Archive of SID

فصلنامه علمی – پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران
جلد ۳۱، شماره ۱، صفحه ۵۷-۴۸، (۱۳۹۵)

تأثیر استفاده از خمیر مرکب زدایی شده‌ی مخلوط کاغذهای باطله‌ی اداری (MOW) بر ویژگی‌های خمیرکاغذ مکانیکی پروکسید قلیایی (APMP) ساقه‌ی پنبه

مهرنوش توکلی[۱]، احمدرضا سرائیان[۲*]، حسین رسالتی[۳] و علی قاسمیان[۴]

۱- کارشناس ارشد خمیرکاغذ دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۲*- نویسنده مسئول، دانشیار، علوم و تکنولوژی خمیر و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، پست الکترونیک: saraeyan@yahoo.com
۳- استاد، علوم و تکنولوژی خمیر و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۴- دانشیار، علوم و تکنولوژی خمیر و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: شهریور ۱۳۹۴ تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۹۴

چکیده

این تحقیق با هدف بررسی تأثیر استفاده از خمیرکاغذ مرکب‌زدایی شده‌ی مخلوط کاغذهای باطله‌ی اداری (MOW) بر ویژگی‌های خمیرکاغذ APMP ساقه‌ی پنبه انجام گرفت. به این منظور خمیرکاغذهای APMP با استفاده از عوامل کی‌لیت‌ساز نظیر سیلیکات سدیم و DTPA (نمونه شاهد) و بدون استفاده از این ترکیبات از خرده‌های ساقه پنبه‌ی بدون پوست در دو مرحله با نسبت مایع خمیرسازی به ماده اولیه ۱: ۶، زمان ۲۰ دقیقه و درجه حرارت $70^{\circ}C$ در مرحله اول، زمان ۶۰ دقیقه و درجه حرارت $75^{\circ}C$ در مرحله دوم تهیه شدند. علاوه بر این خمیر-کاغذهای حاصل از مخلوط کاغذهای باطله اداری که با روش متداول شناورسازی مرکب‌زدایی شدند، تهیه شده و تا رسیدن به درجه روانی حدود ml CSF ۳۰۰ پالایش شدند. از خمیرکاغذهای شاهد، بدون استفاده از عوامل کی‌لیت‌ساز، خمیرکاغذ مرکب‌زدایی شده‌ی مخلوط کاغذهای باطله‌ی اداری و همچنین اختلاط ۱۰٪ و ۲۰٪ آن با APMP شاهد کاغذهای دست‌ساز ساخته شد. ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی کاغذها بر اساس استانداردهای تاپی تعیین گردید. بیشترین مقادیر دانسیته، درجه روشنی و ویژگی‌های مقاومتی مربوط به خمیرکاغذ مرکب‌زدایی شده‌ی MOW و کمترین مقادیر مربوط به خمیرکاغذ APMP بدون عوامل کی‌لیت‌ساز بود و از بین کاغذهای اختلاطی نیز خمیرکاغذ APMP حاوی ۲۰٪ خمیر مرکب‌زدایی شده MOW بیشترین مقادیر دانسیته، درجه روشنی، شاخص مقاومت به ترکیدن و پاره شدن را داشت.

واژه‌های کلیدی: خمیرکاغذ APMP، ساقه پنبه، خمیر مرکب‌زدایی شده MOW، دانسیته، درجه روشنی، شاخص مقاومت به ترکیدن

مقدمه

در صورت استفاده‌ی بهینه از پسماندهای منابع کشاورزی به‌عنوان منابعی تجدید شونده در صنعت چوب و کاغذ ازیک‌طرف می‌توان مانع تخریب بی رویه‌ی جنگل‌های مورد استفاده در این صنعت شده و از طرف دیگر به دلیل کوتاه بودن دوره رشد این منابع تا حد زیادی می‌توان نیازهای فیبری صنعت چوب و کاغذ را تأمین کرد (Saraeyan, 2003). از جمله پسماندهای کشاورزی ساقه پنبه می باشد، این ساقه دارای درصد قابل توجهی سلول‌های مغزی همراه با پوست خارجی تیره رنگ می‌باشد که وجود

www.SID.ir

Archive of SID

پوست مشکلاتی را در خمیرسازی و فرآیند کاغذسازی ایجاد می‌کند. در بررسی بر روی پسماندهای قابل استفاده در صنعت چوب و کاغذ میزان کل ماده‌ی خشک تولید شده از ساقه پنبه در هر مترمربع ۱۹۵۰ گرم (۱۹۵۰۰ کیلوگرم در هکتار) اعلام شده است. همچنین ساقه‌ی پنبه در بین سایر پسماندهای کشاورزی استان گلستان بیشترین وزن خشک را داراست (Saraeyan & Kamrani, 2007). در ژوئن ۱۹۸۹ شرکت اندریتز[1] فرآیندی را معرفی کرد که آن را خمیرسازی مکانیکی پروکسید قلیایی نامید که نسبت به فرآیند متداولCTMP رنگ‌بری شده توسعه یافته‌تر است. APMP تنها فرآیندی است که در آن خرده چوب‌ها با عمل آغشته سازی آنها با مایع خمیرسازی رنگ‌بری پروکسید قبل از پالایش، رنگ‌بری می‌شوند. چرا که خمیر اغلب از واکنش‌های تیره‌شدگی ناشی از فرآیندهای حرارتی و پالایشی (CTMP و TMP) و از قلیای موجود در فرآیند CTMP قلیایی متداول آسیب می‌بیند. به‌طوری‌که مزایای فرآیند APMP در مقایسه با فرآیندهای متداول نظیر CTMP عبارت از کیفیت مطلوب خمیرکاغذ، صرفه‌جویی در مصرف انرژی (مصرف انرژی در فرآیند پالایش تا ۳۵٪ کاهش می‌یابد)، هزینه نصب کمتر سیستم خمیرسازی (به دلیل حذف واحد رنگ‌بری) در مقایسه با سیستم CTMP رنگ‌بری شده می‌باشد. واکنش‌های تیره‌شدگی می‌تواند در کل فرآیند پالایش به حداقل برسد به شرط این‌که نسبت سود سوزآور و پروکسید هیدروژن به درستی تنظیم شده باشد (Xu *et al.*, 1999).

از طرفی با توجه به عواملی از قبیل محدود بودن منابع اولیه‌ی لیگنوسلولزی، افزایش سرانه‌ی مصرف فرآورده‌های کاغذی، مشکلات و محدودیت‌های زیست‌محیطی ناشی از تولید خمیرکاغذ بکر[2] و همچنین کاهش نیاز به سرمایه‌گذاری‌های گسترده برای احداث صنایع کاغذسازی، اشتغال‌زایی از طریق ایجاد واحدهای صنعتی کوچک و بزرگ بازیافت کاغذ باطله و تأمین بخشی از نیاز فزاینده‌ی کشور به کاغذ و مقوا، گسترش صنعت بازیافت الیاف سلولزی از کاغذهای باطله، امری ضروری به نظر می‌رسد (Woodward, 1997). یکی از شاخصه‌های بازیافت کاغذ که بخش وسیعی از تحقیقات علمی و کاربردی را به خود اختصاص داده، مبحث مرکب‌زدایی است به‌نحوی‌که می‌توان گفت صنعت بازیافت کاغذ در بسیاری از موارد با بحث مرکب‌زدایی از الیاف همراه شده است. دو روش برای بازیافت وجود دارد: بازیافت با حفظ آلاینده و بازیافت با حذف آلاینده. اگر بازیافت با حذف آلاینده که عمدتاً مرکب چاپ می‌باشد صورت گیرد خمیرکاغذ بازیافتی حاصل، خمیرکاغذ مرکب‌زدایی شده (DIP[3]) نامیده می‌شود. یکی از انواع منابع کاغذهای باطله‌ی مورد استفاده در صنعت بازیافت، مخلوط کاغذهای باطله‌ی اداری (MOW[4]) می‌باشد که منبع مهمی از الیاف دست دوم است (Genco, 1994). در این تحقیق تأثیر افزودن مخلوط خمیرکاغذهای باطله‌ی اداری مرکب‌زدایی شده که دارای میزان روشنی بیشتر و الیاف بلندتری نسبت به APMP ساقه‌ی پنبه هستند، بررسی می‌شود.

Meyer (۱۹۹۹) در تحقیقی با عنوان کاغذ باطله‌ی اداری مرکب‌زدایی شده و استفاده‌ی آن در درجات مختلف کاغذ تحریر دریافت که مقاومت‌های مکانیکی و خواص نوری کاغذ باطله‌ی اداری مرکب‌زدایی شده قابل مقایسه با ویژگی‌های مربوطه در کاغذهای حاصل از خمیرکاغذ دست اول پهن برگان بوده و همچنین ویژگی‌های آبگیری بخش ورقه ساز را نیز بهبود می‌بخشد علاوه بر این در تهیه‌ی خمیرکاغذ از کاغذ باطله به میزان پالایش کمتری نیاز می‌باشد.

Vidya و همکاران (1999) با مطالعه ویژگی‌های مکانیکی کاغذ به‌دست آمده از ترکیب مقادیر مختلف خمیر مرکب‌زدایی شده‌ی MOW با خمیر دست اول به این نتیجه رسید که می‌توان مقادیر معینی از خمیر مرکب‌زدایی شده‌ی MOW را بدون کاهش قابل ملاحظه در شاخصه‌های کیفی

1- Andrtiz
2- Virgin Pulp
3- Deinked Pulp
4- Mixed Office Waste paper

www.SID.ir

Archive of SID

محصول نهایی به خمیر دست اول افزود. همچنین دریافتند که عمل خمیرکاغذسازی مجدد به همراه فرآیند پالایش می‌تواند تأثیر به‌سزایی در بهبود مقاومت‌های الیاف بازیافتی داشته باشد.

Ferguson (۲۰۰۰) مقایسه‌ای بر روی ویژگی‌های مقاومتی و نوری کاغذهای حاصل از خمیرکاغذ دست اول پهن برگان و همچنین خمیرکاغذ مرکب‌زدایی شده‌ی کاغذ-های باطله انجام داد و نتیجه گرفت که با ایجاد کارخانه‌های مرکب‌زدایی، خمیرکاغذ مرکب‌زدایی شده‌ی کاغذهای باطله می‌تواند رقیبی برای خمیرکاغذ دست اول تهیه شده از پهن برگان باشد. با استفاده از خمیرکاغذ مرکب‌زدایی شده‌ی *کاغذهای باطله* می‌توان کاغذهای چاپ و تحریر، بهداشتی و انواع کاغذهای رنگی را با کیفیت بیشتر تهیه کرد. علاوه بر این، مزیت دیگر خمیرکاغذهای مرکب‌زدایی شده کاهش نیاز و گاهی عدم نیاز به پالایش می‌باشد.

Mona Ali وهمکاران (۲۰۰۲) از ساقه پنبه با روش سودای سرد و APMP خمیرکاغذ ساختند و ویژگی‌های آنها را با هم مقایسه کردند و نتایج زیر را اعلام داشتند:

– بازده هر دو فرآیند کم بود، اما قابل مقایسه با مقادیر حاصل از خمیرسازی نیمه شیمیایی بودند.

– مقاومت‌ها در مقایسه با خمیرسازی شیمیایی کمتر بودند اما با مقادیر خمیرسازی نیمه شیمیایی قابل مقایسه بودند.

– خمیرهای تولید شده از فرآیند APMP، ۵۰٪ روشن‌تر و اندکی ضعیف‌تر از خمیر حاصل از فرآیند سودا بودند و برای رسیدن به سطح مشخصی از درجه روانی، در حد قابل ملاحظه‌ای، به پالایش ثانویه‌ی کمتری نیاز داشتند.

– افزایش در درصد قلیا و پروکسید هیدروژن سبب شد که زمان لازم برای رسیدن به سطح مشخصی از درجه روانی در پالایش ثانویه کاهش یابد.

Yongqiang (۲۰۰۲) خمیرکاغذهای APMP حاصل از توس و صنوبر را برای ساخت کاغذ روزنامه مورد مقایسه قرار داد. در این فرآیند از یک مرحله آغشته‌سازی و دو مرحله پالایش تحت فشار اتمسفر استفاده شد. نتایج نشان داد با وجود اینکه خمیرکاغذ توس مقادیر هیدروکسیدسدیم و پروکسید هیدروژن بیشتری را در مقایسه با خمیرکاغذ صنوبر مصرف می‌کند، اما درجه روشنی، مقاومت کششی و پاره شدن کمتری نسبت به صنوبر ایجاد می‌کند.

Resalati (۲۰۰۷) در بررسی با عنوان تأثیر متغیرهای فرآیندی APMP بر بازده و ویژگی‌های خمیر صنوبر، تأثیر بعضی متغیرهای فرآیندی را بر بازده و ویژگی‌های خمیر APMP دو گونه صنوبر از ایران: *P.alba* و *P.nigra* را با نسبت اختلاط متفاوت بررسی نمود. در این راستا از دو مرحله آغشته سازی استفاده کرد و توازنی بین واکنش‌های هیدرولیز و شفاف‌سازی با هدف تولید خمیر APMP با درجه روشنی ۸۰٪ ISO و دامنه‌ی بازده خمیر ۸۶ تا ۸۹٪ ISO برقرار کرد. کل مواد شیمیایی مورد استفاده در پیش تیمار متغیر بود، با ۷–۶ درصد هیدروکسید سدیم و ۶–۵ درصد پروکسید هیدروژن با نسبت مصرف ۴۰، ۵۰ و ۶۰٪ و به‌علاوه مقادیر ثابت مواد شیمیایی تثبیت‌کننده‌ی پروکسید و ۲۰ تا ۴۰٪ مقدار کل مواد شیمیایی استفاده شده را در مرحله‌ی اول آغشته سازی مورد استفاده قرار داد.

Kopania و همکاران (۲۰۰۸) دریافتند که پروکسید هیدروژن با استفاده از فعال‌کننده‌ها و ترکیبات پراکسی دیگر مانند پراستیک اسید تأثیر بیشتری در رنگبری خمیر مرکب‌زدایی شده‌ی MOW دارند. استفاده از پروکسید هیدروژن و مشتقات پروکسید سبب افزایش درجه روشنی در رنگبری MOW می‌شود. در شرایطی که غلظت مایع رنگبری ۰/۲ درصد و EDTA ۰/۱ درصد می‌باشد. پروکسید هیدروژن در حضور سولفات منیزیم پایداری مؤثرتری دارد. استفاده از عوامل پایدارکننده باعث توقف تجزیه پروکسید هیدروژن و ترکیبات پروکسید دار شده و درجه روشنی خمیرکاغذ باطله را به ۶۵ درصد افزایش می‌دهد.

Amiri (۲۰۰۵) در بررسی تهیه‌ی خمیرکاغذ ساقه‌ی پنبه با روش سودا نتیجه گرفت که اثر زمان و درجه حرارت پخت روی بازده خمیرکاغذ چشمگیرتر از تغییرات حاصل از نحوه‌ی به‌کارگیری ماده‌ی خام می‌باشد، به‌طوری‌که تأثیر ماده‌ی اولیه به‌صورت با پوست یا بدون پوست بر روی بازده

www.SID.ir

Archive of SID

خمیرحاصل از آن چندان محسوس نیست. لذا شرایط تهیه‌ی خمیرکاغذ با توجه به شرایط میانگین و مطلوب‌تر شامل به‌کارگیری ساقه‌ی پنبه بدون پوست، دمای پخت ۱۶۰ °C و زمان پخت ۴۰ دقیقه پیشنهاد شده است.

Shubchari (۲۰۰۶) امکان تولید خمیرکاغذ پربازده سفید را با روش APMP از ساقه‌ی پنبه در دو حالت با پوست و بدون پوست بررسی کرد و آزمایش‌های انجام شده نشان داد که در حالت با پوست بازده خمیرها در محدوده‌ی ۶۸/۲۹٪ –۵۹/۷۳ بوده و در شرایط بدون پوست ۷۷/۲۵٪ –۶۸/۷۴ می باشد. بهترین درجه روشنی در شرایط با پوست و بدون پوست به ترتیب ۴۲/۲۳٪ و ۵۷/۰۳٪ درصد ISO به دست آمد. نتایج حاصل از خواص مکانیکی نشان داد که شاخص مقاومت کششی، مقاومت به ترکیدن، سفتی و طول پارگی در شرایط بدون پوست بیشتر از شرایط با پوست می‌باشد. شاخص مقاومت به پاره شدن تنها مقاومتی است که در بین دو شرایط با پوست و بدون پوست، اختلاف معنی‌داری ندارد.

مواد و روش‌ها

تهیه‌ی نمونه‌های ساقه‌ی پنبه و آماده‌سازی آنها برای تهیه‌ی خمیرکاغذ

نمونه‌برداری ساقه‌ی پنبه رقم ساحل در ایستگاه هاشم‌آباد واقع در ۱۱ کیلومتری شمال غربی شهر گرگان انجام گرفت. نمونه‌ها به آزمایشگاه گروه صنایع خمیر و کاغذ دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان منتقل شدند. ساقه‌های پنبه در ابتدا پوست‌کنی شده و سپس توسط اره‌ی نواری کوچک به طول‌های ۳cm تقسیم شده و در ادامه با ابزارهای دستی در امتداد طولی، ساقه‌های پوست‌کنی شده به خرده‌هایی به ضخامت حداکثر ۲ mm تبدیل شدند.

شرایط انجام تیمارهای فرآیند APMP

در این بررسی کلیه تیمارها به‌صورت دو مرحله‌ای انجام شدند و در مجموع برای هر دو مرحله، زمان ۲۰ دقیقه برای مرحله اول و ۶۰ دقیقه برای مرحله دوم، دمای ۷۰°C در مرحله اول و ۷۵ °C در مرحله دوم و با نسبت مایع خمیرسازی به خرده ساقه پنبه شش به یک انجام شد. مقدار هیدروکسید سدیم و پروکسید هیدروژن در مرحله اول تمام تیمارها ثابت و به میزان ۴٪ سود و ۲٪ پروکسید بود. درحالی‌که مقدار هیدروکسید سدیم در مرحله دوم در تیمارهای ۱، ۲ و ۳ به ترتیب ۲، ۲/۵ و ۳ درصد و مقدار پروکسید هیدروژن در مرحله دوم تیمارهای ۱، ۲ و ۳ به ترتیب ۲، ۳ و ۴ درصد به کار گرفته شد. خمیر با ویژگی‌های برتر به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شد و خمیر APMP آن با استفاده از نسبت ثابت ۳٪ سیلیکات سدیم و ۰/۵٪DTPA تهیه شد.

خمیرکاغذسازی مجدد[1]

ظرف حاوی نمونه‌ها (پس از توزین) به همراه حجم مشخصی آب برای ایجاد خمیرکاغذی با درصد خشکی ۵ درصد به مدت یک ساعت درون حمام آب گرم با دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد تا جدا شدن الیاف کاغذ به سهولت انجام گیرد. بعدازاین مدت کاغذها در همان درصدخشکی به همراه ۰/۲ درصد ماده فعال‌ساز سطحی (پلی‌سوربات ۸۰) براساس وزن خشک خمیر به مدت ۱۰ دقیقه در داخل دستگاه الیاف بازکن گذاشته شدند. سپس از طریق آب‌گیری به کمک الک ۳۰۰ مش درصد خشکی خمیرکاغذ به ۸ درصد رسانده شد. پس از آن ظرف حاوی خمیرکاغذ شامل ذرات مرکب و الیاف در داخل حمام آب گرم در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. در تیمار شیمیایی نیز ۱ درصد هیدروکسید سدیم براساس وزن خشک خمیر، ۱ درصد پروکسید هیدروژن، ۰/۲ درصد سیلیکات سدیم و ۰/۳ درصد عامل کی‌لیت‌ساز به خمیر افزوده شد و به مدت ۱۵ دقیقه به همراه عمل هم زدن، تیمار شیمیایی و حرارتی انجام گرفت.

1-Repulping

www.SID.ir

Archive of SID

مرکب‌زدایی به روش شناورسازی[1]

خمیر با درصدخشکی ۰/۸ درصد همراه با افزودن ۰/۳۳ درصد کلریدکلسیم در یک سلول شناورسازی ۲۰ لیتری ساخته شده در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان شناورسازی شد. کارکرد این سلول شناورسازی براساس جداسازی ذرات مرکب در اثر اتصال به حباب‌های هوای در حال صعود در سوسپانسیون خمیر است. عمل شناورسازی برای کلیه نمونه‌ها تحت جریان هوای حدود ۶ لیتر بر دقیقه، به مدت ۲۰ دقیقه انجام گرفت.

ساخت کاغذ دست‌ساز

در این بررسی از خمیر مرکب‌زدایی شده مخلوط کاغذهای باطله اداری به‌عنوان تقویت‌کننده خمیرکاغذ APMP ساقه پنبه استفاده شد. الیاف هریک از خمیرها ابتدا کاملاً جدا شده سپس درجه روانی اولیه آنها طبق استاندارد T ۲۲۷ om-۰۴ آئین‌نامه TAPPI[2] اندازه‌گیری گردید. خمیرها توسط دستگاه پالایشگر آزمایشگاهی تا رسیدن به درجه‌روانی حدود CSF ۳۰۰ml پالایش شدند. در مرحله بعد با توجه به درصد استفاده از انواع خمیرکاغذ برای هر تیمار مطابق با نسبت‌های جدول شماره ۱، کاغذهای دست‌ساز ۶۰ گرمی بر اساس استاندارد sp-۰۱ T ۲۲۰ آئین‌نامه TAPPI تهیه شدند.

جدول ۱- درصد استفاده از خمیرکاغذ در هر تیمار

	APMP	MOW
تیمار شاهد (A_1)	DTPA and Na_2SiO_3 با ۱۰۰٪	٪۰
تیمار اول (A_2)	DTPA and Na_2SiO_3 بدون ۱۰۰٪	٪۰
تیمار دوم (AD_{10})	٪۹۰	٪۱۰
تیمار سوم (AD_{20})	٪۸۰	٪۲۰
تیمار چهارم (D)	٪۰	٪۱۰۰

1-Flotation
2- Technical Association of the Pulp and Paper Industries

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 فیزیکی مکانیکی و نوری آنها به شرح زیر اندازه‌گیری و ثبت گردید:

- دانسیته
- مقاومت به ترکیدن بر اساس استاندارد T ۴۰۳ om-۰۲
- مقاومت به پاره شدن بر اساس استاندارد T ۴۱۴ om-۰۴
- درجه روشنی بر اساس استاندارد T ۴۵۲ om -۰۲
- ماتی بر اساس استاندارد T ۴۵۲ om- ۰۱

روش تجزیه تحلیل آماری

این تحقیق در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد و برای تجزیه‌وتحلیل خصوصیات کاغذها از آزمون تجزیه‌ی واریانس و برای مقایسه‌ی میانگین‌های نتایج به‌دست آمده از آزمون دانکن استفاده شد و رسم نمودارها و گراف‌ها با استفاده از نرم‌افزار EXCELL انجام گرفت.

نتایج

ویژگی‌های فیزیکی و مقاومتی

دانسیته

مقادیر دانسیته‌ی کاغذهای ساخته شده نشان داد که در سطح ۵ درصد بین تیمارها اختلاف معنی‌دار آماری وجود دارد (جدول ۲). به‌طوری‌که با افزایش سهم خمیر مرکب-زدایی شده‌ی MOW در مخلوط خمیرهای کاغذ، به دلیل اینکه الیاف این بخش از خمیر از انعطاف‌پذیری و قابلیت فشرده شدن بیشتری برخوردارند در مقایسه با کاغذ حاصل از خمیر APMP ساقه‌ی پنبه، ضخامت کاغذ کاهش و دانسیته آن افزایش یافت (شکل ۱).

مقاومت به ترکیدن

مقادیر مقاومت به ترکیدن کاغذهای دست‌ساز نشان داد که در سطح ۵ درصد بین تیمارها اختلاف معنی‌دار آماری وجود دارد (جدول ۳). به‌طوری‌که با افزایش سهم خمیر

www.SID.ir

Archive of SID

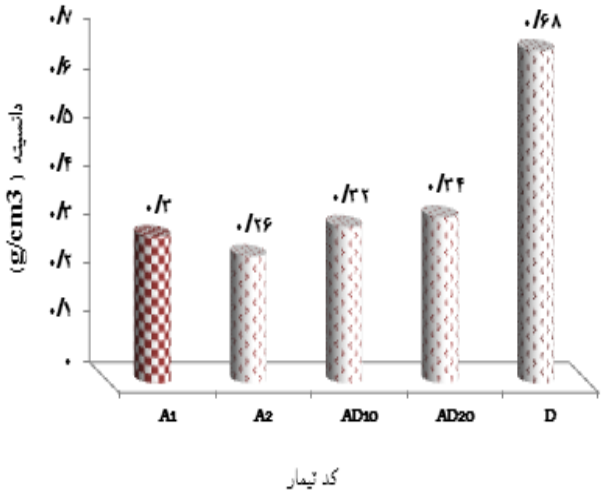
مرکب‌زدایی شده‌ی MOW در مخلوط خمیرهای کاغذ، به دلیل انعطاف‌پذیری بیشتر، فیبریله شدن آسان‌تر الیاف و در اثر ایجاد اتصالات هیدروژنی بیشتر این بخش از خمیر، پیوندهای بین الیاف افزایش یافته و درنتیجه مقادیر مقاومت به ترکیدن افزایش پیدا می‌کند (شکل ۲).

جدول ۲-نتایج آزمون تجزیه واریانس مقادیر دانسیته‌ی کاغذها

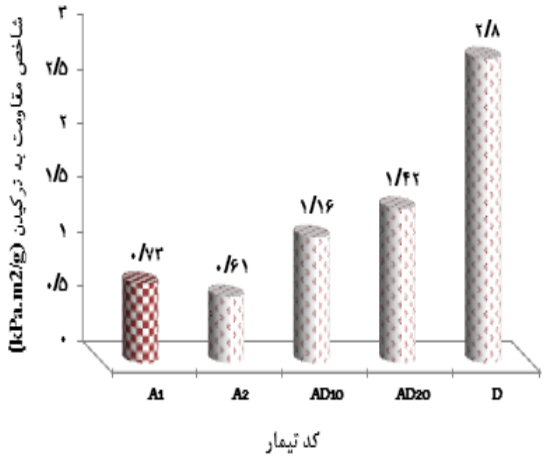
منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	Fمحاسباتی	سطح معنی داری
تیمار	۰/۳۵۰	۴	۰/۰۷۸	۵۲۴/۵۶۰	۰/۰۰۰
خطا	۰/۰۰۲	۱۰	۰/۰۰۰		
کل	۰/۳۵۱	۱۴			

جدول۳- نتایج آزمون تجزیه واریانس شاخص مقاومت به ترکیدن کاغذها

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	Fمحاسباتی	سطح معنی داری
تیمار	۹/۲۸۱	۴	۲/۳۲۰	۳۷۸۲/۸۶	۰/۰۰۰
خطا	۰/۰۰۶	۱۰	۰/۰۸۷		
کل	۹/۲۸۷	۱۴			



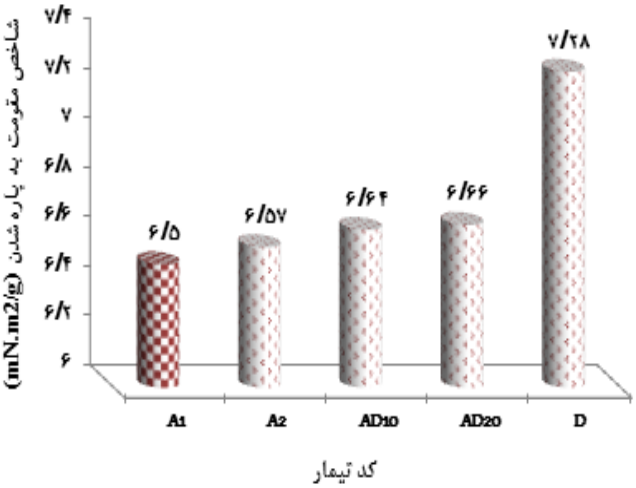
شکل ۱- مقادیر دانسیته کاغذهای حاصل از تیمارهای مختلف



شکل ۲- شاخص مقاومت به ترکیدن کاغذهای حاصل از تیمارهای مختلف

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳- شاخص مقاومت به پاره شدن کاغذهای حاصل از تیمارهای مختلف

مقاومت به پاره شدن

مقادیر مقاومت به پاره شدن کاغذهای دست‌ساز نشان داد که در سطح ۵ درصد بین تیمارها اختلاف معنی‌دار آماری وجود دارد (جدول ۴). به‌طوری‌که با افزایش سهم خمیر مرکب‌زدایی شده‌ی MOW در مخلوط خمیرهای کاغذ، مقادیر مقاومت به پاره شدن نیز افزایش می‌یابد زیرا بیشتر شدن مقدار الیاف بلندتر منجر به ایجاد ساختار شبکه‌ای قوی‌تر الیاف در ورق کاغذ و درهم‌رفتگی و پیوستگی بیشتر آن‌ها شده که منجر به افزایش مقاومت به پاره شدن می‌شود (شکل ۳).

ویژگی‌های نوری

درجه روشنی

مقادیر درجه روشنی کاغذهای دست‌ساز نشان داد که در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار آماری بین درجه روشنی کاغذهای دست‌ساز حاصل از خمیرکاغذهای مربوطه وجود دارد (جدول ۵). به‌طورکلی با افزایش سهم خمیر مرکب‌زدایی شده‌ی MOW در مخلوط خمیرهای کاغذ، مقادیر درجه روشنی به‌طور جزئی افزایش می‌یابد. در واقع به علت انجام عملیات رنگ‌بری و مرکب‌زدایی بر روی خمیرکاغذ MOW، درجه روشنی آن زیاد بوده و لذا افزودن آن به مخلوط خمیرکاغذ، موجب افزایش درجه روشنی آن شده است (شکل ۴).

جدول ۴- نتایج آزمون تجزیه واریانس شاخص مقاومت به پاره شدن کاغذها

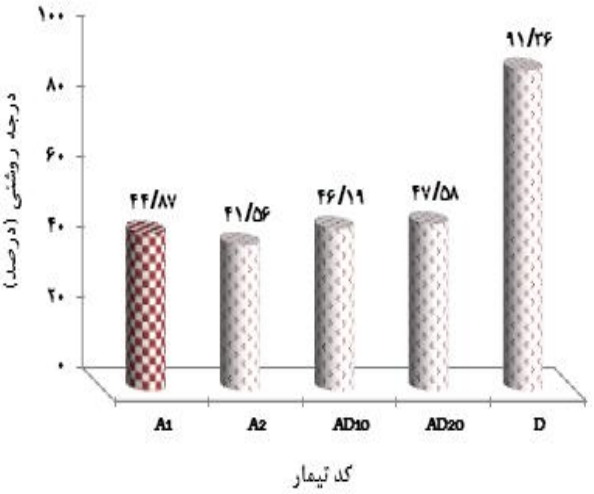
منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	Fمحاسباتی	سطح معنی داری
تیمار	۱/۱۷۶	۴	۰/۲۹۴	۴۷۹/۲۰۱	۰/۰۰۰
خطا	۰/۰۰۶	۱۰	۰/۰۰۱		
کل	۱/۱۸۲	۱۴			

جدول ۵- نتایج آزمون تجزیه واریانس درجه روشنی کاغذها

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	Fمحاسباتی	سطح معنی داری
تیمار	۵۲۰/۲۴۹	۴	۱۳۰۱/۸۱۲	۱۲۴۳۵/۳۲۱	۰/۰۰۰
خطا	۱/۰۴۷	۱۰	۰/۱۰۵		
کل	۵۲۰۸/۲۹۶	۱۴			

www.SID.ir

Archive of SID



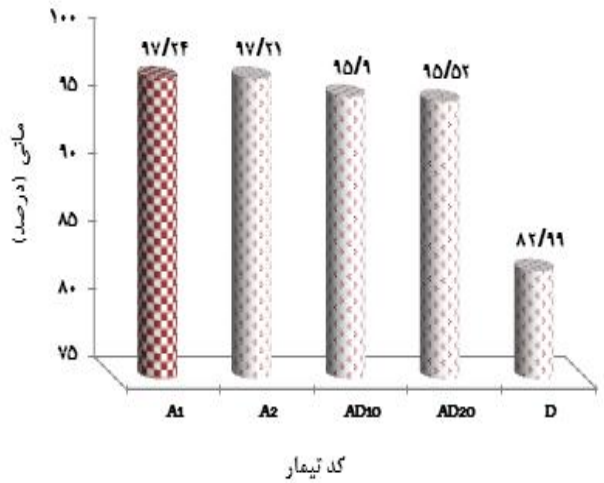
شکل ۴- مقادیر روشنی کاغذهای حاصل از تیمارهای مختلف

ماتی

مقادیر ماتی کاغذهای دست‌ساز نشان داد که در سطح ۵ درصد بین تیمارها اختلاف معنی‌دار آماری وجود دارد (جدول ۶). به‌طوری‌که با افزایش درصد خمیر مرکب‌زدایی شده‌ی MOW در مخلوط خمیرهای کاغذ، مقادیر ماتی کاهش می‌یابد. در واقع خمیر مرکب‌زدایی شده‌ی MOW در اثر پالایش لهیدگی بیشتری می‌یابد و در نتیجه در کاغذ تهیه شده از آن اتصالات بین الیاف بیشتر شده و تعداد شکست-های نور هنگام عبور از ضخامت کاغذ کاهش یافته و ماتی کاهش می‌یابد (شکل ۵).

جدول ۶- نتایج آزمون تجزیه واریانس ماتی کاغذها

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	Fمحاسباتی	سطح معنی داری
تیمار	۴۴۲/۷۲۸	۴	۱۱۰/۶۸۲	۳۲۰۸/۱۷۰	۰/۰۰۰
خطا	۰/۳۴۵	۱۰	۰/۰۳۵		
کل	۴۴۳/۰۷۳	۱۴			



شکل ۵- مقادیر ماتی کاغذهای حاصل از تیمارهای مختلف

بحث

نتایج حاصل از اندازه‌گیری ویژگی‌های مکانیکی و نوری کاغذهای دست‌ساز حاصل از خمیرکاغذ APMP و خمیرکاغذ بازیافتی رنگ‌بری شده و درصدهای اختلاط ۱۰٪ و ۲۰٪ این دو نوع خمیر نشان داد که تیمار D شامل ۱۰۰٪ خمیرکاغذ بازیافتی مرکب‌زدایی شده در مقایسه با تیمارهای دیگر بیشترین مقادیر دانسیته، درجه روشنی و شاخص‌های مقاومتی را داشت. با افزودن خمیر مرکب‌زدایی شده MOW با دو نسبت ۱۰٪ و ۲۰٪ به تیمار A_1 (شاهد) شامل ۱۰۰٪ خمیرکاغذ APMP با عوامل کی‌لیت‌ساز (DTPA و سیلیکات سدیم) ویژگی‌هایی نظیر دانسیته، مقاومت به ترکیدن، مقاومت به پاره شدن، درجه روشنی افزایش و ضخامت و ماتی کاهش یافت. مقایسه تیمار A_1 (شاهد) و تیمار A_2 شامل ۱۰۰٪ خمیرکاغذ APMP بدون عوامل کی‌لیت‌ساز، اثر DTPA و سیلیکات سدیم را نشان می‌دهد. این عوامل با غیرفعال کردن یون‌های فلزی نظیر آهن، مس، منگنز و... سبب بهبود تأثیر پروکسید قلیایی بر ماده‌ی اولیه می‌شوند. شایان ذکر است که سایر پژوهشگران

www.SID.ir

Archive of SID

مانند Meyer (1999) و Vidya (1999) نیز به نتایج مشابهی در مورد امکان استفاده از خمیر مرکب‌زدایی کاغذهای باطله اداری در اختلاط با خمیر دست اول دست یافته‌اند. به‌علاوه Ferguson (2000) نیز در مورد عوامل مؤثر بر مرکب زدایی مخلوط کاغذهای باطله اداری و ویژگی‌های خمیر مرکب‌زدایی شده حاصله بررسی‌هایی انجام داد که نتایج به‌دست آمده از پژوهش او در انجام عملیات آزمایشگاهی این پژوهش مورد استفاده قرار گرفته و نتایج مشابهی به دست آمده است. علاوه بر آن باید در نظر داشت که جایگزینی خمیر مرکب‌زدایی شده MOW در ترکیب خمیر APMP ساقه پنبه باعث 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 می‌شود.

منابع مورد استفاده

- Ali, M., Byrd, M., and Jameel, H. 2002. Chemimechanical Pulping of Cotton Stalks. Presented At the TAPPI Pulping Conference Prceedings.
- Amiri, SH,. 2005. Investigation of Produce Paper by Soda From Cotton Stalk. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research ,20(2): 185-206.
- Ferguson, L. 2000 . Properties that a low DIP to be used a hardwood substitute. TAPPI papermakers conference and trade fair , Canada , Book No 2 , pp : 611-662.
- Genco, J. M. 1994. Bleaching Mixed office waste to high brightness. TAPPI Journal , 77(3) : 253-259.
- Kopania, E., Stupinska, H., and Palenik, J. 2008. Susceptibility Deinked Waste Paper Mass to Proxide Bleaching, Institute of Biopolymers and Chemical fibers. www.epnoe.eu
- Meyer, K. 1999. Deinking mixed office waste and the use in printing and writing grades. pp : 197-211.
- Resalati, H. 2007. The Effects of APMP Process Variables on Aspen Pulp Yields and Properties, 2007 International Mechanical Pulping Conference. www.TAPPI.org
- Saraeyan, A,. 2003. Investigation On Possibility of High yield Bleached Pulp Production Using Alkaline Proxide Mechanical Pulping (APMP) From Khorasan Wheat Straw .PH.D thesis. Tehran University. pp: 257.
- Sarreyan, A., Kamrani, s. 2007. Estimating Amount of Agricultural Residuals Useable in Wood and Paper Industries (case study: Golestan province). Monthly scientific, agricultural and rural environment, 50(5): 27-32.
- Shubchari, H., 2006. Investigation On Possibility of High yield Bleached Pulp Production Using Alkaline Proxide Mechanical Pulping (APMP) From Cotton Stalk, Master thesis, Agricultural Sciences and Natural Resources of Gorgan University.pp: 71.
- Sorush s,. 2002. Effect of Soda Pulp from Cotton Stalks on the Quality of Recycling Paper from Waste Paper Packaging, Master thesis, Agricultural Sciences and Natural Resources of Gorgan University.pp: 73.
- Vidya, S. 1999. Effect of recycled fiber on strength properties of paper. IPPTA , pp: 13-17.
- Woodward, T. 1997. Behavior of recycled pulps during papermaking: Tissue runability short course , TAPPI Journal .pp : 57-111.
- Xu, E. C. 1999. A new concept in Alkaline Peroxide Mechanical Pulping, international mechanical pulping conference proceeding, Rouston, texas.
- Yongqiang, Zhirun., Heitner, Cyril., and Mc Garry, P. 2002. Evaluation of the APMP process for mature and juvenile loblolly pine, TAPPI Journal, 5 (7): 24-31.

www.SID.ir

Archive of SID

The effect of using deinked mixed office waste pulp on the properties of alkaline proxide mechanical pulp from cotton stalk

M. Tavakoli[1], A.R. Saraiyan[2*], H. Resalati[3] and A. Ghasemian[4]

1-M.Sc., Student in Pulp and Paper Technology, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
2*- Corresponding author, Associate professor, Factulty Members in Pulp and Paper Technology, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran, Email: saraeyan@yahoo.com
3- Professor, Factulty Members in Pulp and Paper Technology, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
4- Associate professor, Factulty Members in Pulp and Paper Technology, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

Received: Sep., 2015 Accepted: March., 2016

Abstract:

The present study was carried out aiming to investigate the effect of using Deinked Mixed Office Waste Pulp (MOW) on the properties of Alkaline Peroxide Mechanical Pulp (APMP) from cotton stalk**.** APMP pulps was prepared using chelating agents such as Na_2SiO_3 and DTPA (control sample) and without these agents in two-stage pulping with L/W ratio 6:1(ml/g)**,** 20 minutes impregnation time at 70 ^{0}C for first stage, 60 minutes impregnation at 75 ^{0}C for second stage. Also, pulp was prepared from mixed office waste paper, which were deinked with conventional flotation and then each pulp was separately refined up to about 300 ml CSF. The handsheets were made from control sample pulps, APMP without chelating agents, MOW deinked pulp and mixing with 10%, 20% deinked pulp with control APMP. Physical and mechanical properties were determined using TAPPI standard methods. Deinked MOW pulp had the maximum values of density, brightness, strength properties and APMP pulp without chelating agents had the minimum values. Among mixed pulps, APMP pulp containing 20% deinked MOW pulp showed the maximum value of density, brightness, burst index and tear index.

Key words: APMP pulp, cotton stalk, deinked MOW, density, brightness, burst index.

www.SID.ir