

اثر افزودن خمیر کاغذهای شیمیایی باگاس و الیاف بلند وارداتی بر ویژگی‌های خمیر کاغذ مکانیکی شیمیایی تولید شده از مخلوط پهن‌برگان (ممرز، راش و صنوبر)

چکیده

هدف از این مطالعه بررسی ویژگی‌های کاغذ حاصل از اختلاط الیاف چوبی و غیرچوبی می‌باشد. در این راستا، تاثیر اختلاط خمیر کاغذ صنعتی مکانیکی شیمیایی (Chemical-Mechanical Pulp) پهن‌برگان (۶۰٪ ممرز، ۲۰٪ راش و ۲۰٪ صنوبر) کارخانه مازندران با خمیر کاغذ صنعتی سودای باگاس شرکت پارس به ترتیب با نسبت‌های ۶۵ به ۲۰، ۵۵ به ۳۰، ۴۵ به ۴۰، ۳۵ به ۵۰، ۱۵ به ۷۰ به همراه ۱۵٪ خمیر الیاف بلند وارداتی در هر ترکیب بررسی شده است. از اختلاط خمیر کاغذهای پالایش نشده، کاغذهای دست‌ساز آزمایشگاهی ساخته شد و ویژگی‌های درصد روشنی، تخلخل، شاخص کششی، طول پارگی، شاخص ترکیدن و شاخص مقاومت به پارگی طبق استانداردهای تاپی و ایزو اندازه‌گیری شدند. نتایج دسته‌بندی پراکنش طولی الیاف با دستگاه کلاسه‌بندی نشان داد که خمیر کاغذ مکانیکی شیمیایی پهن‌برگان کارخانه مازندران به لحاظ طول الیاف و درصد نرمه از کیفیت بهتری نسبت به خمیر کاغذ شیمیایی باگاس شرکت پارس برخوردار است. آنالیز آماری نتایج نشان داد که میانگین ویژگی‌های کاغذهای دست‌ساز حاصل از خمیر کاغذهای اختلاطی مانند شاخص ترکیدن، شاخص مقاومت به پارگی و روشنی با افزایش سهم خمیر کاغذ باگاس کاهش می‌یابند به جز طول پاره شدن و شاخص کششی که در اثر افزایش مقدار خمیر باگاس تغییر معنی‌داری نداشته و درصد تخلخل هم کاهش یافته است.

واژگان کلیدی: خمیر کاغذ مکانیکی شیمیایی پهن‌برگان، خمیر کاغذ شیمیایی باگاس، ویژگی‌های کاغذ دست‌ساز، طول الیاف.

پریزاد شیخی^{۱*}
قاسم اسدیپور اتویی^۲

^۱ استادیار گروه مهندسی مکانیک، واحد دزفول، دانشگاه آزاد اسلامی، دزفول، ایران

^۲ دانشیار گروه مهندسی صنایع چوب و فرآورده‌های سلولزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، مازندران

مسئول مکاتبات:
parizad_sheikhi@iaud.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۴/۱۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۰/۰۲

مقدمه

در دهه‌ی ۱۹۷۰ برای ساخت خمیر کاغذ با بازده زیاد (۹۰٪-۸۵) از پهن‌برگان روش مکانیکی شیمیایی توسعه یافت که امکان استفاده از پهن‌برگان در تولید کاغذ چاپ را فراهم کرد. خمیر مکانیکی شیمیایی در مقایسه با خمیر کاغذ مکانیکی خواص مقاومتی بهتر و انعطاف‌پذیری

بیشتر در ماشین کاغذ را به همراه داشت [۱ و ۲]. این فرایند خمیرسازی از ظرفیت کم (۵۰ تا ۱۰۰ تن در روز) تا زیاد (۱۰۰۰ تن در روز با هزینه سرمایه‌گذاری پایین‌تر) قابل بهره‌برداری بوده و با قابلیت انعطاف‌پذیری زیاد قادر به تولید خمیرهایی با ویژگی‌های بین خمیر مکانیکی خالص تا خمیر شیمیایی خالص است [۳]. کارخانه چوب و

درصد) با شرایط پخت ثابت برای ساخت خمیر کاغذ به روش سودا استفاده کردند و ویژگی‌های خمیر کاغذ و کاغذهای دست‌ساز مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که با کاهش مغز در باگاس قلیای فعال باقیمانده در لیکور سیاه افزایش یافته و ویژگی‌های خمیر کاغذ مانند عدد کاپا، بازده بعد از الک، درجه روانی اولیه و زمان آگیری بهبود می‌یابد. همچنین خواص مقاومتی کاغذ مانند مقاومت در برابر پارگی و مقاومت در برابر ترکیدن افزایش چشمگیری می‌یابد. با مقایسه نتایج به دست آمده با شرایط خمیر کاغذسازی کارخانه پارس مشخص شد که کارایی واحد مغززدایی کارخانه بسیار پایین بوده که باعث مصرف بیشتر مواد شیمیایی در واحد خمیرسازی و کیفیت کمتر خمیر و کاغذ حاصل می‌شود [۸].

با وجود صنایع جانبی فعال صنعت نیشکر خوزستان که از تفاله‌ی نیشکر (باگاس) استفاده می‌کنند هنوز بخش زیادی از ضایعات نیشکر در بیابان‌ها رها و یا سوزانده می‌شوند و از طرفی در کشور ایران قانون منع برداشت چوب از جنگل‌های شمال برای صیانت از آنها اجرا می‌شود. با این شرایط بررسی پتانسیل جایگزینی خمیر کاغذهای مکانیکی شیمیایی با خمیر کاغذ باگاس در کارهای تحقیقاتی لازم است. هدف از این تحقیق ارزیابی اثر اختلاط خمیر مکانیکی شیمیایی پهن‌برگان (ممرز، راش و صنوبر) کارخانه چوب و کاغذ مازندران با خمیرسودای باگاس شرکت کاغذ پارس خوزستان بر روی ویژگی‌های کاغذ دست‌ساز حاصل از آنها می‌باشد.

مواد و روش‌ها

خمیر کاغذهای مورد استفاده در این تحقیق عبارتند از: خمیر مکانیکی شیمیایی شرکت صنایع چوب و کاغذ مازندران که از مخلوط چوب گونه‌های ممرز (۶۰٪)، راش (۲۰٪) و صنوبر (۲۰٪) در دمای ۱۷۵ درجه سانتیگراد، فشار ۷۵ بار، زمان ۳۰ دقیقه با ۱۲٪ سولفیت سدیم (Na_2SO_3) با درجه روانی ۶۰۰-۷۰۰ ml CSF تولید می‌شود. همچنین خمیر شیمیایی باگاس به روش سودا با قلیای فعال ۱۵٪، دمای ۱۷۰ درجه سانتیگراد، زمان ۱۵ دقیقه و فشار ۷ بار با درجه روانی حدود ۵۵۰-۵۵۰ ml CSF در کارخانه کاغذ پارس تولید شده است. برای تقویت

کاغذ مازندران در صورت داشتن ماده اولیه چوبی قادر است روزانه ۳۰۰ تن خمیر مکانیکی شیمیایی از پهن‌برگان تولید کند. از طرف دیگر پتانسیل بالای جنوب کشور ایران به لحاظ تولید خمیر کاغذ از باگاس هم قابل توجه است. شرکت کاغذ پارس، در سال ۹۶ حدود ۶۶۰۰۰ تن انواع کاغذ، رول فلوتینگ و خمیر بکر تولید داشته است که از این مقدار، ۱۹/۵۳۷ تن مربوط به تولید خمیر کاغذ بکر بوده که نسبت به سال ۹۵ (تولید خمیر بکر ۹/۵۵۲ تن) با افزایش خوبی همراه بوده است. در سال‌های اخیر تحقیقاتی در مورد اختلاط خمیر کاغذهای چوبی و غیرچوبی صورت گرفته است تا پتانسیل استفاده از خمیر کاغذهای بومی و کاهش مصرف الیاف وارداتی را بسنجند. البته شرایط ساخت خمیر کاغذ تاثیر زیادی روی کیفیت نهایی خمیر کاغذ خواهد گذاشت. Jafari-Petroudy و همکارانش (۲۰۱۱) مصرف خمیر مکانیکی شیمیایی پهن‌برگان (ممرز و راش) در ترکیب با خمیر شیمیایی باگاس برای جایگزینی الیاف بلند وارداتی را بررسی کردند. نتایج تحقیق نشان داد که مصرف خمیر شیمیایی باگاس در اختلاط با خمیر کاغذ مکانیکی شیمیایی پهن‌برگان برای ساخت کاغذ روزنامه هم مصرف الیاف بلند وارداتی را کاهش و هم ویژگی‌های مقاومتی کاغذ را افزایش می‌دهد ولی ماتی، حجم و تخلخل کاغذ کاهش می‌یابد [۴]. با توجه به نتایج کسب شده خمیر باگاس نقش یک تقویت کننده خمیر مکانیکی شیمیایی را داشته و تنها تاثیر منفی آن کاهش ماتی کاغذ است که برای کاغذ روزنامه اهمیت فراوانی دارد. همچنین طی تحقیقاتی تولید خمیر مکانیکی شیمیایی از گونه‌های راش و ممرز در اختلاط با چوب صنوبر لرزان بررسی شده است. نتایج حاکی از بهبود ویژگی‌های مقاومتی خمیر حاصله در اثر مصرف چوب صنوبر می‌باشد [۶ و ۵]. همچنین Samariha و همکارانش (۲۰۱۳) با ساخت خمیر نیمه شیمیایی باگاس و اختلاط آن با خمیر مکانیکی شیمیایی پهن‌برگان و همچنین الیاف بلند سوزنی‌برگان، کاغذ روزنامه ساختند و توانستند با مصرف خمیر باگاس سهم الیاف سوزنی‌برگ را کاهش دهند [۷].

Rasooly Garmaroudy و همکارانش (۲۰۱۶) از باگاس با سطوح مختلف مغززدایی (۳۰، ۲۰، ۱۰، ۵ و صفر

موضوع نشان از کیفیت بهتر خمیر مکانیکی شیمیایی پهن‌برگان دارد. پراکنش طولی الیاف به این صورت می‌باشد که الیاف بلند روی الک با مش ۳۰ و ۵۰، الیاف با طول متوسط روی الک با مش ۱۰۰ و الیاف کوتاه روی الک با مش ۲۰۰ قرار می‌گیرند. الیاف بسیار کوتاه، شکسته‌های الیاف، سلول‌های پاراننشیمی یا ریزه الیاف حاصل از عملیات مکانیکی از آخرین الک دستگاه دسته‌بندی طولی الیاف (الک با مش ۲۰۰) عبور می‌کنند که نرمه نامیده می‌شود. در برخی منابع نرمه‌ها به دو دسته اولیه و ثانویه تقسیم شده، نرمه‌های اولیه در اثر لیفی کردن و نرمه‌های ثانویه در اثر پالایش ایجاد می‌شود [۹]. تیمار شیمیایی مناسب چپس‌های چوب باعث می‌شود که با عمل پالایش الیاف سالم بیشتر و نرمه یا فاین کمتری تولید شود [۱۰]. در حالیکه ۳۰ تا ۳۵ درصد وزنی باگاس را سلول‌های مغزی تشکیل می‌دهد که حاوی سلول‌های پاراننشیمی نرم دیواره نازک با شکل‌های نامنظم و مقدار زیادی خاکستر با قابلیت جذب بالا همراه است که باعث تولید خمیر کاغذی با کیفیت پایین می‌شود [۸]. همچنین درجه روانی و درصد خاکستر هر سه خمیر کاغذ اندازه‌گیری و در جدول ۳ آورده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود خمیر کاغذهای مصرفی پالایش نشده هستند و درصد خاکستر خمیر کاغذ باگاس در مقایسه با سایر خمیر کاغذها قابل توجه است. Varma و Giertz (۱۹۷۹) بیان کردند که میزان خاکستر با افزایش مغززدایی کاهش می‌یابد [۱۱].

ویژگی‌های کاغذهای ساخته شده از ترکیب هر دو خمیر کاغذ از ۱۵٪ خمیر کرافت رنگبری شده سوزنی‌برگان (خمیر وارداتی) استفاده شده است. به هر نمونه خمیر کاغذ برای ساخت کاغذ دست‌ساز طبق جدول شماره ۱ شماره‌ای اختصاص داده شده است. درجه روانی، درصد خاکستر، دسته‌بندی پراکنش طولی الیاف با دستگاه (Bauer-McNett Classifier)، شاخص کششی، طول پارگی، شاخص ترکیدن، شاخص مقاومت به پارگی و درصد تخلخل به ترتیب طبق استانداردهای تاپی به شماره T494om-، T233om-82، T211 om-93، T227 om-04، T403 om-97، T414om-98 و T460 om-02 و درصد روشنی طبق استاندارد ISO-2470 انجام گرفت.

طرح آماری مورد استفاده در این بررسی کاملاً تصادفی است و برای تحلیل نتایج اندازه‌گیری ویژگی‌های کاغذ از نرم‌افزار SPSS استفاده شده است. مقایسه میانگین داده‌ها نیز با آزمون دانکن در سطح اطمینان آماری ۹۵ درصد انجام گرفت.

نتایج بحث

پراکنش طولی الیاف

نتایج اندازه‌گیری‌های پراکنش طولی خمیر مکانیکی شیمیایی و خمیر شیمیایی باگاس در جدول ۲ آورده شده است. نکته قابل اشاره، این است که خمیر شیمیایی باگاس حاوی درصد کمتری الیاف بلند و درصد نرمه بیشتری در مقایسه با خمیر مکانیکی شیمیایی پهن‌برگان است. این

جدول ۱- نسبت اختلاط خمیر کاغذ مکانیکی شیمیایی پهن‌برگان (راش، ممرز و صنوبر) و خمیر شیمیایی باگاس و الیاف بلند وارداتی

شماره نمونه خمیر کاغذ	درصد خمیر مکانیکی شیمیایی پهن‌برگان (CMP)	درصد خمیر شیمیایی باگاس (CBP)	درصد الیاف بلند وارداتی (ILF)
۱	۱۰۰	۰	۰
۲	۶۵	۲۰	۱۵
۳	۵۵	۳۰	۱۵
۴	۴۵	۴۰	۱۵
۵	۳۵	۵۰	۱۵
۶	۱۵	۷۰	۱۵
۷	۰	۱۰۰	۰

¹ Chemimechanical pulp

² Chemical bagasse pulp

³ Imported long fibers

جدول ۲- دسته بندی طول الیاف خمیر کاغذ مکانیکی شیمیایی پهن برگان و شیمیایی باگاس با دستگاه دسته بندی الیاف

مش الک	خمیر کاغذ مکانیکی شیمیایی پهن برگان (درصد)	خمیر کاغذ شیمیایی باگاس (درصد)
۳۰	۴۲/۵	۱۴/۶
۵۰	۳۷/۷	۲۱/۲
۱۰۰	۱۳/۴	۳۲
۲۰۰	۳/۴	۱۶/۹
بیشتر از ۲۰۰	۳	۱۵/۳

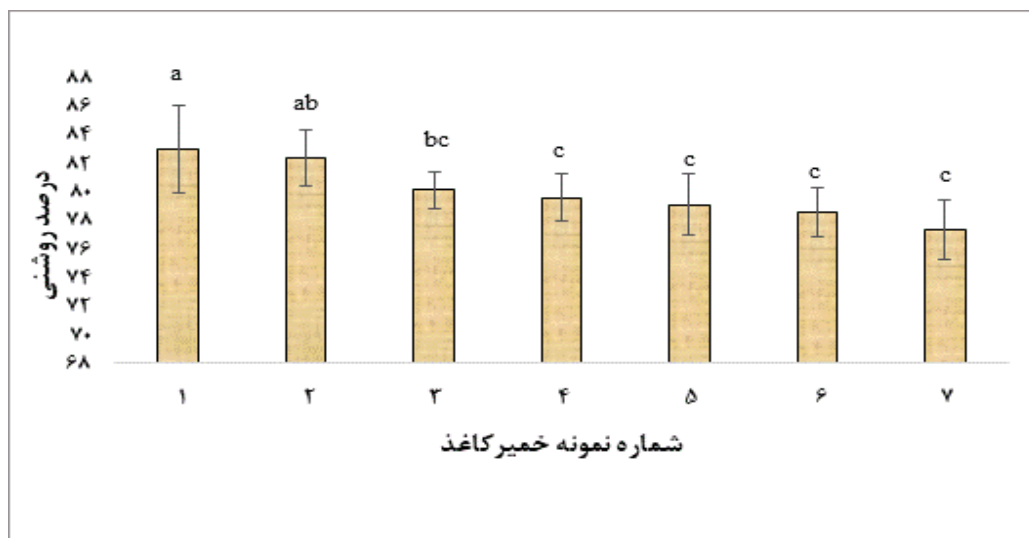
جدول ۳- درجه روانی و درصد خاکستر خمیر کاغذهای مورد استفاده در ساخت کاغذ دست ساز

ویژگی	خمیر کاغذ مکانیکی شیمیایی پهن برگان	خمیر کاغذ شیمیایی باگاس	خمیر کاغذ الیاف بلند وارداتی
درجه روانی (ml, C.S.F.)	۶۰۰	۴۹۵	۷۱۰
درصد خاکستر	۰/۳	۲/۷	۰/۲

ویژگی های کاغذهای دست ساز

اختلاط خمیر کاغذ صنعتی کارخانه چوب و کاغذ مازندران (CMP)، کارخانه کاغذ پارس (CBP) و الیاف بلند وارداتی (ILF) به صورتی انجام شد که در ۵ گروه به شماره های ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶ و گروه های ۱ و ۷ به ترتیب خمیر مکانیکی شیمیایی خالص (شاهد) و خمیر شیمیایی باگاس خالص (شاهد) قرار گرفتند. همانطور که در شکل ۱ مشاهده می شود بیشترین روشنی مربوط به کاغذ ساخته شده از ۱۰۰٪ خمیر مکانیکی شیمیایی است و با افزایش

درصد خمیر شیمیایی باگاس کاهش معنی داری داشته است، یکی از دلایل روشنی کمتر خمیر باگاس وجود سیلیس و یونهای فلزی (خاکستر بیشتر) است که با بهبود عمل مغززدایی باگاس روشنی هم می تواند افزایش یابد [۱۲]. نتایج تحقیق Rasooly Garmarodiy و همکارانش (۲۰۱۶) نشان داد که با حذف سلول های مغزی باگاس، روشنی کاغذ به طول قابل ملاحظه ای بهبود می یابد. دلیل آنرا کاهش میزان یون های فلزی (کاهش ضریب جذب نور) و افزایش ضریب پخش نور ذکر کردند [۸].



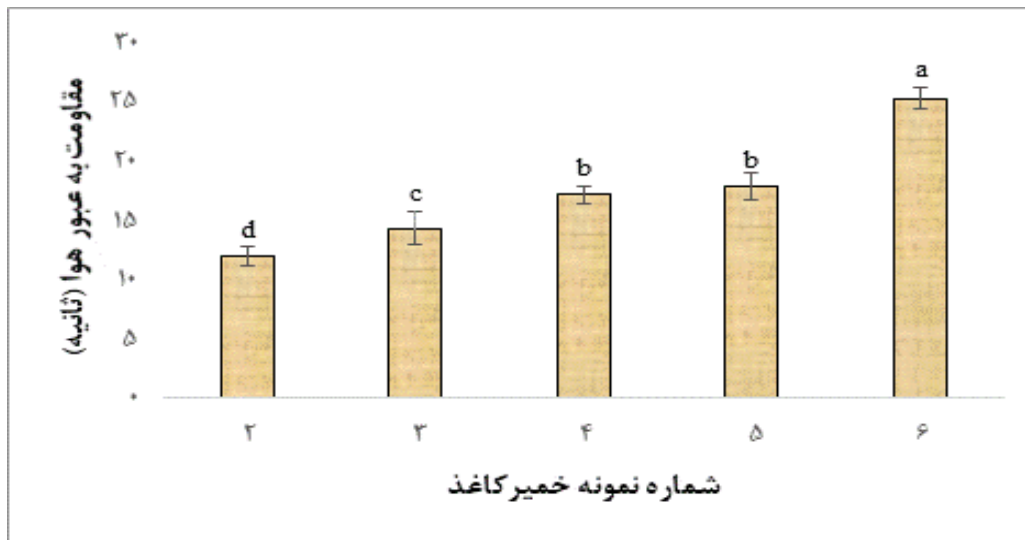
شکل ۱- تاثیر نوع خمیر کاغذ بر درصد روشنی کاغذهای دست ساز

خمیر شیمیایی باگاس این ویژگی افزایش معنی داری یافته است به طوری که با مصرف ۷۰٪ خمیر شیمیایی در فرنیس کاغذ تا ۲۵/۲ ثانیه افزایش یافته است. کاهش تخلخل با

همانطور که در شکل ۲ مشاهده می شود کاغذ حاوی ۶۵٪ خمیر مکانیکی شیمیایی کمترین مقاومت در برابر نفوذ هوا (۱۱/۹ ثانیه) را داشته و با افزایش سهم

همانطور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود که طول پارگی کاغذهای ساخته شده از خمیر مکانیکی شیمیایی پهن‌برگان و خمیر شیمیایی باگاس خالص تفاوت معنی‌داری با هم ندارند و افزایش معنی‌دار طول پارگی کاغذهای ساخته شده از خمیر کاغذهای اختلاطی در یک سطح آماری می‌تواند ناشی از مصرف ۱۵٪ الیاف بلند و خمیر شیمیایی باگاس باشد ولی افزایش درصد خمیر شیمیایی باگاس هم تاثیر معنی‌داری نداشته است.

افزایش درصد خمیر شیمیایی باگاس می‌تواند در اثر پر شدن فضای خالی بین الیاف با نرمه‌ها باشد. نتایج تحقیق Petrudy و همکارانش (۲۰۱۱) تاثیر الیاف باگاس بر افزایش مقاومت در برابر نفوذ هوا را تایید کرده است به طوری‌که با افزودن ۳۰٪ خمیر شیمیایی باگاس به خمیر مکانیکی شیمیایی پهن‌برگان هم کاهش حجم و هم کاهش تخلخل کاغذ را در مقایسه با کاغذ شاهد (بدون خمیر شیمیایی باگاس) ایجاد کرده است [۴].

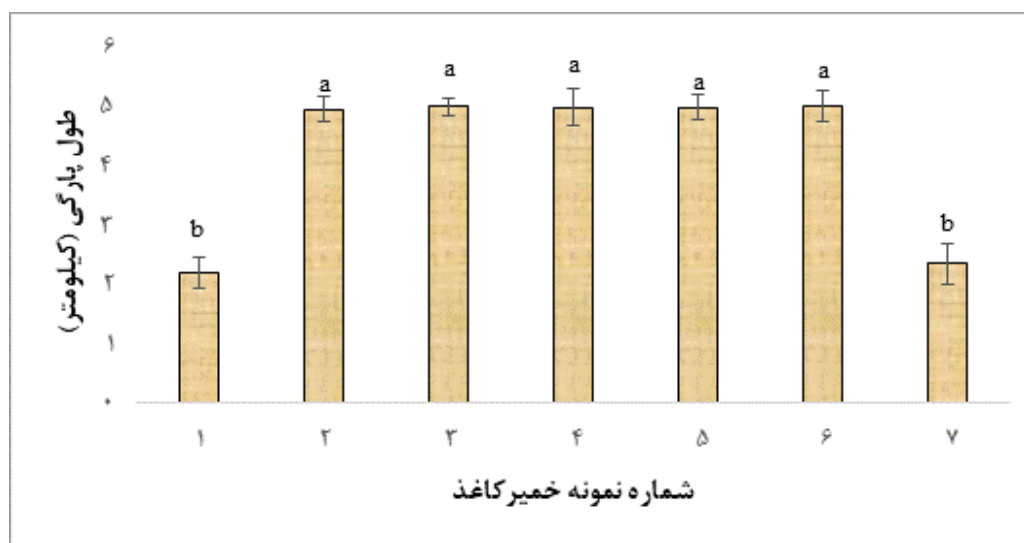


شکل ۲- تاثیر نوع خمیر کاغذ بر میزان تخلخل کاغذهای دست‌ساز

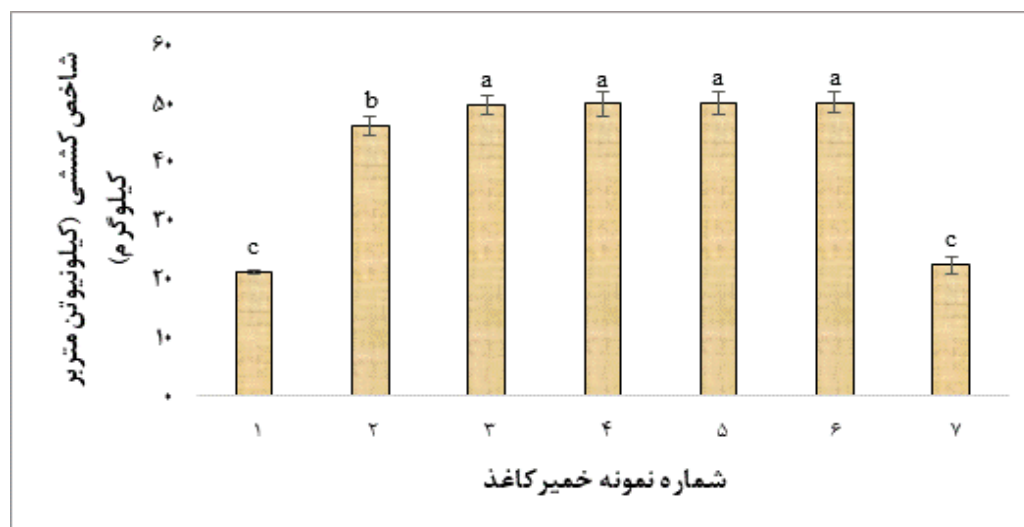
قادر به ایجاد پیوندهای قوی خواهند شد به طوری‌که با وجود درصد بیشتری از خمیر مکانیکی شیمیایی، حاوی الیاف صنوبر، کاغذها مقاومت به ترکیدن بیشتری داشتند [۶]. در حالی که در این بررسی سهم خمیر مکانیکی شیمیایی با ۷۰٪ الیاف بلند (الیاف روی الک با مش ۳۰ و ۵۰) کاهش و سهم خمیر شیمیایی باگاس که ۳۵/۸ درصد آنرا الیاف بلند تشکیل می‌دهد، افزایش می‌یابد. ممکن است که طول الیاف روی شاخص ترکیدن تاثیر گذاشته باشد [۱۳]. البته لازم به ذکر است که مصرف الیاف بلند سوزنی‌برگان هم باعث شده که شاخص ترکیدن همه‌ی خمیر کاغذهای اختلاطی بیشتر از خمیر کاغذهای شاهد باشد.

همچنین شکل ۴ میانگین شاخص کششی کاغذهای ساخته شده را نشان می‌دهد که با مصرف الیاف بلند و خمیر باگاس این ویژگی را نیز تقویت کرده است. تا سطح ۳۰ درصد خمیر شیمیایی باگاس باعث بهبود بیشترین ویژگی شده است ولی مصرف بیش از ۳۰ درصد خمیر باگاس افزایش معنی‌داری نداشته است.

شکل ۵ هم میانگین شاخص ترکیدن کاغذهای ساخته شده را نشان می‌دهد. کمترین مقدار شاخص ترکیدن مربوط به خمیر کاغذهای شاهد است. با تقویت خمیر کاغذ مکانیکی شیمیایی با ۱۵٪ الیاف بلند و ۲۰٪ خمیر کاغذ باگاس، شاخص ترکیدن تا سه برابر افزایش می‌یابد ولی با افزایش بیشتر سهم خمیر باگاس سیر نزولی پیدا می‌کند. نتایج تحقیق Goli و همکارانش (۲۰۱۶) نشان داد که با وجود الیاف صنوبر با دیواره نازک نسبت به راش و ممرز



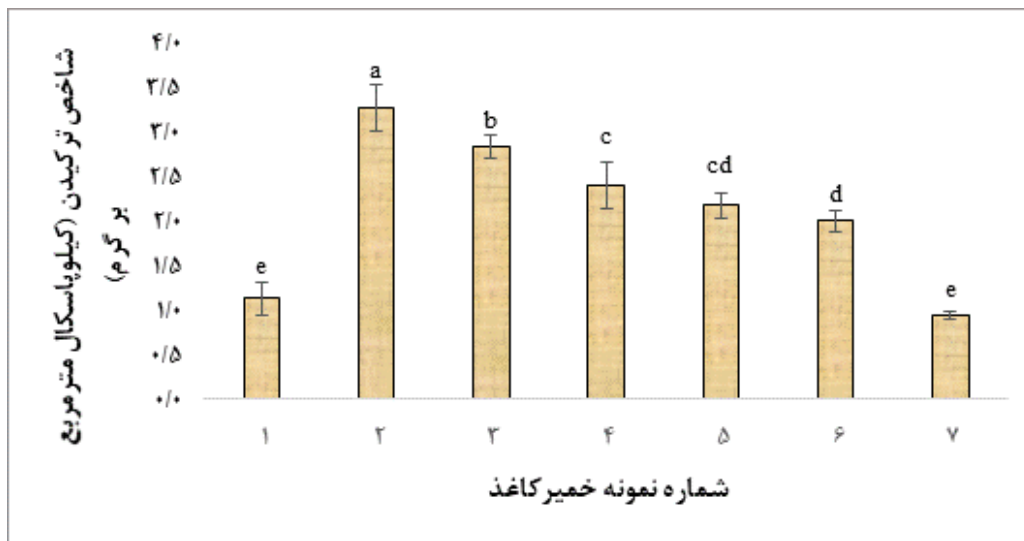
شکل ۳- تاثیر نوع خمیر کاغذ بر طول پارگی کاغذهای دست‌ساز



شکل ۴- تاثیر نوع خمیر کاغذ بر شاخص کششی کاغذهای دست‌ساز

نبوده تا اتصال بین الیاف افزایش یافته تا باعث افزایش مقاومت به ترکیدن شود. نتایج تحقیق Rasooly و Garmaroody و همکارانش (۲۰۱۶) در مورد بررسی تاثیر مغززدایی بر خواص خمیر کاغذ باگاس نشان داد وجود سلول‌های مغز باعث مصرف قلیای پخت شده و ضمن اختلال در لیگنین‌زدایی، پیوندیابی بین الیاف کاهش می‌یابد و سلول‌های مغز در خمیر کاغذ به دلیل طبیعت فیزیکی غیر فیبری آن، مقاومت در برابر کشش را هم می‌تواند کاهش دهد [۸].

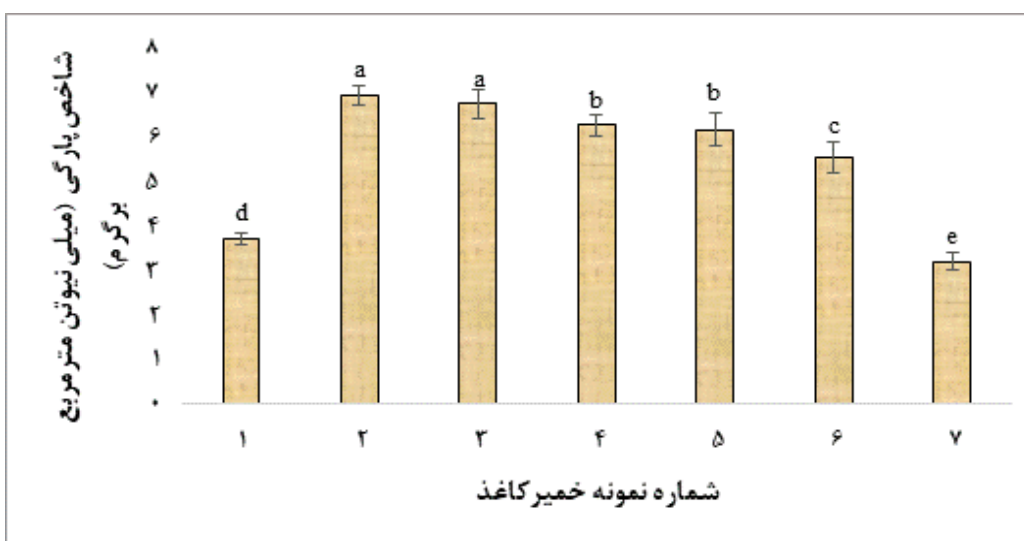
هر عاملی که موجب افزایش سطح پیوند بین الیاف شود قادر به افزایش مقاومت کششی می‌شود. از طرف دیگر مقاومت به ترکیدن از جمله مقاومت‌هایی است که به طول الیاف و میزان پیوند بین الیاف بستگی دارد. هر چه الیاف نازکتر و یا انعطاف‌پذیرتر باشند به دلیل تشکیل اتصالات هیدروژنی بیشتر، پیوند بین الیاف توسعه یافته و در نتیجه مقاومت کاغذ در برابر ترکیدن افزایش می‌یابد [۱۴]. نتایج شاخص ترکیدن این تحقیق حاکی از این است که الیاف خمیر باگاس از انعطاف‌پذیری لازم برخوردار



شکل ۵- تاثیر نوع خمیر کاغذ بر شاخص ترکیب کاغذهای دست‌ساز

ویژگی تقویت شده ولی با افزایش سهم خمیر شیمیایی باگاس روند نزولی به خود می‌گیرد. نتایج دسته‌بندی طولی الیاف نشان داد که درصد الیاف بلند خمیر باگاس مصرفی در مقایسه با خمیر مکانیکی شیمیایی کمتر است که باعث کاهش مقاومت به پارگی خمیر باگاس شده است. در این بررسی بیشترین شاخص مقاومت به پارگی مربوط به کاغذی است که بیشترین درصد خمیر مکانیکی شیمیایی که حاوی الیاف بلند بیشتر و نرمه کمتری در مقایسه با سایر خمیر کاغذهای اختلاطی است.

شکل ۶ میانگین شاخص مقاومت به پارگی کاغذها را نشان می‌دهد. شاخص مقاومت به پارگی به عواملی مانند طول الیاف که بیشترین تاثیر را دارد [۷]، پیوند بین فیبری، مقاومت ذاتی الیاف و ویژگی‌های ساختار فیبر شامل طول فیبر، ضخامت فیبر و پراکنش طولی فیبر بستگی دارد [۱۵ و ۱۶]. همانطور که در شکل ۶ مشاهده می‌شود، شاخص مقاومت به پارگی کاغذ ساخته شده از خمیر مکانیکی شیمیایی شاهد بیشتر از کاغذ حاصل از خمیر باگاس شاهد است. با ترکیب این دو خمیر کاغذ در درصدهای مختلف و درصد ثابتی از الیاف بلند (۱۵٪) این



شکل ۶- تاثیر نوع خمیر کاغذ بر شاخص مقاومت به پارگی کاغذهای دست‌ساز

نتیجه‌گیری

بلند و درصد نرمه و خاکستر بیشتری نسبت به خمیر کاغذ مکانیکی شیمیایی داشت. همچنین درصد خاکستر خمیر شیمیایی باگاس ۲/۷٪ است که می‌تواند به علت عدم مغززدایی مناسب باگاس قبل از خمیرسازی باشد. ویژگی تخلخل کاغذهای دست‌ساز با روند افزایش سهم خمیر شیمیایی باگاس کاهش یافته است. ویژگی طول پارگی بیشتر تحت تاثیر مصرف الیاف بلند قرار گرفته است و با تغییرات درصد خمیر کاغذ مکانیکی شیمیایی پهن‌برگان و شیمیایی باگاس تاثیر معنی‌داری مشاهده نشده است. ویژگی کششی هم فقط تا سطح مصرف ۳۰ درصد خمیر شیمیایی باگاس و ۱۵٪ الیاف بلند افزایش یافته است و افزایش درصد خمیر باگاس که حدود ۵۰ درصد الیاف آن در رده طولی متوسط و کوتاه قرار دارند، اثر منفی روی پارگی کاغذ گذاشته است. ویژگی‌های شاخص ترکیدن و مقاومت به پارگی هم با مصرف الیاف بلند و خمیر مکانیکی شیمیایی تقویت شده و بهبود می‌یابند و افزایش درصد خمیر شیمیایی باگاس باعث کاهش این ویژگی‌ها شده است.

بررسی اختلاط خمیر کاغذ صنعتی مکانیکی شیمیایی (CMP) پهن‌برگان (۶۰٪ ممرز، ۲۰٪ راش و ۲۰٪ صنوبر) کارخانه مازندران با خمیر کاغذ صنعتی سودای باگاس شرکت پارس (الیاف غیر چوبی) به ترتیب با نسبت‌های ۶۵ به ۲۰، ۵۵ به ۳۰، ۴۵ به ۴۰، ۳۵ به ۵۰، ۱۵ به ۷۰ به همراه ۱۵٪ خمیر الیاف بلند وارداتی در هر ترکیب مورد مطالعه قرار گرفت. خمیر کاغذهای مورد استفاده پالایش نشدند. دسته‌بندی پراکنش طولی الیاف و درصد خاکستر خمیر کاغذها اندازه‌گیری شد. با ساخت کاغذهای دست‌ساز آزمایشگاهی ویژگی‌هایی مانند درصد روشنی، تخلخل، شاخص کششی، طول پارگی، شاخص ترکیدن و شاخص مقاومت به پارگی طبق استانداردهای تاپی و ایزو اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که حدود ۷۰٪ خمیر کاغذ مکانیکی شیمیایی پهن‌برگان کارخانه مازندران از الیاف بلند تشکیل شده است که این برتری کیفیت خمیر مکانیکی شیمیایی را نشان می‌دهد و خمیر کاغذ شیمیایی باگاس مورد استفاده در این بررسی درصد کمتری الیاف

منابع

- [1] Somoke, G.A., 2008. Handbook for pulp and paper technologists, 2nd ed., Aeeizh publications, Tehran, 501 p. (In Persian).
- [2] Xu, E.C., 2009. Chemical- mechanical pulping of eucalyptus - latest development and comparison, Revista Celulosa y Papel, 8, 6-17.
- [3] Xu, Eric C., 2011. Latest developments and trends I chemical mechanical pulping of hardwoods. 5th International Colloquium on Eucalyptus Pulp, May 9-12, 2011, Porto Seguro, Bahia, Brazil.
- [4] Jafari-Petroudy, S.R., Resalati, H. and Rezayati-Charani, P., 2011. Newsprint from soda bagasse pulp in admixture with hardwood CMP pulp. BioResources, 6(3): 2483-2491.
- [5] Goli, M., Asadpour, Gh., Mahdavi, S. and Barimani, A., 2015. Investigation on combining aspen wood with two native hardwood species for Chemi-Mechanical pulping. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research, 30(4): 662-673. (In Persian).
- [6] Goli, M., Zabihzadeh, S.M., Asadpoor, G. and Barzan, A., 2016. The effect of mixing the foest and non-forest hardwood species on the chemi-mechanical pulp (CMP) properties (case study: Mazandaran wood and Paper Industry). J. of Wood and Forest Science and Technology, 23(2): 125-141. (In Persian).
- [7] Smariha, A., Khakifirooz, A., Neati, M., Ravanbakhsh, F., Kiaei, M. and Saghafi, A., 2013. Newsprint from NSSC bagasse pulp mixed with hardwood CMP pulp and bleached softwood kraft pulp. BioResources, 8(4): 5561-5569.

- [8] Rasooly Garmaroody, E., Rashidavi, J., Ramezani, O. and Saraeean, A.R., 2016. Effect of Depithing on Bagasse pulp and paper properties. *J. of Wood & Forest Science and Technology*, 22 (4):167-186. (In Persian).
- [9] Luukko, K., 1999. Characterization and properties of mechanical pulp fines. PhD Thesis, Helsinki University of technology.
- [10] Lindholm, C.A. and Kurdin, J.A., 1999. Chemimechanical pulping. In: Sundholm, J. ed. *Mechanical Pulping, Papermaking Science and Technology Book 5*. Fapet Oy, Jyväskylä, Finland, TAPPI press, pp. 223-249.
- [11] Giertz, H.W. and Varma, R.S., 1979. Studies on the pulping of bagasse and the influence of pith on paper properties, Nonwood plant fiber pulping progress report. Tappi Press: Atlanta, 53-69.
- [12] Zanuttini, M.A., 1997. Factors determining the quality of bagasse mechanical pulps. *Cellulose Chem. and Technol.*, 31:381-390.
- [13] Johansson, A., 2011. Correlation between fiber properties and paper properties. Degree of Master thesis in pulp technology. KTH, School of chemical science and engineering (CHE).
- [14] Vaziri, V., Saraeyan, A.R., Afra, E. and Faraji, F., 2016. The effect of using sucrose on bagasse soda pulp properties. *J. of Wood & Forest Science and Technology*, 23 (2): 47-62. (In Persian).
- [15] Alinia, A., Afra, A., Resalati, H. and Yousefi, H., 2013. Effect of Mixing Temperature of CMP (Chemical-mechanical) Pulp and Cellulose Nanofiber on Paper Properties. *Iranian Journal of Wood and Paper Industries*, 3(2): 77-89. (In Persian).
- [16] Soleimani, A., Resalati, H. and Akbarpour, I., 2012. The effect of using white birch on mechanical properties and fiber length distribution of mixed hardwood CMP pulp. *Lignocellulose*, 1(2): 83-91. (In Persian).

Effect of addition of bagasse and imported long fiber chemical pulps on the properties of chemical-mechanical pulp produced from the mixture of hornbeam, beech and poplar

Abstract

The aim of this study is to investigate the properties of pulp produced by the admixture of wood and non-wood fibers. The mixture of hardwoods chemical-mechanical pulp (CMP; 60% hornbeam, 20% beech and 20% poplar) of Mazandaran factory with bagasse industrial pulp of Pars factory (non-wood fibers) with ratios of 65 to 20, 55 to 30, 45 to 40, 35 to 50, 15 to 70, respectively were used. Every mixture of pulps was reinforced with 15 percent of the imported long fiber bleached softwood kraft pulp. Pulp properties such as fiber length, ash percent and freeness were determined. Handsheets were made and the properties such as brightness, porosity, tensile and burst indices, breaking length, and tear index were measured. The results of the length distribution of fibers showed that the CMP of Mazandaran wood and paper factory has a better quality than the bagasse chemical pulp of Pars Company. The statistical analysis of the results showed that the properties of handsheets such as burst index, tear index and brightness decrease with increasing the amount of bagasse pulp, except for the tensile index, which has not changed significantly. Also, with increasing the amount of bagasse pulp, the porosity property was decreased

Keywords: chemical-mechanical pulp (CMP), hardwoods, bagasse chemical pulp, handsheet properties, fiber length.

P. Sheikhi^{1*}

Gh. Asadpour Attoei²

¹ Assistant prof., Department of mechanic engineering, Dezful branch, Islamic azad university, Dezful, Iran

² Associate prof., Department of wood and paper science and technology, University of agricultural sciences and natural resources, Sari, Iran

Corresponding author:

parizad_sheikhi@iaud.ac.ir

Received: 2018/07/03

Accepted: 2018/12/23