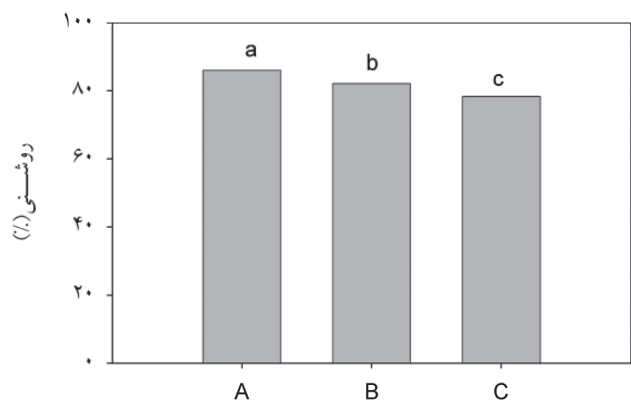
ویژگی‌های مقاومتی

کاغذهای بهداشتی ساخته شده از الیاف بازیافتی باید از ویژگی‌های مقاومتی لازم برخوردار باشند. در این مورد دو ویژگی طول پاره شدن و مقاومت در برابر پاره شدن کاغذهای ساخته شده از مخلوط دو نوع خمیر کاغذ بازیافتی اندازه‌گیری شده است. همان‌طور که جدول ۴ و نمودار ۴ نشان می‌دهند، بین طول پاره شدن ترکیبهای مختلف، تفاوت معنی داری وجود ندارد. با توجه به این که طول پاره شدن به عنوان یکی از مشخصات مهم خمیر کاغذهای بازیافتی برای تولید کاغذهای بهداشتی مطرح می‌باشد، لذا ارقام اندازه‌گیری شده حاکی از آن است که هر سه ترکیب دارای طول پاره شدن نزدیک به یکدیگر می‌باشند. البته طول پاره شدن کاغذهای حاصل از خمیر کاغذ مکانیکی مانند کاغذ روزنامه کهنه کمتر از کاغذهای حاصل از خمیر کاغذ شیمیایی است. ولی به نظر می‌رسد در این ترکیبها، با وجودی که مقدار کاغذ روزنامه کهنه افزایش یافته ولی این افزایش به‌طور قابل ملاحظه‌ای از میزان طول پاره شدن ترکیبها کم نکرده است. بنابراین از نظر طول پاره شدن ترکیب A که از میزان کمتری کاغذ روزنامه کهنه برخوردار است به عنوان ترکیب بهتر پیشنهاد می‌شود.



شکل ۴- تغییرات طول پاره شدن در ترکیبهای مختلف کاغذ روزنامه کهنه و کاغذ باطله اداری

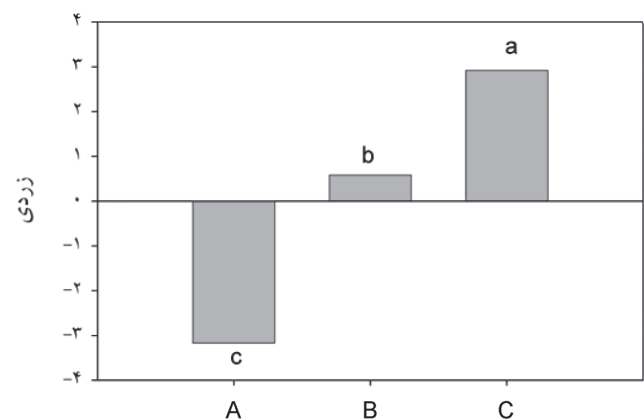
درصد کاغذ روزنامه کهنه و ۸۰ درصد کاغذ باطله اداری تعیین شده است (جدول ۴ و نمودار ۱). اطلاعات نشان می‌دهد که در افزایش میزان کاغذ روزنامه کهنه در ترکیبها، مقدار روشنی کاهش یافته است که علت این امر روشنی کمتر کاغذ روزنامه کهنه نسبت به کاغذ باطله اداری است. با توجه به این که در ساخت کاغذهای بهداشتی، روشنی به عنوان مهمترین فاکتور مطرح گردیده و میزان بیشتر آن ترجیح دارد، بنابراین بدون در نظر گرفتن ویژگی جذب آب، ترکیب A به عنوان بهترین ترکیب از نظر میزان روشنی به منظور ساخت کاغذهای بهداشتی قابل انتخاب است. همچنین، اثر ترکیبهای مختلف بر روی زردی نیز (جدول ۴ و نمودار ۲) تفاوت معنی داری را نشان می‌دهد. به طوری که در اثر زیاد شدن میزان کاغذ روزنامه کهنه در ترکیب، میزان زردی نیز افزایش یافته که علت آن تأثیر



شکل ۱- تغییرات روشنی در ترکیبهای مختلف کاغذ روزنامه کهنه و کاغذ باطله اداری

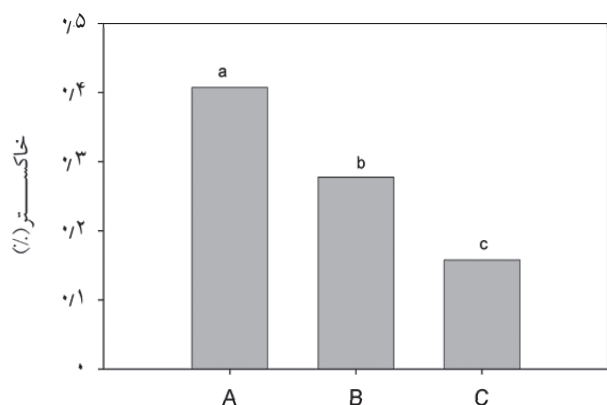
شکل ۱- تغییرات روشنی در ترکیبهای مختلف کاغذ روزنامه کهنه و کاغذ باطله اداری

بیشتر خمیر کاغذ مکانیکی در زردی است. زیرا این خمیر کاغذها به علت وجود لیگنین بیشتر، میزان زردی بیشتری دارند. با وجودی که ماتی یک ویژگی تعیین کننده در کاغذهای بهداشتی نیست، ولی با هدف مشخص کردن کاربرد احتمالی این خمیر کاغذها در سایر کاغذها نظیر کاغذ روزنامه، این ویژگی نیز اندازه‌گیری شده است. بین



شکل ۲- تغییرات زردی در ترکیبهای مختلف کاغذ روزنامه کهنه و کاغذ باطله اداری

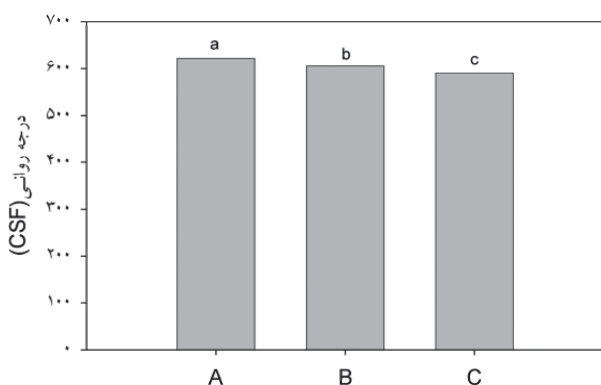
بین میزان خاکستر ترکیب‌های مختلف تفاوت معنی‌داری وجود دارد (جدول ۴ و نمودار ۷). اگر مشخصات خمیر کاغذهای بازیافتی برای تولید کاغذهای بهداشتی را با خمیر کاغذهای ساخته شده برای انواع دیگر محصولات کاغذی نظیر روزنامه و سایر کاغذهای چاپی مقایسه کنیم، ملاحظه می‌شود که کاغذهای بهداشتی باید خاکستر کمتری داشته باشند. به طوری که حداکثر مقدار خاکستر در کاغذهای بهداشتی بایستی در حد ۲ درصد باشد (۱). با توجه به این که هر سه ترکیب دارای میزان خاکستر کمتر از ۱ درصد می‌باشند، می‌توان گفت که هر سه ترکیب از نظر میزان خاکستر در حد قابل قبولی هستند.



ترکیب‌های مختلف کاغذ روزنامه کهنه و کاغذ باطله اداری

شکل ۷- تغییرات میزان خاکستر در ترکیب‌های مختلف کاغذ روزنامه کهنه و کاغذ باطله اداری

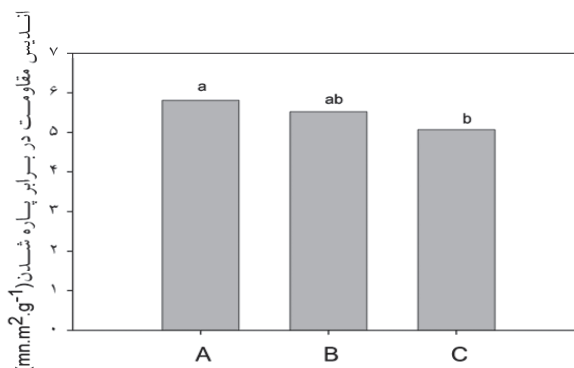
اثر ترکیب خمیر کاغذها بر روی درجه روانی ارزیابی شده و در جدول ۴ و نمودار ۸ خلاصه شده است. این اطلاعات نشان می‌دهد که تفاوت معنی‌داری در درجه روانی ترکیب‌های مختلف وجود داشته و در اثر افزایش درصد کاغذ روزنامه کهنه، درجه روانی کاهش یافته است. به طوری که ترکیب C که حاوی حدود ۴۰ درصد کاغذ روزنامه کهنه است، درجه روانی کمتری دارد. با پالایش بیشتر می‌توان درجه روانی را به حدود ۳۰۰ کاهش داد و بدین ترتیب الیاف مناسب برای تولید کاغذهای بهداشتی را بدست آورد.



ترکیب‌های مختلف کاغذ روزنامه کهنه و کاغذ باطله اداری

شکل ۸- تغییرات درجه روانی در ترکیب‌های مختلف کاغذ روزنامه کهنه و کاغذ باطله اداری

تفاوت معنی‌داری در اندیس مقاومت در برابر پاره شدن ترکیب‌های مختلف مشاهده شده است (جدول ۴، نمودار ۵). با توجه به اینکه اندیس مقاومت در برابر پاره شدن نشان‌دهنده طول و ویژگی ذاتی الیاف است، بنابراین هر چه مقدار این اندیس بیشتر باشد، مشخص می‌گردد که طول الیاف بلندتر است. ترکیب A که از میزان بیشتری کاغذ باطله اداری برخوردار است مقاومت به پاره شدن بالاتری را نشان داده است. این مطلب با توجه به اینکه کاغذهای باطله اداری از خمیر کاغذهای شیمیایی می‌باشند و این خمیر کاغذها دارای طول الیاف بلندتری نسبت به خمیر کاغذهای مکانیکی می‌باشند، توجیه‌پذیر است. بنابراین از نظر اندیس مقاومت در برابر پاره شدن که فاکتور مهمی در تولید کاغذهای بهداشتی است، ترکیب A به عنوان ترکیب بهینه پیشنهاد می‌گردد.

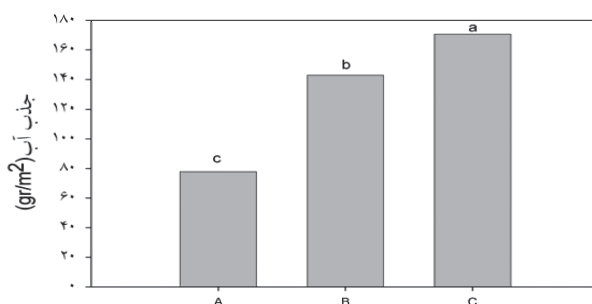


ترکیب‌های مختلف کاغذ روزنامه کهنه و کاغذ باطله اداری

شکل ۵- تغییرات اندیس مقاومت در برابر پاره شدن در ترکیب‌های مختلف کاغذ روزنامه کهنه و کاغذ باطله اداری

ویژگی‌های فیزیکی

در مورد اثر ترکیب خمیر کاغذ بر جذب آب، (جدول ۴ و نمودار ۶) مشاهده می‌شود که بین ترکیب‌های مختلف تفاوت معنی‌داری وجود دارد. به طوری که ترکیب C که بیشترین مقدار کاغذ روزنامه کهنه را دارد، از توانایی جذب آب بیشتری نسبت به بقیه ترکیب‌ها برخوردار است که با توجه به وجود خمیر کاغذ مکانیکی و آب‌دوستی زیاد این الیاف توجیه می‌گردد. جذب آب نیز پارامتر مهمی در تولید کاغذهای بهداشتی می‌باشد و چون در این کاغذها به جذب آب بیشتری نیاز است. با توجه به این نکته، از نظر جذب آب ترکیب C مناسب‌تر می‌باشد.



ترکیب‌های مختلف کاغذ روزنامه کهنه و کاغذ باطله اداری

شکل ۶- تغییرات جذب آب در ترکیب‌های مختلف کاغذ روزنامه کهنه و کاغذ باطله اداری

نتایج این بررسی نشان داده است که ترکیب ۲۰ درصد کاغذ روزنامه کهنه و ۸۰ درصد کاغذ باطله اداری روشنی بالاتری داشته، اندیس مقاومت در برابر پاره شدن و طول پاره شدن که فاکتورهای مهمی در تولید کاغذهای بهداشتی می باشند، نیز از سایر ترکیبها بیشتر می باشد. بنابراین می توان نتیجه گرفت که ترکیب ۲۰-۸۰ درصد ترکیب مناسبی برای تولید کاغذهای بهداشتی است.

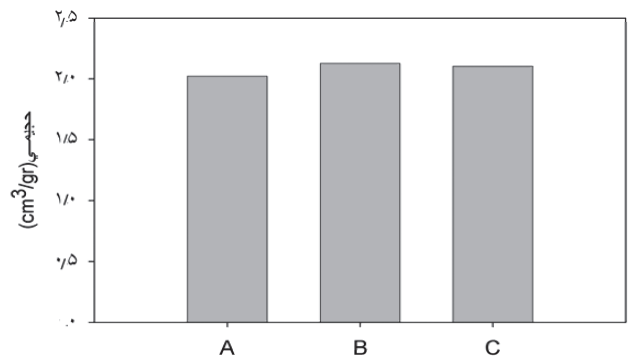
منابع مورد استفاده

۱. استاندارد ملی ایران، شماره ۶۲۷ (۱۳۸۱) دستمال کاغذی، ویژگی ها و روش های آزمون، موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۲۲۰ صفحه.
۲. زیادزاده، امیر (۱۳۸۵) بررسی استفاده از خمیر جوهرزدایی شده کاغذ روزنامه - مجله باطله و کاغذ باطله اداری برای تولید کاغذهای بهداشتی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۹۹ صفحه.
۳. زیادزاده، امیر، جهان لیبیاری، احمد، فائزی پور، مهدی، پیرجانی، افشین. (۱۳۸۶) بررسی ویژگی های جوهرزدایی کاغذ روزنامه باطله، مقاله ارائه شده به مجله منابع طبیعی ایران.
۴. قاسمیان، علی (۱۳۸۲) بررسی استفاده از خمیر جوهرزدایی شده کاغذهای روزنامه و مجله باطله در ترکیب خمیر CMP داخلی برای تولید کاغذ روزنامه، رساله دکتری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۱۳۸ صفحه.

5. Heimburger, S.A, Tremblay, S. (1990) Optimal deinking and bleaching of recycled newspapers and magazines to produce mechanical printing paper, proceedings, Tappi, pulping conf., pp.525-535.
6. Howard, R. C., Bichard, W. (1992) The basic effect of recycling on pulp properties, Journal of Pulp and Paper Science, 18(4), pp. 151-159.
7. Liu, J., Hsieh, J. (2000) Effect of pulp quality variations on tissue product properties, Tappi paper makers conference and trade fair, pp. 95-106.



جدول ۴ و نمودار ۹ نشان می دهند که ترکیب های مختلف تأثیر معنی داری بر روی حجیمی ندارند. با وجودی که به نظر می رسد که با افزایش کاغذ روزنامه کهنه باید حجیمی افزایش یابد، ولی مشاهده می شود که حجیمی تغییری نکرده است زیرا ممکن است میزان کاغذ روزنامه در ترکیب به اندازه ای نباشد که تغییری قابل ملاحظه ای در جرم پایه و ضخامت کاغذهای تولیدی ایجاد کند.



شکل ۹- تغییرات حجیمی در ترکیب های مختلف کاغذ روزنامه کهنه و کاغذ باطله اداری

شکل ۹- تغییرات حجیمی در ترکیب های مختلف کاغذ روزنامه کهنه و کاغذ باطله اداری

جدول ۴- جدول خلاصه تجزیه واریانس در طرح بلوک های کامل تصادفی در مورد خواص نوری، فیزیکی و مکانیکی ترکیب های مختلف کاغذ روزنامه کهنه و کاغذ باطله اداری

منبع تغییرات			صفت
C	B	A	
**	**	**	روشنی (٪)
**	**	**	زردی
ns	ns	ns	ماتی (٪)
ns	ns	ns	طول پاره شدن (Km)
**	**	**	اندیس مقاومت در برابر پاره شدن $mN \cdot m^2 \cdot g^{-1}$
**	**	**	جذب آب (gr/m^2)
**	**	**	خاکستر (٪)
**	**	**	درجه روانی (CSF)
ns	ns	ns	حجیمی (gr/cm^3)

** : وجود تفاوت معنی دار در سطح ٪۱ احتمال خطا

ns : عدم وجود تفاوت معنی دار