

تأثیر شرایط خشک کردن بر ویژگی‌های شیمیایی خمیر کاغذ بازیافتی باگاس

محمد عالیشاهی^۱، امید رضانی^۲، حسین کرمانیان^{۳*}، مهدی رحمانی‌نیا^۴،
سیده عاطفه نصیری^۵ و سحر جلالوند^۱

- ۱- کارشناس ارشد، گروه مهندسی فناوری تولید سلولز و کاغذ، دانشکده مهندسی انرژی و فناوریهای نوین، دانشگاه شهید بهشتی، پردیس زیراب، سوادکوه، مازندران
۲- استادیار، گروه مهندسی فناوری تولید سلولز و کاغذ، دانشکده مهندسی انرژی و فناوریهای نوین، دانشگاه شهید بهشتی، پردیس زیراب، سوادکوه، مازندران
۳- استادیار، گروه مهندسی فناوری تولید سلولز و کاغذ، دانشکده مهندسی انرژی و فناوریهای نوین، دانشگاه شهید بهشتی، پردیس زیراب، سوادکوه، مازندران،
پست الکترونیک: kermanian_h@yahoo.com
۴- استادیار، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس
۵- کارشناس ارشد صنایع خمیر و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: خرداد ۱۳۹۲ تاریخ پذیرش: فروردین ۱۳۹۳

چکیده

در این تحقیق تأثیر یکی از مهمترین پیشینه‌های عملیات بازیافت یعنی خشک کردن بر الیاف و شبکه الیاف مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور خمیر کاغذ باگاس از کارخانه پارس خوزستان تهیه و از آن کاغذهای دست‌ساز ساخته شد. کاغذهای دست‌ساز خشک شده در دمای محیط به‌عنوان نمونه شاهد انتخاب گردیدند و بقیه کاغذها با استفاده از خشک‌کن دورانی در دماهای ۶۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد به ترتیب در مدت زمان ۳ ساعت، ۵۰ دقیقه و ۲۵ دقیقه، خشک شده و پس از تبدیل مجدد به خمیر کاغذ، ویژگی‌های آن‌ها مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد با افزایش دمای خشک کردن، میزان سلولز تغییر قابل توجهی نیافت، درحالی‌که میزان همی سلولزها کاهش یافت. هرچند بررسی تغییرات لیگنین به روش میکروکاپا افزایش را نشان داد، اما با استناد به تحقیقات گذشته، این افزایش غیرواقعی ارزیابی گردید. همچنین، نتایج نشان داد با افزایش دما، میزان درجه بسپارش و درجه کریستالیت نمونه‌ها از روند یکسانی تبعیت نکرده، به طوری‌که در ابتدا کاهش و بعد افزایش یافت. این نتیجه به تأثیر متقابل دما و زمان خشک کردن بر این دو ویژگی نسبت داده شد.

واژه‌های کلیدی: خشک کردن، باگاس، بازیافت، ترکیب شیمیایی، کریستالیت، درجه بسپارش.

مقدمه

یکی از فرایندهای مهم کاغذسازی و بازیافت کاغذ، خشک کردن می‌باشد که می‌تواند تأثیرات زیادی بر الیاف و خمیر کاغذ و در نتیجه محصولات تولیدی از آنها بگذارد. با تبخیر آب و وقوع پدیده‌هایی مانند هم‌کشیدگی، تغییراتی در ساختمان و کیفیت محصول رخ می‌دهد. دماهای بالا طی خشک کردن کاغذها، الیافی با قدرت تورم کمتر تولید می‌کنند (Lundberg & De Ruvo, 1978). به نظر می‌رسد خشک کردن می‌تواند باعث تغییر آرایش میکروفیبریل‌ها شود. در این راستا یک دیدگاه این است که در اثر خشک کردن ساختار

کمبود منابع اولیه در تولید انواع محصولات سلولزی، تولیدکنندگان را ناگزیر به استفاده از منابع جدید تأمین ماده اولیه می‌کند. در این میان بهره‌گیری از الیاف بازیافتی به دلایلی مانند سهولت دسترسی، کیفیت قابل قبول خمیر حاصل و کمک به محیط زیست یکی از مناسبترین گزینه‌ها می‌باشد. هرچند تنوع در نوع و کیفیت این الیاف و هر آنچه که در زمان عملیات بازیافت تجربه کرده‌اند، بسیار متنوع می‌باشند (Fezipour et al., 2002).

در زمان فرایند خشک کردن به‌عنوان اصلی‌ترین مرحله بازیافت متحمل می‌شوند را مورد بررسی قرار دهد.

مواد و روش‌ها

نمونه‌های خمیر کاغذ باگاس مورد استفاده از کارخانه پارس واقع در استان خوزستان تهیه گردید و به‌منظور انجام عملیات خشک کردن و بازیافت به مرکز تحقیقاتی پردیس ۱ دانشگاه شهید بهشتی منتقل شد. سپس تعیین میزان رطوبت خمیر طبق استاندارد T412 om-94 از آیین‌نامه TAPPI انجام گردید. به‌منظور از هم باز شدن خمیر و تهیه کاغذهای دست‌ساز یکنواخت، لیفی کردن خمیر با استفاده از کوبنده آزمایشگاهی ولی‌بیتراً صورت گرفت. کاغذهای دست‌ساز مطابق استاندارد TAPPI T 205 تهیه و در ۴ سطح دمایی (دمای محیط، ۶۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد)، برای دستیابی به رطوبت تعادل ۷ درصد خشک شدند. فرایند خشک کردن در سطوح دمایی زیادتر از دمای محیط با استفاده از خشک‌کن دورانی انجام شد. زمان ماندگاری کاغذهای دست‌ساز در خشک‌کن دورانی برای رسیدن به رطوبت تعادل (۷ درصد)، مطابق جدول ۱ در نظر گرفته شد.

جدول ۱- زمان ماند کاغذهای دست‌ساز داخل خشک‌کن دورانی

دمای خشک کردن (درجه سانتی‌گراد)		
۱۲۰	۱۰۰	۶۰
زمان (دقیقه) تا رسیدن به رطوبت ثابت		
۲۵	۵۰	۱۸۰

کاغذهای دست‌ساز خشک شده، جهت انجام آزمون‌های مورد نظر مجدداً تبدیل به خمیر کاغذ شدند و درصد رطوبت آنها تعیین گردید.

بررسی تغییرات شیمیایی الیاف خمیر کاغذ خشک شده در دماهای مختلف

برای آگاهی از تغییرات شیمیایی خمیر کاغذ در اثر خشک کردن در دماهای مختلف، آزمون‌های متفاوت طبق آنچه در جدول ۲ دیده می‌شود انجام شد.

دیواره سلولی در الیاف تغییر می‌کند و مناطق کریستالینه در سطح الیاف زیاد می‌شود، چون در مناطق کریستالی گروه‌های هیدروکسیل کمتری در دسترس می‌باشد، بنابراین واکنش‌پذیری آنها کمتر می‌شود (Campbell, 1959).

تأثیر فرایند خشک کردن بر الیاف سلولزی را می‌توان با بروز پدیده‌ای تحت عنوان "استخوانی شدن" بیان کرد. Jayme (۱۹۴۴) اولین کسی بود که بیان داشت الیاف در اثر بازیافت مکرر قابلیت جذب آب خود را از دست داده و به صورت خشک و شکننده در می‌آیند. به همین دلیل در فرایندهای آماده‌سازی خمیر کاغذ، الیاف در اثر نیروهای مکانیکی خرد شده و قابلیت اتصال کمی دارند.

استخوانی شدن معمولاً از طریق تعیین کاهش در قابلیت ماندگاری آب (WRV) خمیر پس از یک دوره خشک کردن محاسبه می‌شود. به هر حال کاهش در قابلیت ماندگاری آب، بازتابی از کاهش در مقاومت ورقه است، زیرا کاهش قابلیت ماندگاری آب به دلیل کاهش حجم روزنه‌ها در اثر خشک شدن، باعث کاهش واکنش‌دهی الیاف شده و به تبع آن مقاومت کششی الیاف کم می‌شود (Tze & Gardner, 2001).

شواهد نشان می‌دهد همی‌سلولزها و احتمالاً لیگنین مانع از هرگونه تأثیر استخوانی شدن می‌شوند (Laivins & Scallan, 1993 and Stone et al., 1968) و از طریق بلوک کردن (مسدود کردن) گروه‌های عاملی موجود بر روی سطح سلولز مجاور، واکنش‌پذیری و پیوندپذیری الیاف کمتر شده و پتانسیل استخوانی شدن را کاهش می‌دهند.

یک سازوکار پیشنهادی برای تغییر ساختار الیاف زمان خشک شدن، افزایش پیوندهای هیدروژنی داخل الیاف است که فیبریل‌ها و میکروفیبریل‌ها را کنار هم نگه می‌دارد و از واکنش‌دهی الیاف جلوگیری می‌کند (Stone et al., 1968).

حذف آب، زنجیره‌های سلولزی مجاور را بهم نزدیک می‌کند و موجب ایجاد پیوندهای عرضی می‌گردد. تشکیل پیوندهای عرضی در عین حال موجب افزایش در مقاومت تر و کاهش مدول الاستیسیته در ورقه‌های تیمار شده می‌گردد (Bovin et al., 1973 and Diniz et al., 2004).

با توجه به موارد ذکر شده فوق، تحقیق حاضر در نظر دارد به‌عنوان یک مطالعه بنیادی تغییراتی که الیاف سلولزی

نتایج

جدول ۳ خلاصه تجزیه واریانس اثر متغیر پیشینه خشک کردن بر ویژگی‌های مختلف اندازه‌گیری شده در سطح ۹۹ درصد اطمینان را نشان می‌دهد.

جدول ۲- آزمون‌های بررسی تغییرات شیمیایی الیاف خمیر کاغذ خشک شده در دماهای مختلف

استاندارد یا روش انجام	نوع آزمون
TAPPI T203 OM-93	تعیین میزان آلفا سلولز
با استفاده از روش Viera و همکاران (۲۰۰۷)	تعیین میزان هلو سلولز
تفاضل میزان هلو سلولز و آلفا سلولز	تعیین درصد همی سلولز
آزمون میکروکاپا (TAPPI UM 246)	تعیین درصد لیگنین
TAPPI T211 om-93	تعیین میزان خاکستر
CM 15:88 SCAN	تعیین درجه بسپارش سلولز
بر اساس نتایج دستگاه XRD و فرمول سگال (Binod et al., 2011)	تعیین میزان کریستالیت

جدول ۳- خلاصه جدول تجزیه واریانس اثر متغیر پیشینه خشک کردن (دماهای مختلف خشک کردن)

بر ویژگی‌های مختلف								
میزان	درجه روانی	قابلیت ماندگاری	استخوانی	انعطاف پذیری	میزان	میزان	میزان	میزان
نرمه	در آب	شدن	الیاف	سلولز	همی سلولز	لیگنین	بسپارش	
**	**	**	**	**	ns	**	**	**

** معنی داری در سطح ۹۹ درصد اطمینان، ns: اختلاف معنی داری وجود ندارد

بررسی تغییرات شیمیایی خمیر کاغذ تیمار شده در درصد سلولز خمیر کاغذ

مطابق جدول ۳ افزایش دمای خشک کردن، در سطح اطمینان ۹۹ درصد تأثیر معنی داری بر میزان سلولز خمیر کاغذ نداشته است. به دلایل این عدم تغییر در قسمت بحث اشاره خواهد شد.

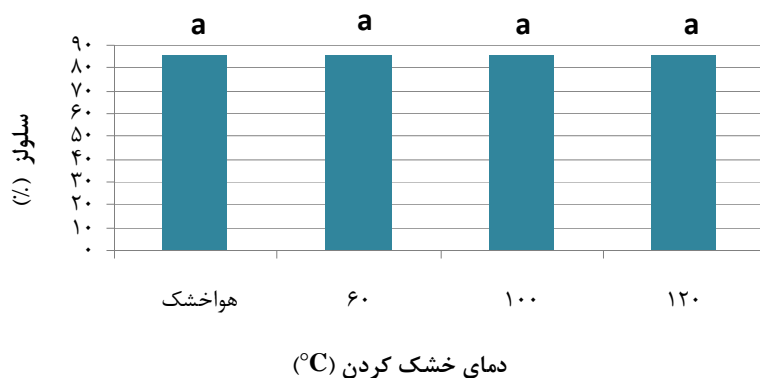
سانتی گراد باعث کاهش در میزان همی سلولزها می‌شود، به طوری که خمیر کاغذهای خشک شده در دمای محیط بیشترین (۹/۹۵ درصد) و خمیر کاغذهای خشک شده در دمای ۱۲۰ درجه سانتی گراد کمترین میزان همی سلولزها (۵/۵۸ درصد) را دارند.

میزان لیگنین خمیر (میکروکاپا)

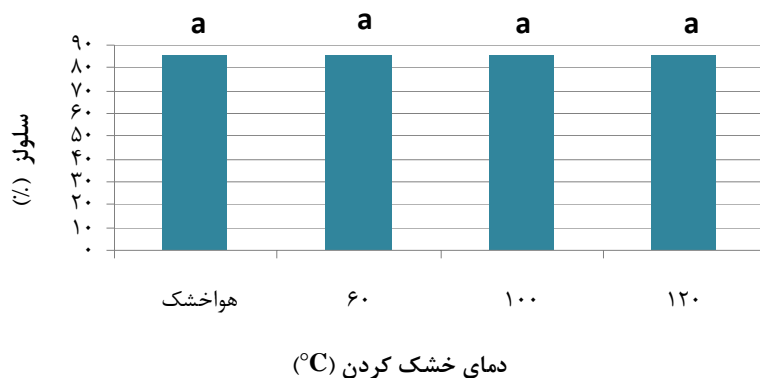
مطابق جدول ۳، دمای خشک کردن تأثیر معنی داری (در سطح اطمینان ۹۹ درصد) در میزان لیگنین دارد. با دقت در نمودار ۳، به نظر می‌رسد با افزایش دما، مقدار لیگنین بیشتر محاسبه شده است.

میزان همی سلولزهای خمیر کاغذ

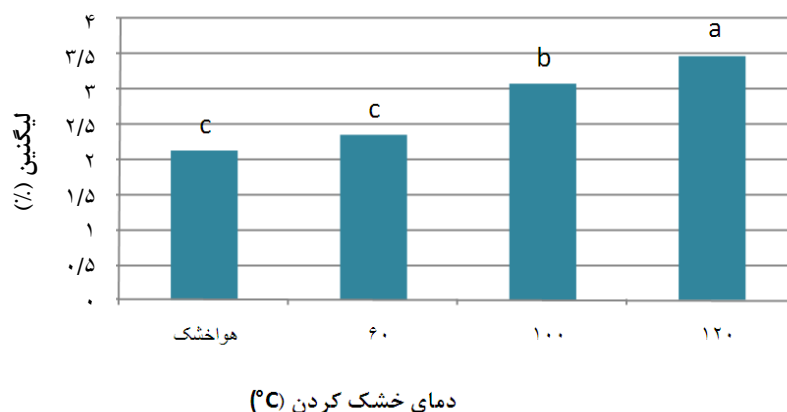
همان طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود دمای خشک کردن بر میزان همی سلولزها در سطح اطمینان ۹۹ درصد تأثیر داشته است. با توجه به نمودار ۲، افزایش دمای خشک کردن از دمای محیط به دمای ۱۲۰ درجه



شکل ۱- تغییرات مقدار درصد سلولز خمیر کاغذ در دماهای مختلف



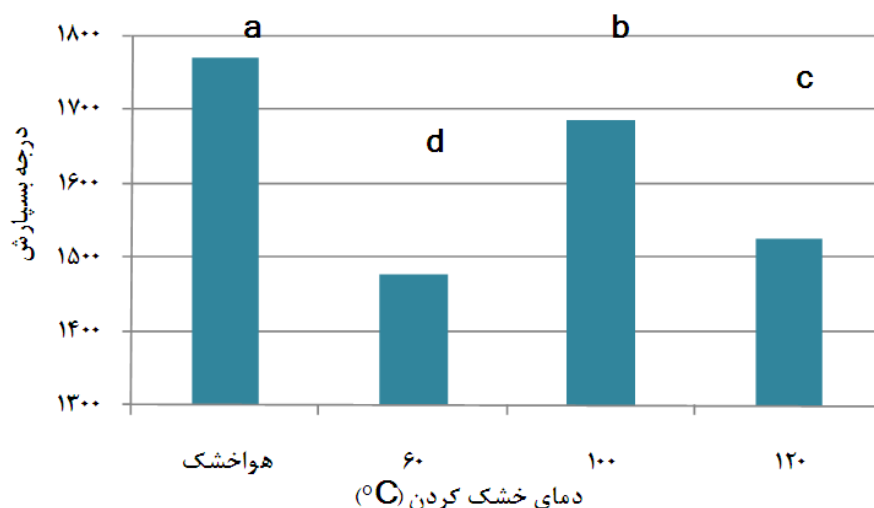
شکل ۲- تغییرات مقدار درصد همی سلولز خمیر کاغذ در دماهای مختلف



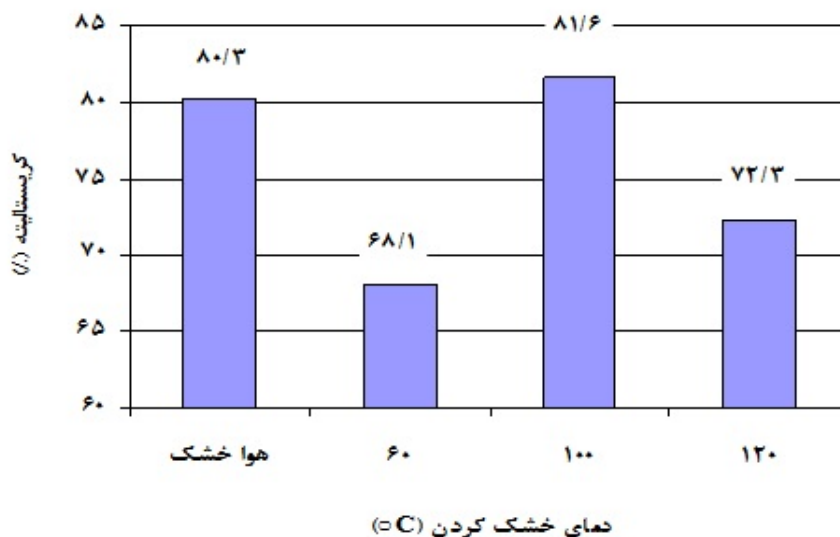
شکل ۳- تغییرات مقدار لیگنین در دماهای مختلف

درجه بسپارش، روند صعودی و یا نزولی منظم نداشته، به طوری که با افزایش دما از محیط به ۶۰ درجه سانتی‌گراد، کاهش و با افزایش از ۶۰ به ۱۰۰ افزایش و مجدداً با افزایش دما از ۱۰۰ به ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد کاهش می‌یابد.

درجه بسپارش (DP) خمیر کاغذ همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، دمای خشک کردن تأثیر معنی‌داری در درجه بسپارش (DP) خمیر در سطح اطمینان ۹۹ درصد گذاشته است. نمودار ۴ نشان می‌دهد که



شکل ۴- تغییرات مقدار درجه بسپارش در دماهای مختلف



شکل ۵- تغییرات میزان کریستالیت سلولز خمیر خشک شده در دماهای مختلف

هوا خشک کاهش و بعد در ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد افزایش و در ادامه در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد دوباره کاهش مشاهده می‌شود.

کریستالیت همان‌طور که در نمودار ۵ مشاهده می‌شود، تغییرات کریستالیت از روند خاصی تبعیت نمی‌کند؛ به طوری که این ویژگی در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد نسبت به شرایط

میزان خاکستر خمیر کاغذ

فرایند خشک کردن در دماهای مختلف تأثیری در مقدار خاکستر خمیر کاغذهای خشک شده نداشت و مقدار ۱ درصد برای همه تیمارها گزارش شد.

بحث

درصد سلولز خمیر کاغذ

عدم تغییر در میزان سلولز خمیر کاغذ بر اثر تغییرات دمای خشک کردن را می توان با نتایج سایر محققان توضیح داد. در این تحقیقات شروع فرایند پیرولیز و تخریب سلولز در دماهای بالاتر از ۲۰۰ درجه سانتیگراد بیان شده است. به طور مثال Ciolacu و Popa (۲۰۰۶) با استفاده از آنالیزگر DTA، دمای پیرولیز سلولز را ۲۸۱ درجه سانتیگراد گزارش کردند. همچنین Hassan و Nada (۲۰۰۰) دریافتند که حدوداً از دمای ۲۲۰ درجه سانتیگراد پیرولیز سلولز شروع می شود.

درصد همی سلولزهای خمیر کاغذ

همان طور که نتایج این تحقیق نشان داد، افزایش دمای خشک کردن در پیشینه الیاف بازیافتی باعث کاهش درصد همی سلولزها در خمیر کاغذ حاصل می گردد. احتمالاً شکست پیوندهای شیمیایی در همی سلولزها دلیل این نتیجه باشد. این نتایج با نتایج سایر محققان تطابق دارد. به طور مثال Weiland و Guyonnet (۲۰۰۳) نیز کاهش همی سلولزها در اثر خشک کردن را گزارش نمودند و دلیل این کاهش در مقاله مروری Bruno (۲۰۰۹) استیل زدایی، هیدروژن زدایی و جدایی مونومرهای تشکیل دهنده همی سلولزها (زایلان و زایلوز) در اثر حرارتی عنوان شده است.

میزان لیگنین خمیر (میکروکاپا)

هرچند نتایج این تحقیق نشان از افزایش میزان لیگنین محاسبه شده به روش میکروکاپا بر اثر افزایش دمای خشک کردن در پیشینه الیاف بازیافتی دارد، اما به نظر نمی رسد این روند افزایشی واقعی باشد. زیرا استدلال و توجیه کافی در این رابطه مشاهده نشده است. در یک سری از تحقیقات به اندازه گیری غیر واقعی لیگنین به روش میکروکاپا اشاره شده است. از جمله این پژوهش ها می توان

به تحقیقات Boonstra (۲۰۰۷) و Ragauskas (۲۰۰۹) اشاره نمود که مؤید نتایج این تحقیق است. بنابراین به نظر می رسد که میزان لیگنین در اثر افزایش دمای خشک کردن افزایش نمی یابد، بلکه تغییر در ساختار آن موجب می شود تا هنگام آزمون میکروکاپا، گروه های کروموفر به راحتی در دسترس پرمنگنات قرار نگیرند و پرمنگنات پتاسیم بیشتری برای بی رنگ کردن آنها مصرف شود. این امر باعث می شود که به ظاهر میزان لیگنین با افزایش دمای خشک کردن بیشتر محاسبه شود. همچنین در پژوهشی که Dirol و همکاران (۱۹۹۳) روی انواع چوب ها انجام دادند به این نتیجه رسیدند که چوب نوئل، نراد و صنوبر که تحت تیمار حرارتی قرار گرفتند، لیگنین بیشتری را در مقایسه با چوب های تیمار نشده نشان می دهند. Tjeerdsma (۲۰۰۵) دلیل این افزایش لیگنین را واکنش پلی کندانس شدن (تجمع) لیگنین با بقیه اجزا دیواره سلولی که باعث ایجاد اتصال عرضی می شود عنوان کرد.

درجه بسپارش (DP) خمیر کاغذ

از آنجا که در این پژوهش اساس تیمارهای خشک کردن (ترکیبی از دما و زمان خشک کردن) برای رسیدن به رطوبت ثابت (۷ درصد) بوده است، بنابراین به نظر می رسد تأثیر متقابل دما و زمان خشک کردن تعیین کننده وضعیت درجه بسپارش خمیر کاغذ باشند. همان طور که دیده می شود در دو تیمار یکی با شرایط دمای ۶۰ درجه سانتیگراد و زمان طولانی ۳ ساعت خشک شدن و دیگری تیمار دارای بالاترین دما یعنی ۱۲۰ درجه سانتیگراد در مدت ۲۵ دقیقه به نسبت تیمارهای دیگر کاهش بیشتری در درجه بسپارش رخ داده است. احتمالاً در این دو تیمار شرایط جهت گسست زنجیره های سلولزی و کاهش درجه بسپارش مهیاتر بوده است. Herbst (۱۹۵۹)، Stockman (۱۹۶۳)، Klungness (۱۹۸۲)، De Ruvo (۱۹۸۳) و Concalves (۲۰۰۱) نیز به تأثیر خشک کردن خمیر کاغذ در دماهایی غیر از دمای محیط بر کاهش درجه بسپارش به دلیل گسست زنجیره های سلولزی اشاره نموده اند.

کریستالیت

با توجه به نتایج حاصل، مشاهده می شود که بین کریستالیت و درجه بسپارش روند مشابهی وجود دارد. در

- کریستالیت: این ویژگی روندی مشابه با درجه بسپارش دارد. به طوری که این امر نشان دهنده تأثیرپذیری این ویژگی از اثر متقابل دما و زمان خشک کردن می باشد.

منابع مورد استفاده

- Atalla, R. H., Ellis, J. D., and Schroeder, L. R., 1984. Some effects of elevated temperatures on the structure of cellulose and its transformation. *J. Wood Chem. Technol.* 4(4), 465-482.
- Binod, P., Satyanagalakshmi, K., Sindhu, R., Janu, K. U., Rajeev K. Sukumaran, R. K. and Pandey, A., 2011. Short duration microwave assisted pretreatment enhances the enzymatic saccharification and fermentable sugar yield from sugarcane bagasse. *Renewable Energy* 37: 109 -116.
- Boonstra, M., and Blomberg, J., 2007. Semi-isostatic densification of heat-treated radiation pine. *Wood Sci. Technol.* 41, 607-617.
- Bovin, A., N. Hartler, and A. Teder., 1973. Changes in pulp quality due to repeated papermaking. *Paper Tech.*, 1973. 14(5): p. 261-264.
- Campbell, W.B., 1959. The Mechanism of bonding. *TAPPI.* 42(12): p.999-1001.
- Ciolca D, Popa V., 2006. On The Thermal Degradation of Cellulose Allomorphs. *Cell chem technol* 40(6): 445-449.
- Concalves, C., 2001. The eucalyptus fiber for tissue papers. 7th Brazilian symposium on the chemistry of lignin and other wood components. p.317-323.
- Dirol D, Guyonnet R., 1993. The improvement of wood durability by retification process. *IRG/WP* 93-40015, 11 p.
- Esteves, B.M., and Pereira, H.M., 2009. Wood modification by heat treatment: a review *BioResourse.* 4(1), 370-404.
- Faezipour, M.M., 2007. paper and agricultural resources of several structures translates. Institute of Tehran University Press, Tehran, first edition, 576.
- Hattula, T., 1985. Effect of heat and water on the ultrastructure of wood cellulose, Doctoral Dissertation, The Finnish Pulp and Paper Institute, Helsinki.
- Herbst, J. and Douek, M., 1994. The effect of recycling on the chemical properties of pulps, *journal of pulp and paper science* 20(5): J131.
- Jayme, G., 1944. Mikro-Quellungsmessungen and Zellstoffen, *Der Papier- Fabrikant/Wochenblatt fur Papierfabrikation* 6:187.
- klungness, J.H, and Caulfield, D.F., 1982. Mechanisms affecting fiber bonding during drying and aging of pulps, *TAPPI* 65(12): 94

واقع به نظر می رسد در مورد کریستالیت نیز تأثیر متقابل شرایط دمایی و زمانی خشک کردن تعیین کننده باشد. احتمال می رود خشک کردن تا دمای ۱۰۰ درجه با گسست هرچه بیشتر پیوندی بخصوص در بخش های آمورف زنجیره سلولزی باعث افزایش سهم بخش کریستالیت می شود؛ اما در دمای ۱۲۰ درجه سانتی گراد تخریب هرچه بیشتر به سوی بخش های کریستالی زنجیر سلولزی نیز کشیده می شود و در نتیجه این ویژگی افت می کند. Atalla و همکاران (۱۹۸۴) و Yang (۱۹۹۷) نشان دادند که پس از خشک کردن خمیر کاغذ، درجات کریستالیت افزایش می یابد. Hattula (۱۹۸۵) نیز دریافت با افزایش دمای خشک کردن خمیر میزان کریستالیت افزایش می یابد، اما از دماهای بالاتر از میزان کریستالیت می کاهد که با نتایج این تحقیق تطابق دارد.

نتیجه گیری

تحقیق حاضر با هدف اطلاع بیشتر از تأثیر دماهای خشک کردن بر ویژگی های الیاف به خصوص در مورد عملکرد آنها پس از فرایند بازیافت انجام شد. در واقع پرسش اصلی این بود که در صورت تمایل به استفاده از کاغذهای باطله جهت تولید محصولی با ارزش افزوده بالا، تأثیر عملیاتی مانند خشک کردن بر کیفیت این محصول چگونه خواهد بود. نتایج این تحقیق در مجموع نشان داد که:

- سلولز: شرایط دمایی و زمانی اعمال شده در این تحقیق هیچ گونه تأثیر معنی داری بر مقدار سلولز الیاف نشان نداد.

- همی سلولزها: میزان همی سلولز با افزایش دمای خشک کردن از دمای محیط به دمای ۱۲۰ درجه سانتی گراد کاهش یافت، البته این کاهش تا دمای ۱۰۰ درجه سانتی-گراد محسوس تر بود.

- لیگنین: هرچند آزمون میکروکاپا افزایش در مقدار لیگنین را نشان داد، اما با مراجعه به نتایج سایر محققان، این افزایش غیرواقعی می باشد و در واقع تیمارهای این تحقیق تأثیر خاصی بر مقدار لیگنین نداشته اند.

- درجه بسپارش: به نظر می رسد این ویژگی تابعی از اثر متقابل دمای خشک کردن و مدت زمان آن می باشد. در واقع دو تیماری که حداکثر دما (دمای ۱۲۰ درجه سانتی-گراد) و حداکثر زمان (۳ ساعت) را دارا هستند، بیشترین کاهش را در درجه بسپارش ایجاد نموده اند.

- Tjeerdsma, B F, Stevens, M, Militz, H, van Acker, J., 2002. Effect of process conditions on moisture content and decay resistance of hydro-thermally treated wood. *Holzforschung und – verwertung*, 94-99.
- Tze, W.T. and D.J. Gardner., 2001. Swelling of recycled wood pulp fibers: Effect on hydroxyl availability and surface chemistry. *Wood and Fiber Science*, 33(3): p. 364-376.
- Viera, R. G. P., Filho, G. R., Assunção, R. M. N., Meireles, C., Vieira, J. G. and Oliveira, G. S., 2007. Synthesis and characterization of methylcellulose from sugar cane bagasse cellulose. *Carbohydrate Polymers* 67: 182–189.
- Young, J.K. Rowell., 1997. *Paper and Composites from Agro-Based Resource* (CRC Lewis, Boca Raton). 464 page.
- Laivins, G. V. and A.M. Scallan., 1993. The mechanism of hornification of woodpulp. In *Products of Papermaking, Tenth Fundamental Research Symposium*, (C. F. Baker, ed.) Vol. 2, Oxford. p. 1235-1260.
- Lundberg, R. and De Ruvo, A., 1978. "Influence of drying conditions on recovery of swelling and strength of recycled fiber. *Sevens Papperstidn*, 81(11):355-357.
- Nada AMA, Hassan ML., 2000. "Thermal behaviour of cellulose and some cellulose derivatives". *Polym Degrad Stab* 67:111–115.
- Ragauskas, Art J., 2000. Influence of Hexenuronic Acids on Kraft Bleaching. *Overview of Hexenurinic Acids on Pulp Bleaching*. vol 1-30.
- Stone, J. E., A.M. Scallan, and B. Abrahamson., 1968. Influence of beating on cellwall swelling and internal fibrillation. *Svenk Papperstidning*. 19(10): p.687-694.

The influence of drying conditions on the chemical characteristics of bagasse recycled pulp

Alishahi, M.¹, Ramezani, O.², Kermanian, H.^{3*}, Rahmaninia, M.⁴, Nasiri, S.A.⁵ and Jalalvand, S.¹

- 1- M.Sc., Department of Cellulose and Paper, Faculty of New Technologies Engineering, Shahid Beheshti University, Zirab pardis, Savadkooh, Mazandaran, Iran
- 2- Assistant Professor, Department of Cellulose and Paper, Faculty of New Technologies Engineering. Shahid Beheshti University, Zirab pardis, Savadkooh, Mazandaran, Iran
- 3*-Corresponding author , Assistant Professor, Department of Cellulose and Paper, Faculty of New Technologies Engineering. Shahid Beheshti University, Zirab pardis, Savadkooh, Mazandaran, Iran, Email: kermanian_h@yahoo.com
- 4- Assistant Professor, Wood and Paper Science and Technology Department, Natural Resources Faculty, Tarbiat Modares University, Iran
- 5- M.Sc., Department of Pulp and Paper, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Golstan, Iran

Received: June, 2013

Accepted: April, 2014

Abstract

In this research, the influence of paper drying condition, as one of the most important variable in paper recycling, on the characteristics of fibers was studied. In this respect, bagasse soda pulp was collected from Pars Paper mill in Khozestan province and handsheets were made. The control hand sheet samples were dried at room temperature and the rest of the handsheets were dried using drum dryer set at 60° C for 3 hours, 100° C for 50 minutes and 120° C for 25 minutes to reach the same moisture content as the sheets dried at room temperature. Then, these handsheets were slushed in water and the pulp properties were determined. The results showed that with increasing the drying temperature, cellulose content did not change while hemicelluloses were reduced. Although the assessment of changing the lignin content with micro kappa method showed an increasing trend, but based on previous literature, it was concluded that the result are not justified. Also, the results indicated that changing the degree of polymerization and crystallinity did not show a consistent trend, showing initial reduction following by increased values. These results were attributed to interaction effect of drying temperature and time.

Key words: Drying, bagasse, recycling, chemical composition, crystallinity, degree of polymerization.