



مجله پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل

مجله پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل

جلد نوزدهم، شماره اول، ۱۳۹۱

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

بررسی تأثیر شرایط پخت بر لیگنین‌زدایی و گران‌روی خمیر کاغذ سودا از باگاس

امید حسین‌زاده^۱ و *احمد جهان‌لتیباری^۲

^۱دانشجوی دکتری گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه تهران،

^۲دانشیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج

تاریخ دریافت: ۸۹/۵/۴؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/۲/۲۳

چکیده

تأثیر ۳ عامل دما، زمان پخت و مقدار قلیایی بر مقدار لیگنین باقی‌مانده و گران‌روی خمیر کاغذ سودا از باگاس مورد بررسی قرار گرفت. از ۲ سطح دمای ۱۷۵ و ۱۸۵ درجه سانتی‌گراد، ۳ زمان پخت ۲۰، ۳۰ و ۴۰ دقیقه و ۳ مقدار قلیایی ۱۴، ۱۶ و ۱۸ درصد استفاده و تأثیر متغیرهای پخت بر روی بازده، مقدار پنتوزان‌ها، گران‌روی و عدد کاپای خمیر کاغذها، با استفاده از طرح آزمایش فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی تعیین شد. نتایج نشان داد، در اثر پخت شدیدتر، بازده کل و عدد کاپا کاهش می‌یابند. در دمای ۱۷۵ درجه سانتی‌گراد، با افزایش زمان پخت و مقدار هیدروکسیدسدیم، مقدار پنتوزان‌ها و گران‌روی خمیر کاغذها به کندی کاهش یافت، ولی در دمای ۱۸۵ درجه سانتی‌گراد این کاهش شدیدتر بود. همچنین با افزایش زمان و دمای پخت، pH مایع پخت سیاه کاهش یافت که نشان‌دهنده مصرف زیادتر هیدروکسیدسدیم در فرآیند پخت خمیر کاغذ است. بیش‌ترین مقدار پنتوزان‌ها و زیاده‌ترین گران‌روی خمیر کاغذها در شرایط ملایم پخت به‌دست آمد و کم‌ترین مقدار پنتوزان‌ها و کم‌ترین گران‌روی در شدیدترین شرایط پخت یعنی بیش‌ترین حد متغیرهای پخت مشاهده گردید. در دمای ۱۷۵ درجه سانتی‌گراد، متوسط گران‌روی ۱۱/۸۳ سانتی‌پوآز و در دمای ۱۸۵ درجه سانتی‌گراد ۱۱/۳۴ سانتی‌پوآز به‌دست آمد. در زمان پخت ۲۰ دقیقه، گران‌روی خمیر کاغذ ۱۱/۷۹ سانتی‌پوآز و در زمان ۳۰ دقیقه ۱۱/۵۷ سانتی‌پوآز و در زمان ۴۰ دقیقه ۱۱/۲۴ سانتی‌پوآز اندازه‌گیری شد. نتایج نشان می‌دهند که مؤثرترین عامل در تخریب کربوهیدرات‌ها به‌ترتیب دما و زمان پخت می‌باشند و عامل تأثیرگذار بعدی، درصد هیدروکسیدسدیم است.

واژه‌های کلیدی: باگاس، گران‌روی، پنتوزان‌ها، عدد کاپا

*مسئول مکاتبه: latibari_24@yahoo.com

مقدمه

ویژگی‌های خمیر کاغذ و کاغذ به‌طور عمده وابسته به ویژگی‌های ماده اولیه سلولزی و فرآوری اعمال شده بر روی آن می‌باشد. بنابراین در مورد یک ماده اولیه خاص، مطالعه در زمینه شرایط فرآوری و انتخاب شرایط بهینه برای رسیدن به محصولی با کیفیت مناسب‌تر و اقتصادی‌تر ضروری است. شرایط پخت باید به طریقی انتخاب و بهینه‌سازی گردند که با کم‌ترین تأثیر منفی بر ویژگی‌های کاربردی خمیر کاغذ، برای بیش‌ترین بازده تولید در کوتاه‌ترین زمان پخت و با کم‌ترین مصرف مواد شیمیایی امکان‌پذیر گردد. بنابراین، مطالعه تأثیر متغیرهای مهم پخت شامل دما، زمان و درصد مواد شیمیایی بسیار مفید می‌باشد. زیرا با مطالعه و بررسی چنین متغیرهایی می‌توان به دامنه شرایط بهینه و مناسب برای رسیدن به محصولی با ویژگی‌های خاص پی برد. با افزایش هر یک از متغیرهای پخت (دما، زمان و درصد هیدروکسیدسدیم) مهم‌ترین هدف فرآیند خمیر کاغذسازی، یعنی خروج لیگنین از ماده لیگنوسلولزی، در حد کامل‌تری انجام می‌گیرد. ولی افزایش بیش از حد عوامل متغیر پخت، به ترکیب ساختاری خمیر کاغذ سفید (کربوهیدرات‌ها) صدمه می‌زند. بعضی از دست‌اندرکاران عقیده دارند که می‌توان توسط پخت شدیدتر به حذف لیگنین بیش‌تر کمک کرده و هزینه‌های رنگ‌بری را کاهش داد، ولی باید بتوان در شرایط شدیدتر پخت از تخریب سلولز و همی‌سلولزها جلوگیری کرد. در نتیجه یافتن بهترین شرایط پخت که باعث زدایش حداکثر لیگنین شده و در عین‌حال به خواص مقاومتی خمیر کاغذ صدمه تعیین‌کننده‌ای وارد نیاورد، بسیار مهم می‌باشد. یکی از روش‌های مناسب برای بردن به چگونگی تأثیر متغیرها، تعیین گران‌روی خمیر کاغذ است. گران‌روی نشان‌دهنده درجه بسپارش سلولز می‌باشد و هرچه مقدار آن بیش‌تر باشد، به این معنی است که صدمه کم‌تری بر زنجیره سلولزی وارد شده است. با توجه به این‌که در اثر شدیدتر شدن شرایط پخت، تخریب سلولز و پنتوزان‌ها صورت می‌گیرد، بنابراین اندازه‌گیری گران‌روی و مقدار پنتوزان‌ها می‌تواند شاخصی از میزان پخت و ویژگی‌های خمیر کاغذ به‌دست آمده تلقی شود.

زانوتینی و کریستنسن (۱۹۹۵) در بررسی ویژگی‌های خمیر کاغذ شیمیایی- مکانیکی از باگاس عنوان می‌کنند که با افزایش دما از ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد درصد سلولز خمیر کاغذ افزایش یافته و درصد لیگنین و خاکستر آن کاهش می‌یابد. به‌علاوه با افزایش مواد شیمیایی، مقدار سلولز خمیر کاغذ افزایش و لیگنین و خاکستر آن کاهش می‌یابد. در این پژوهش مشخص گردید که در دمای بیش‌تر از ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد، عدد کاپا افزایش می‌یابد، که این پدیده را مرتبط با

مترکم شدن دوباره لیگنین جدا شده می‌دانند. کم‌ترین بازده خمیر کاغذ در زیادترین دما و قلیایی بود و بیش‌ترین بازده خمیر کاغذ در کم‌ترین دما و کم‌ترین درصد قلیایی است. با افزایش دما، مقدار پنتوزان‌ها کاهش می‌یابد و با افزایش مقدار قلیایی نیز چنین رابطه‌ای برقرار است. با افزایش لیگنین باقی‌مانده، درصد پنتوزان‌های باقی‌مانده نیز بیش‌تر می‌شود. بنابراین عنوان می‌کنند که مقدار لیگنین و همی سلولزهای باقی‌مانده کاملاً به شرایط پخت وابسته می‌باشد.

جعفری‌پطودی (۲۰۰۰) در بررسی استفاده از خمیر کاغذ سودای باگاس به این نتیجه رسید که افزایش زمان پخت، میانگین بازده و میانگین عدد کاپا را کاهش می‌دهد و افزایش مواد شیمیایی نیز چنین اثری دارد. اشماوی و همکاران (۱۹۸۴) با مطالعه بر روی پخت قلیایی باگاس عنوان کردند که با زیاد شدن نسبت قلیایی به باگاس، بازده، عدد کاپا، پنتوزان‌های خمیر کاغذ و قلیایی مصرف شده کاهش می‌یابند.

براونینگ (۱۹۶۷) عنوان می‌کند که در مورد خمیر کاغذهای شیمیایی، می‌توان موفقیت کار را توسط تعیین مقدار لیگنین زدوده شده و گرانروی مشخص نمود. زیرا گرانروی نشانه‌ای از کاهش درجه بسپارش (تخریب) کربوهیدرات‌ها و تشدید فرآیند لیگنین‌زدایی می‌باشد. بنابراین عنوان می‌کند که اندازه‌گیری گرانروی نتیجه‌ای قابل لمس از تخریب سلولز را به‌دنبال دارد که این تخریب ممکن است در فرآیند رنگ‌بری یا پخت اتفاق افتاده باشد.

حجازی و همکاران (۲۰۰۸a)، حجازی و همکاران (۲۰۰۸b) و حجازی و همکاران (۲۰۰۹) در بررسی استفاده از فرآیند سولفیت قلیایی - آنتراکینون برای تولید خمیر کاغذ از پسماندهای کشاورزی عنوان می‌کنند که افزایش دمای پخت اثر ناچیزی بر عدد کاپای خمیر کاغذ از کاه گندم داشته و گرانروی خمیر کاغذ ثابت می‌ماند. ولی تغییر نسبت سولفیت‌سدیم به هیدروکسید سدیم و استفاده از هیدروکسید سدیم زیادتر به کم شدن گرانروی خمیر کاغذ انجامیده است. با وجودی که در پخت کاه برنج، زیاد شدن قلیاییت فعال به کم شدن عدد کاپا انجامیده است، ولی تغییر محسوسی در گرانروی مشاهده نشد. وضعیت مشابهی نیز در مورد خمیر کاغذ سولفیت قلیایی - آنتراکینون از باگاس مشاهده شده است. ولی، در اثر زیاد شدن مقدار سولفیت‌سدیم در ترکیب مایع پخت، گرانروی خمیر کاغذ افزایش یافته است که بیانگر تأثیر نداشتن تخریبی هیدروکسید سدیم بر روی کربوهیدرات‌ها است.

پسنر و جو (۱۹۸۹) با مطالعه بر روی واکنش لایه‌ای شدن (Peeling)^۱ سلولز عنوان می‌کند که از طریق محافظت از سلولز در مقابل این واکنش و هیدرولیز اسیدی می‌توان از کاهش گران‌روی جلوگیری کرد و در نتیجه به خمیر کاغذی با خواص مناسب‌تر دست یافت. با توجه به تأثیر شرایط پخت بر ویژگی‌های خمیر کاغذ و نقش آن در طراحی سیستم پخت باگاس، این پژوهش، با هدف دست‌یابی به شرایط بهینه پخت خمیر کاغذ سودا از باگاس و شناخت تأثیر آن بر ویژگی‌های خمیر کاغذ از طریق اعمال ترکیب‌های متفاوتی از شرایط پخت (از ملایم تا شدید) انجام گرفته است. دو ویژگی گران‌روی و مقدار پنتوزان‌ها به‌عنوان شاخص تخریب کربوهیدرات‌های ماده اولیه سلولزی اندازه‌گیری شد.

مواد و روش‌ها

باگاس مورد استفاده از بخش مغزگیری باگاس کارخانه کشت و صنعت امام خمینی (ره) تهیه شد و به‌صورت بسته‌بندی شده به آزمایشگاه گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران انتقال یافت. باگاس دریافتی تا رسیدن به رطوبت تعادل در هوای آزاد خشک شد و توسط غربال مغز باقی‌مانده جدا شد. باگاس خشک پس از ۲ مرتبه غربال شدن در کیسه‌های نایلونی بسته‌بندی و رطوبت آن‌ها تعیین شد. برای هر پخت از ۱۰۰ گرم باگاس (مبنا وزن کاملاً خشک) استفاده شد.

برای تمام پخت‌ها از دایجستر ۶ محفظه‌ای چرخشی با حجم هر محفظه پخت ۳ لیتر که توسط روغن گلیسرین گرم می‌شود، استفاده شد. از نسبت مایع پخت به باگاس ۱:۸ استفاده گردید. قبل از شروع پخت، در هر دمای پخت، زمان رسیدن به دمای پخت در داخل محفظه تعیین شد. از ۲ دمای پخت ۱۷۵ و ۱۸۵ درجه سانتی‌گراد، ۳ زمان پخت ۲۰، ۳۰ و ۴۰ دقیقه و ۳ مقدار قلیایی ۱۴، ۱۶ و ۱۸ درصد (مبنا وزن کاملاً خشک باگاس) استفاده شد. در مجموع ۱۸ تیمار آزمایشی وجود داشت و هر تیمار در ۳ تکرار انجام شد. بعد از هر پخت ابتدا مایع پخت سیاه جدا شده و سپس جداسازی الیاف بعد از غربال و واژه با استفاده از غربال با اندازه سوراخ‌های ۱۶ مش مستقر در بالای غربال ۲۰۰ مش انجام گرفت. از مایع پخت سیاه استخراج شده برای تعیین pH و قلیایی باقی‌مانده استفاده شد.

۱- واکنش تخریب تدریجی

مجموعه الیاف باقی‌مانده بر روی غربال ۱۶ مش و ۲۰۰ مش معادل بازده کل و الیاف باقی‌مانده بر روی غربال ۱۶ مش به‌عنوان بازده و الیاف عبور کرده از غربال ۱۶ مش و باقی‌مانده بر روی غربال ۲۰۰ مش به‌عنوان خمیر کاغذ قابل قبول، توزین و گزارش شده‌اند.

برای تعیین ویژگی‌های خمیر کاغذ از دستورالعمل‌های آیین‌نامه تاپی^۱ به‌شرح زیر استفاده گردید:

برای اندازه‌گیری پنتوزان‌ها، طبق دستورالعمل ۰۱-T۲۲۳، ابتدا خمیر کاغذ در اسید کلریدریک جوشانده شد و سپس فورفورال تولید شده با روش تقطیر جمع‌آوری شد. آنگاه فورفورال با واکنش‌دهنده اورسینول واکنش داده و مقدار جذب آن در طول موج ۶۳۰ میکرومتر اندازه‌گیری شد.

برای اندازه‌گیری گرانروی خمیر کاغذ طبق دستورالعمل ۰۴-T۲۳۰، محلول ۰/۵ درصد سلولز در حلال کوپراتیلن‌دی‌آمین تهیه شد و سپس توسط گرانروی‌سنج موین، زمان جریان به ثانیه اندازه‌گیری شد، سپس طبق رابطه‌های موجود در دستورالعمل گرانروی خمیر کاغذ محاسبه شد. عدد کاپا طبق دستورالعمل ۰۱-T۲۳۶ اندازه‌گیری شد.

تجزیه و تحلیل آماری: تجزیه و تحلیل داده‌های این بررسی با استفاده از طرح فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی و نرم‌افزار آماری SAS انجام گرفت. تجزیه واریانس تأثیر عوامل متغیر بر ویژگی‌های مورد بررسی، انجام گرفت. در صورت معنی‌دار بودن اختلاف میانگین‌ها در سطح اعتماد ۹۹ یا ۹۵ درصد، از آزمون دانکن برای گروه‌بندی میانگین‌ها استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج اندازه‌گیری ویژگی‌های خمیر کاغذ شامل بازده کل (بازده بعد از پخت)، بازده بعد از غربال، گرانروی، مقدار پنتوزان‌ها و همچنین pH و قلیایی باقی‌مانده بعد از پخت، در شکل‌های ۱ تا ۵ آورده شده است. تجزیه واریانس داده‌های مربوط به ویژگی‌ها در جدول‌های ۱ تا ۵ خلاصه شده است. بیش‌ترین بازده کل در ملایم‌ترین شرایط پخت (دمای ۱۷۵ درجه سانتی‌گراد و زمان ۲۰ دقیقه و ۱۴ درصد هیدروکسیدسدیم) و کم‌ترین بازده کل در شدیدترین شرایط پخت (دمای ۱۸۵ درجه

سانتی‌گراد زمان ۴۰ دقیقه و ۱۸ درصد هیدروکسیدسدیم) اندازه‌گیری شده است. با توجه به این‌که افزایش مقدار هیدروکسیدسدیم، لیگنین‌زدایی بیش‌تری را به‌وجود خواهد آورد، در نتیجه آن بازده کل، بازده روی الک و عدد کاپای خمیر کاغذ کم شد. همچنین در حضور مقدار بیش‌تری از هیدروکسیدسدیم، کربوهیدرات‌های بیش‌تری تخریب شده و به پیروی از آن کاهش در مقدار پنتوزان‌ها و گران‌روی خمیر کاغذ دیده می‌شود. که ناشی از اثر تخریبی هیدروکسیدسدیم بر روی پنتوزان‌ها و تخریب اتصال گلوکوزیدیک زنجیره سلولز است (شکل ۳). ولی با زیاد شدن مقدار هیدروکسیدسدیم بازده بعد از غربال افزایش پیدا کرد. تأثیر عوامل متغیر بر روی بازده کل (جدول ۱) و بازده بعد از غربال (جدول ۲) در سطح اعتماد آماری ۹۹ درصد، معنی‌دار بود. همان‌طوری‌که از شکل ۱ مشخص است، تأثیر هم‌زمان عوامل مورد بررسی بر روی بازده کل، به کم شدن تدریجی آن انجامید. در مورد بازده بعد از غربال رفتار دیگری مشاهده می‌گردد و در اثر شدیدتر شدن ترکیب شرایط پخت، در دمای ۱۷۵ درجه سانتی‌گراد، بازده بعد از غربال افزایش می‌یابد. زیرا در این شرایط لیگنین به‌طور کامل‌تری تخریب و به حالت محلول در آمده و ایاف جدا شده‌اند. ولی در شرایط پخت با دمای ۱۸۵ درجه سانتی‌گراد، بازده بعد از غربال به‌دلیل تخریب بیش‌تر کربوهیدرات‌ها به تدریج کاهش پیدا می‌کند (شکل ۲).

جدول ۱- تجزیه واریانس تأثیر عوامل متغیر بر بازده کل خمیر کاغذ.

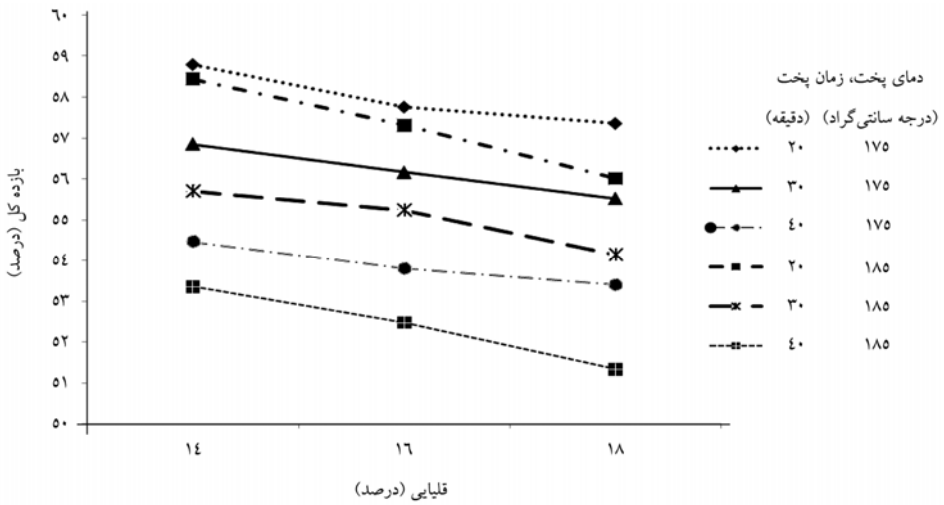
منبع تغییرات	درجه آزادی (df)	مجموع مربعات (SS)	میانگین مربعات (MS)	مقدار F
فاکتور (A)	۱	۱۷/۰۵۷	۱۷/۰۵۷	۶۷/۱۷**
فاکتور (B)	۲	۱۸۰/۸۴۲	۹۰/۴۲۱	۳۵۶/۰۸**
فاکتور (C)	۲	۲۴/۱۰۸	۱۲/۰۵۴	۴۷/۴۷**
AB	۲	۱/۳۹۴	۰/۶۹۷	۲/۷۵ ^{NS}
AC	۲	۱/۵۲۳	۰/۷۶۱	۳/۰ ^{NS}
BC	۴	۰/۵۲۳	۰/۱۳۰	۰/۵۲ ^{NS}
ABC	۴	۰/۲۸۸	۰/۰۷۲	۰/۲۸ ^{NS}
خطا	۳۶	۱۳۳۹۴	۰/۳۷۲	
کل	۵۳	۲۳۹/۱۲۹		

A: درجه حرارت پخت، B: زمان پخت و C: مقدار هیدروکسیدسدیم.

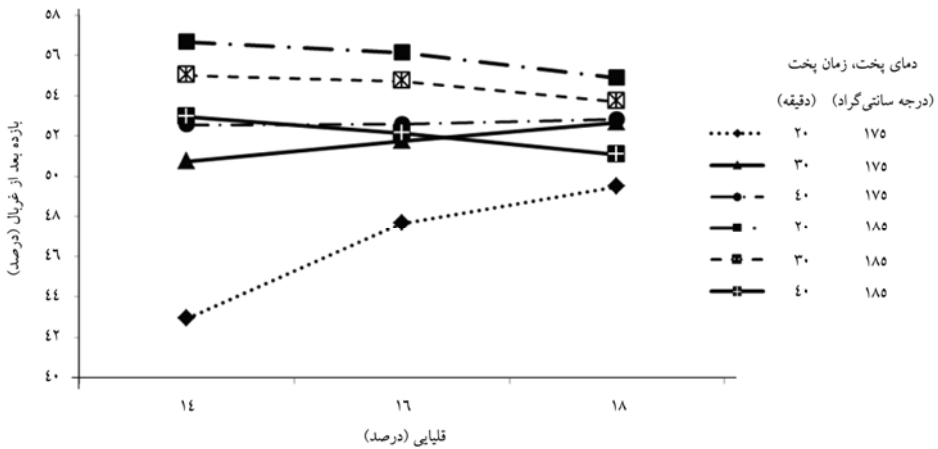
جدول ۲- تجزیه واریانس تأثیر عوامل متغیر بر بازده بعد از غربال خمیر کاغذ.

مقدار F	میانگین مربعات (MS)	مجموع مربعات (SS)	درجه آزادی (df)	منبع تغییرات
۵۲۲/۴۹**	۱۹۴/۴۰۸	۱۹۴/۴۰۸	۱	فاکتور (A)
۴۰/۰۲**	۱۴/۸۹۱	۲۹/۷۸۳	۲	فاکتور (B)
۷/۱۵**	۲/۶۵۸	۵/۳۱۷	۲	فاکتور (C)
۳۰۱/۱۱**	۱۱۲/۰۳۴	۲۲۴/۰۶۹	۲	AB
۶۳/۹۸**	۲۳/۸۰۷	۴۷/۶۱۴	۲	AC
۱۱/۷۱**	۴/۳۵۵	۱۷/۴۲۲	۴	BC
۱۱/۸۶**	۴/۴۱۲	۱۷/۶۵۰	۴	ABC
	۰/۶۵۵	۲۳/۹۴۰	۳۶	خطا
		۵۶۰/۲۰۳	۵۳	کل

A: درجه حرارت پخت، B: زمان پخت و C: مقدار هیدروکسیدسدیم.



شکل ۱- تأثیر عوامل پخت بر روی بازده کل.



شکل ۲- تأثیر عوامل پخت بر روی بازده بعد از غربال.

در این بررسی مشخص گردید که کم‌ترین مقدار پنتوزان‌ها مربوط به خمیر کاغذ تولید شده در شرایط بیشینه فرآیند پخت است و در شرایط متوسط و ملایم پخت، مقدار پنتوزان‌های خمیر کاغذ تقریباً ثابت باقی‌مانده است. جدول تجزیه واریانس ۳ نشان می‌دهد که اثر مستقل دمای پخت و زمان پخت بر مقدار پنتوزان‌ها در سطح اعتماد ۹۹ درصد معنی‌دار است ولی در مورد درصد هیدروکسیدسدیم معنی‌دار نمی‌باشد.

نتایج جدول تجزیه واریانس ۴ نشان می‌دهد که دما، زمان و هیدروکسیدسدیم به‌طور معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۹ درصد بر گرانروی خمیر کاغذ تأثیر دارد.

به‌علاوه مطابق با انتظار، کم‌ترین گرانروی خمیر کاغذ در بیش‌ترین دما (۱۸۵ درجه سانتی‌گراد) به‌دست آمد. زیرا در این حالت شکست پیوندهای گلیکوزیدی به‌دلیل انرژی زیادتر امکان‌پذیر شده است. در غلظت بیش‌تر هیدروکسیدسدیم نیز، واکنشیدگی بیش‌تری در دیواره الیاف اتفاق افتاده و واکنش تخریب سرعت بیش‌تری پیدا کرد. در مورد باگاس که زمان پخت آن کوتاه و در حدود ۲۰-۴۰ دقیقه است، نتایج بیانگر اثر تعیین‌کننده هیدروکسیدسدیم در کاهش گرانروی خمیر کاغذ بود. زیرا با افزایش مقدار هیدروکسیدسدیم، خمیر کاغذ کاملاً واکنشیده شده و با توجه به نیاز به زمان پخت کوتاه، واکنش به‌نحو مناسب‌تری انجام می‌شود و دسترسی مایع پخت به داخل منافذ و دیواره سلولی تسریع می‌گردد، در نتیجه کاهش سریع گرانروی خمیر کاغذ را به دنبال دارد.

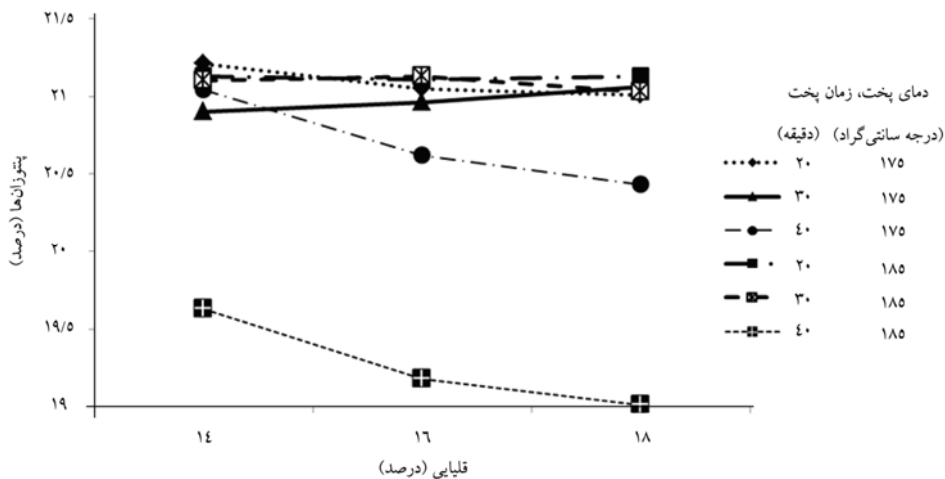
نتایج به‌دست آمده نشان داد که افزایش دما، انرژی لازم برای لیگنین‌زدایی را فراهم کرده و در نتیجه باعث تسریع لیگنین‌زدایی، کاهش بازده، افزایش بازده بعد از غربال و کاهش عددکاپا شده است.

با توجه به این‌که در صورت ثابت بودن سایر شرایط پخت در دمای زیادتر، واکنش شدیدتر می‌شود بنابراین با افزایش دما، مقدار بیش‌تری از هیدروکسیدسدیم مصرف شده و باعث کاهش pH مایع پخت می‌شود. افزایش شدت واکنش باعث تخریب بیش‌تر کربوهیدرات‌های موجود در خمیر کاغذ شده و به‌دنبال آن مقدار پنتوزان‌ها و گران‌روی خمیر کاغذ کاهش می‌یابد (شکل‌های ۳ و ۴). کاهش گران‌روی در دمای ۱۸۵ سانتی‌گراد شدت بیش‌تری داشته است، ولی در این دما و در زمان پخت کوتاه‌تر، کم شدن پنتوزان‌ها در مقایسه با شرایط پخت ملایم‌تر مشاهده نشده است (شکل ۳). در نتیجه افزایش دما تا نقطه‌ای که به کاهش قابل‌ملاحظه مقاومت مکانیکی کاغذ منجر نگردد، مفید می‌باشد.

جدول ۳- تجزیه واریانس تأثیر عوامل متغیر بر مقدار پنتوزان‌های خمیر کاغذ.

مقدار F	میانگین مربعات (MS)	مجموع مربعات (ss)	درجه آزادی (df)	منبع تغییرات
۱۱۴/۷۰**	۲/۴۴۹	۲/۴۴۹	۱	فاکتور (A)
۳۳۱/۰۷**	۷/۰۶۸	۱۴/۱۳۷	۲	فاکتور (B)
۱۰/۹۶**	۰/۲۳۴	۰/۴۶۸	۲	فاکتور (C)
۱۵۷/۹۰**	۳/۳۷۱	۶/۷۴۲	۲	AB
۰/۰۶ ^{ns}	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۲	AC
۸/۹۸**	۰/۱۹۱	۰/۷۶۶	۴	BC
۰/۸۸ ^{ns}	۰/۰۱۸	۰/۰۷۵	۴	ABC
	۰/۰۲۱	۰/۷۶۸	۳۶	خطا
		۲۵/۴۰۷	۵۳	کل

A: درجه حرارت پخت، B: زمان پخت و C: مقدار هیدروکسیدسدیم.

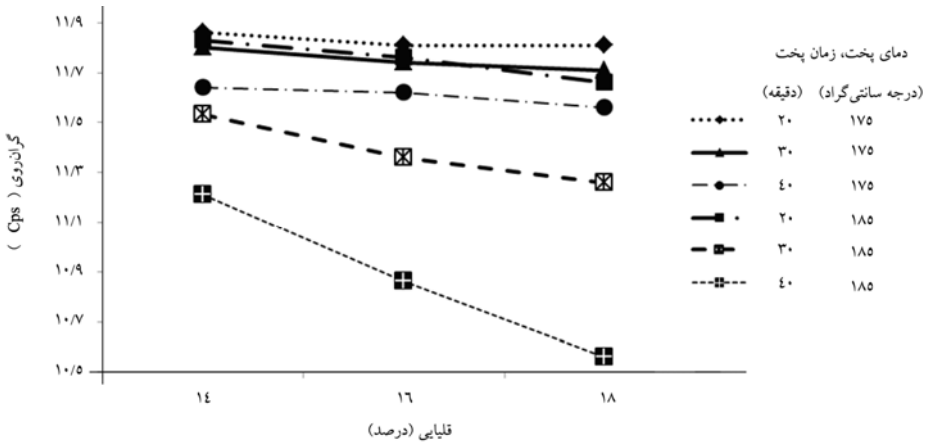


شکل ۳- تأثیر عوامل پخت مورد بررسی بر روی پنتوزان‌های خمیر کاغذ.

جدول ۴- تجزیه واریانس تأثیر عوامل متغیر بر گرانروی خمیر کاغذ.

مقدار F	میانگین مربعات (MS)	مجموع مربعات (SS)	درجه آزادی (df)	منبع تغییرات
۲۰۵۵۶/۹۱**	۲/۰۵۵	۲/۰۵۵	۱	فاکتور (A)
۱۳۷۳۰/۹۳**	۱/۳۷	۲/۷۴۶	۲	فاکتور (B)
۲۱۸۳/۶۱**	۰/۲۱۸	۰/۴۳۶	۲	فاکتور (C)
۴۸۳۸/۱۸**	۰/۴۸۳	۰/۹۶۷	۲	AB
۹۳۷/۹۵**	۰/۰۹۳	۰/۱۸۷	۲	AC
۲۵۵/۲۶**	۰/۰۲۵	۰/۱۰۲	۴	BC
۲۳۷/۲۷**	۰/۲۳۷	۰/۰۹۴	۴	ABC
	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۳۶	۳۶	خطا
		۶/۵۹۰۶	۵۳	کل

A: درجه حرارت پخت، B: زمان پخت و C: مقدار هیدروکسید سدیم.



شکل ۴- تأثیر عوامل پخت بر روی گرانروی.

از جدول تجزیه واریانس ۵ مشخص است که اثر مستقل دما، زمان و غلظت هیدروکسیدسدیم بر عدد کاپا در سطح ۹۹ درصد معنی دار است.

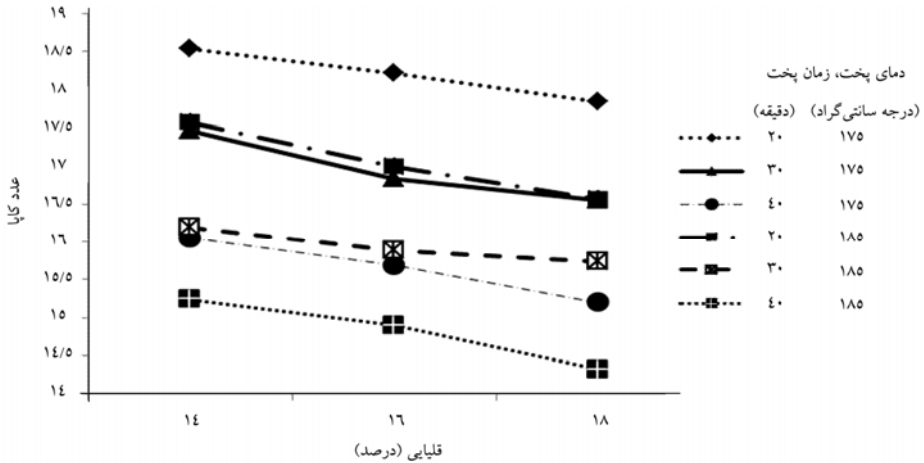
در اثر افزایش زمان پخت، فرصت بیش تری برای لیگنین زدایی فراهم می گردد که در نتیجه آن بازده کل و عدد کاپا کاهش یافته و بازده بعد از غربال افزایش می یابد. زیرا زمان بیش تر به معنی فرصت بیش تر برای واکنش لیگنین زدایی می باشد. در زمان طولانی تر، هیدروکسیدسدیم شانس بیش تری برای شرکت در واکنش خواهد داشت.

جدول ۵- تجزیه واریانس تأثیر عوامل متغیر بر عدد کاپا خمیر کاغذ.

منبع تغییرات	درجه آزادی (df)	مجموع مربعات (ss)	میانگین مربعات (MS)	مقدار F
فاکتور (A)	۱	۱۳/۳۵۹	۱۳/۳۵۹	۳۴۲/۴۱**
فاکتور (B)	۲	۵۱/۲۳۵	۲۵/۶۱۷	۶۵۶/۶۱**
فاکتور (C)	۲	۵/۸۷۱	۲/۹۳۵	۷۵/۲۵**
AB	۲	۰/۲۴۴	۰/۱۲۲	۳/۱۳ ^{ns}
AC	۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۸	۰/۰۲ ^{ns}
BC	۴	۰/۱۶۸	۰/۰۴۲	۱/۰۸ ^{ns}
ABC	۴	۰/۲۵۳	۰/۰۶۳	۱/۶۳ ^{ns}
خطا	۳۶	۱/۴۰۴	۰/۰۳۹	
کل	۵۳	۷۲/۵۳۵		

A: درجه حرارت پخت، B: زمان پخت و C: مقدار هیدروکسیدسدیم.

بیش‌ترین عدد کاپا مربوط به ملایم‌ترین شرایط پخت (دمای ۱۷۵ درجه سانتی‌گراد، زمان ۲۰ دقیقه و ۱۴ درصد هیدروکسیدسدیم) و کم‌ترین عدد کاپا مربوط به شدیدترین شرایط پخت (دمای ۱۸۵ درجه سانتی‌گراد، زمان ۴۰ دقیقه و ۱۸ درصد هیدروکسیدسدیم) بود (شکل ۵).



شکل ۵- تأثیر عوامل پخت بر روی عدد کاپا.

نتیجه‌گیری

نتایج این بررسی نشان داد که افزایش دمای پخت خمیر کاغذ سودای باگاس نسبت به زمان پخت و درصد هیدروکسیدسدیم تأثیر شدیدتری بر روی کاهش گرانروی، مقدار پنتوزان‌ها و عدد کاپای آن دارد. بر خلاف این‌که عقیده بر این است که با استفاده از شرایط پخت شدیدتر و کاهش عدد کاپا می‌توان خمیر کاغذ مناسب‌تر برای رنگ‌بری تولید کرد، ولی به دلیل تأثیر منفی پخت شدیدتر بر روی سلولز و گرانروی و به پیروی از آن کاهش مقاومت‌ها، کاهش بیش از حد عدد کاپا در مرحله پخت خمیر کاغذ نتیجه مطلوبی را فراهم نخواهد کرد. بنابراین برای جلوگیری از تخریب سلولز و کم شدن گرانروی و حتی کم شدن پنتوزان‌های خمیر کاغذ بهتر است از شرایط پخت ملایم‌تری استفاده شده و خمیر کاغذ با بازده بیش‌تری تولید کرد. با توجه به این‌که عدد کاپای چنین خمیر کاغذی به ناچار بیش‌تر خواهد بود، می‌توان توسط رنگ‌بری با اکسیژن، لیگنین باقی‌مانده در خمیر کاغذ را کاهش داده و رنگ‌بری خمیر کاغذ را با مصرف مواد شیمیایی کم‌تر انجام داد که به پیروی از آن صدمه کم‌تری به محیط زیست وارد می‌شود.

منابع

1. Ashmawy, A.E., Al-Saied, H.E. and Ibrahim, A.A. 1984. Alkaline pulping of bagasse with anthraquinone, *Holzforchung*, 38: 289-292.
2. Browning, B.L. 1967. *Methods of wood chemistry*. Volume I and II. Interscience Publishers. New York, 882p.
3. Hedjazi, S., Kordsachia, O., Patt, R., Jahan Latibari, A. and Tschirner, U. 2008a. Bagasse alkaline sulfite-anthraquinone (AS/AQ) pulping and totally chlorine free (TCF) bleaching. *Holzforchung*, 62: 142-148.
4. Hedjazi, S., Kordsachia, O., Patt, R., Jahan Latibari, A. and Tschirner, U. 2008b. Alkaline sulfite-anthraquinone (AS/AQ), pulping of wheat straw and totally chlorine free (TCF) bleaching of pulps. *Ind. Crops Prod.* 29: 27-29.
5. Hedjazi, S., Kordsachia, O., Patt, R., Jahan Latibari, A. and Tschirner, U. 2009. Alkaline sulfite-anthraquinone (AS/AQ) pulping of rice straw and TCF bleaching of pulps. *Appita J.* 62: 137-145.
6. Jafari Petrodi, M. 2000. Investigation on the utilization of bagasse soda pulp in news paper and corrugating paper production at Mazandaran Wood and Paper Industries. M.Sc. Thesis, College of Natural Resources and Marine Sciences, University of Tarbiat Modarres, Noor, 145p.
7. Paszner, L. and Cho, H.J. 1989. Organosolve pulping: acidic catalysis options and their effect on fiber quality and delignification. *Tappi J.* 72: 135-142.
8. Zanuttini, M. and Christensen, P.K. 1995. Effects of alkali charge in bagasse chemimechanical pulping; Non-wood plant fiber pulping. *Prog. Rept. TAPPI Press*. Atlanta, GA. USA, 19: 231.



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 19(1), 2012

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

Investigation on the Influence of Pulping Conditions on Delignification and Viscosity of Soda Pulp from Bagasse

O. Hoseinzadeh¹ and *A. Jahan Latibari²

¹Ph.D. Student, Dept. of Wood and Paper Science and Technology, University of Tehran,

²Associate Prof., Dept. of Wood and Paper Science and Technology, Islamic Azad University, Karaj

Received: 2010/07/26; Accepted: 2012/05/12

Abstract

The influence of pulping temperature, time and alkali charge on residual lignin and viscosity of soda pulp produced from bagasse was investigated. Two pulping temperatures (175 °C and 185 °C), three pulping times (20, 30 and 40 minutes) and three alkali charges (14, 16, 18% NaOH, OD basis) were used. Factorial experiment based on randomized block design was applied to analyze the effect of pulping variables on total yield, accepted yield, pentosans content, viscosity and kappa number of the pulps. The results showed that higher intensity of pulping reduced both total yield and kappa number. At 175 °C pulping temperature, increasing pulping time and alkali charge reduced pentosans content and viscosity, but the reduction of these properties was severe at pulping temperature of 185 °C. Higher pulping temperature and time reduced pH of black liquor, which indicates consumption of more alkali during pulping. At milder condition of pulping higher pulp viscosity and pentosans were measured and at severe pulping condition, both properties were reduced which indicates the degradation of carbohydrates especially cellulose. The measured viscosity of pulps produced at 175 °C and 185 °C were 11.73 and 11.34 cps, respectively, and the related values for pulps produced at 20, 30 and 40 minutes pulping time were respectively 11.78, 11.57 and 11.24 cps. The results showed that pulping time and temperature are the most influential factors on carbohydrate degradation and the influence of alkali charge is not as severe as pulping time and temperature.

Keywords: Bagasse, Soda pulp, Viscosity, Pentosans, Kappa number

* Corresponding Author; Email: latibari_24@yahoo.com