

بررسی تولید خمیر کاغذ نیمه شیمیایی سولفیت خنثی از ساقه کلزا

محمد احمدی^{۱*}، محمدمهدی فائزی پور^۲، احمد جهان‌لتیباری^۳ و سحاب حجازی^۴

*۱- مسئول مکاتبات، کارشناسی ارشد، رشته صنایع چوب و کاغذ دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران پست الکترونیک: ahmadi@yahoo.com

۲- استاد، صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

۳- دانشیار، صنایع چوب و کاغذ، مرکز تحقیقات کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

۴- استادیار، صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۸۸

تاریخ دریافت: دی ۱۳۸۷

چکیده

در این بررسی تولید خمیر کاغذ نیمه شیمیایی سولفیت خنثی (NSSC) از ساقه کلزا مورد مطالعه قرار گرفت. نمونه‌های ساقه کلزا از مزرعه پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران در کرج جمع‌آوری شد. ترکیبات شیمیایی ساقه کلزا شامل درصد سلولز، لیگنین، مواد استخراجی محلول در حلال اتانول-استون و خاکستر براساس استاندارد TAPPI تعیین شد (ابعاد الیاف ساقه کلزا نیز اندازه‌گیری شده است). با استفاده از فرایند نیمه شیمیایی سولفیت خنثی (NSSC)، تحت شرایط زمان پخت در سه سطح ۲۰، ۴۰ و ۶۰ دقیقه، درصد مواد شیمیایی در ۵ سطح ۸، ۱۰، ۱۲، ۱۴ و ۱۶ درصد (بر مبنای NaOH). تولید خمیر کاغذ از ساقه کلزا انجام شد. به طوری که دما در تمام پخت‌ها ثابت و برابر با $175^{\circ}C$ و نسبت سولفیت سدیم به کربنات سدیم ۳ به ۱ و نسبت مایع پخت به ساقه کلزا، ۸ به ۱ انتخاب شد. با هر ترکیب شرایط سه پخت انجام شده است. در پایان پخت، جداسازی اولیه الیاف با استفاده از پالایشگر آزمایشگاهی انجام شد. بازده کل (بازده بعد از پخت) و بازده بعد از جداسازی الیاف تعیین گردید و بیشترین میزان بازده با مقدار ۷۲ درصد مربوط به ترکیب شرایط ۸٪، ۲۰'، 175° و کمترین بازده مربوط به ترکیب شرایط ۱۶٪، ۶۰'، 175° و ۲۰'، 175° و کمترین بازده معنی‌داری بر روی بازده داشتند و با افزایش این دو عامل بازده کاهش یافته است. بنابراین با توجه به نتایج بدست آمده، ترکیب شرایط ۸٪، ۲۰'، 175° به عنوان شرایط بهینه پخت ساقه کلزا برگزیده شد.

واژه‌های کلیدی: ساقه کلزا، نیمه شیمیایی سولفیت خنثی، بازده کل (بازده بعد از پخت)، بازده بعد از جداسازی الیاف، خمیر کاغذ.

مقدمه

ساخت کاغذ از چوب گسترش یافت و در قرن بیستم چوب به مناسب‌ترین و مهم‌ترین ماده اولیه تولید کاغذ تبدیل شد، ولی از سال ۱۹۷۵ میلادی به دلیل گسترش

با وجودی که در ابتدا، کاغذ از منابع غیرچوبی تولید شده و برای سالیان متمادی تداوم یافت، ولی در اروپا

استفاده از کاغذ و به تبع آن افزایش ظرفیت تولید کاغذ در کشورهای در حال توسعه، استفاده از الیاف منابع غیرچوبی آغاز شد و از مقدار اولیه ۶/۹ درصد در سال ۱۹۷۵ به حدود ۱۰/۶ درصد (از کل خمیر کاغذ تولید شده) در سال ۱۹۹۳ افزایش یافت [۴]. مهم ترین مواد لیگنوسلولزی غیرچوبی مورد استفاده بمنظور ساخت کاغذ کاه و کلش گندم و برنج، باگاس، بامبو و نی است. گسترش استفاده از الیاف غیرچوبی منحصراً به دلیل کمبود منابع چوبی نبوده، بلکه خصوصیات ویژه الیاف غیرچوبی نیز از دیگر دلایل توجه به آن است. از جمله ویژگیهای مهم الیاف غیر چوبی خمیر کاغذ با ساختار بازتر و نفوذپذیری آسان تر مواد شیمیایی به داخل بافت آن است که جبران نسبت طول به قطر کمتر الیاف آنها را کرده بنابراین مورد از کیفیت کاربردی مناسب در تولید کاغذ برخوردار هستند. بعلاوه درصد لیگنین مواد اولیه غیرچوبی کمتر از پهن برگان و سوزنی برگان و درصد پتوزانها آنها بیشتر از سوزنی برگان است. در نتیجه تولید خمیر کاغذ از آنها آسان تر بوده و به انرژی و مواد شیمیایی کمتری نیاز می باشد. عامل دیگری که سبب افزایش گرایش رو به رشد استفاده از پسماندهای کشاورزی برای تولید خمیر کاغذ شده است، افزایش موجودی این پسماندها، بلااستفاده بودن آنها و قیمت کمتر آنها نسبت به چوب درختان جنگلی است.

به طوری که امروزه می توان از ۳۰ نوع ماده اولیه غیرچوبی برای تولید خمیر کاغذ استفاده کرد، ولی ساقه کلزا از توان ویژه ای در ساخت کاغذ برخوردار است. کشت آن در سطح ایران و جهان در حال افزایش بوده و می تواند منبع الیاف سلولزی مناسبی برای تولید خمیر کاغذ باشد. برای اولین بار در سال ۱۳۶۸، کشت این گیاه در

سطح ۲۰۰ هکتار در اراضی شمال کشور شروع شد، ولی به دلایل مختلف کشت آن تا سال ۱۳۷۸ رشد چندانی نداشت و سطح زیرکشت آن فقط تا ۵۰۰ هکتار گسترش یافت. سال ۱۳۷۸ سال پایه ای برای طرح ملی کلزا محسوب می شود و از این سال به بعد کشت کلزا رشد بسیار چشمگیری در کشور داشت و طبق برنامه وزارت جهاد کشاورزی پیش بینی می شود تا سال ۱۳۹۳ سطح زیرکشت کلزا به حدود ۷۵۰۰۰۰ هکتار برسد [۶].

سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ سطح زیرکشت کلزای کشور بالغ بر ۲۲ هزار هکتار بوده است که می تواند پسمانده زیادی تولید نماید. با توجه به اینکه تاکنون تحقیقات اندکی در زمینه استفاده از پسماند ساقه ی کلزا در تولید خمیر کاغذ انجام شده است، بنابراین تحقیق بر روی استفاده از ساقه کلزا به عنوان ماده اولیه ساخت کاغذ متمرکز شده است. بنابراین تحقیقات در استفاده از منابع غیرچوبی الیاف سلولزی گسترده است. سفیدگران (۱۳۸۳) در بررسی قابلیت تولید خمیر کاغذ سودا از ساقه کلزا برای ساخت کاغذ فلوتینگ و مقایسه آن با کاه برنج عنوان می کند که شاخص مقاومت در برابر پاره شدن خمیر کاغذ تولید شده از ساقه کلزا بیشتر از برنج است و علت آن را طول بلندتر الیاف کلزا در مقایسه با برنج عنوان می کند. همچنین، مقایسه ویژگی های خمیر کاغذهای ساخته شده از گیاهان غیرچوبی از جمله ساقه آفتابگردان و باگاس با خمیر کاغذ ساقه کلزا، نشان داده است که مقاومت در برابر کشتش کاغذ ساقه کلزا بیشتر است. ولی شاخص مقاومت در برابر ترکیدن کاغذ حاصل از کاه برنج بیشتر از ساقه کلزا می باشد که علت آن، عدد کاپای به مراتب پایین تر خمیر کاغذ کاه برنج و در نتیجه افزایش درهم رفتگی و ایجاد اتصال قوی تر بین لیفی می باشد. مقاومت در برابر

استفاده از کاغذ و به تبع آن افزایش ظرفیت تولید کاغذ در کشورهای در حال توسعه، استفاده از الیاف منابع غیرچوبی آغاز شد و از مقدار اولیه ۶/۹ درصد در سال ۱۹۷۵ به حدود ۱۰/۶ درصد (از کل خمیر کاغذ تولید شده) در سال ۱۹۹۳ افزایش یافت [۴]. مهم ترین مواد لیگنوسلولزی غیرچوبی مورد استفاده بمنظور ساخت کاغذ کاه و کلش گندم و برنج، باگاس، بامبو و نی است. گسترش استفاده از الیاف غیرچوبی منحصراً به دلیل کمبود منابع چوبی نبوده، بلکه خصوصیات ویژه الیاف غیرچوبی نیز از دیگر دلایل توجه به آن است. از جمله ویژگیهای مهم الیاف غیر چوبی خمیر کاغذ با ساختار بازتر و نفوذپذیری آسان تر مواد شیمیایی به داخل بافت آن است که جبران نسبت طول به قطر کمتر الیاف آنها را کرده بنابراین مورد از کیفیت کاربردی مناسب در تولید کاغذ برخوردار هستند. بعلاوه درصد لیگنین مواد اولیه غیرچوبی کمتر از پهن برگان و سوزنی برگان و درصد پتوزانها آنها بیشتر از سوزنی برگان است. در نتیجه تولید خمیر کاغذ از آنها آسان تر بوده و به انرژی و مواد شیمیایی کمتری نیاز می باشد. عامل دیگری که سبب افزایش گرایش رو به رشد استفاده از پسماندهای کشاورزی برای تولید خمیر کاغذ شده است، افزایش موجودی این پسماندها، بلااستفاده بودن آنها و قیمت کمتر آنها نسبت به چوب درختان جنگلی است.

به طوری که امروزه می توان از ۳۰ نوع ماده اولیه غیرچوبی برای تولید خمیر کاغذ استفاده کرد، ولی ساقه کلزا از توان ویژه ای در ساخت کاغذ برخوردار است. کشت آن در سطح ایران و جهان در حال افزایش بوده و می تواند منبع الیاف سلولزی مناسبی برای تولید خمیر کاغذ باشد. برای اولین بار در سال ۱۳۶۸، کشت این گیاه در

میزان ۱۰، ۲۰ و ۳۰٪ با خمیر کاغذ NSSC کارخانه چوب و کاغذ مازندران بررسی کرده و نتایج این تحقیق نشان داد که خمیر کاغذهای ساقه آفتابگردان ویژگی‌های فیزیکی چوب و کاغذ مازندران و ویژگی‌های مقاومتی برتری (به جز شاخص مقاومت در برابر ترکیدن)، نسبت به خمیر کاغذ NSSC مخلوط پهن‌برگان کارخانه را دارد. همچنین نتایج حاصل از آزمونهای مختلف کاغذهای تهیه شده از اختلاط خمیر کاغذها حکایت از آن دارد که می‌توان از خمیر کاغذ ساقه آفتابگردان با درجه روانی ۳۸۲ میلی‌لیتر (CSF) تا سطح ۳۰ درصد به صورت مخلوط با خمیر کاغذ کارخانه استفاده نمود. همچنین نتایج نشان داد که خمیر کاغذ NSSC ساقه آفتابگردان با درجه روانی ۳۷۲ میلی‌لیتر، در صورت افزودن حداقل ۵ درصد خمیر کاغذ الیاف بلند می‌تواند تا سطح ۳۰ درصد جایگزین خمیر کاغذ NSSC کارخانه شود. Ali و همکاران (۱۹۹۱) دریافتند که با استفاده از فرایند ناپیوسته خمیر کاغذ سازی به روش سولفیت خنثی از کاه گندم می‌توان خمیر کاغذی با بازده بالا و قابلیت رنگبری خوب تهیه کرد. در این حالت بازده خمیر کاغذهای سولفیت خنثی در محدوده‌ی بین ۵۰ تا ۹۰ درصد متغیر بوده و معمولاً حدود ۶۰ درصد است. خمیر کاغذ بدست آمده مقاومت به پاره‌شدن، ترکیدن و مقاومت کششی خوبی را داشته و خصوصیات صافی، ماتی و اتصال بین لیفی مطلوبی نشان می‌دهد که علت آن الیاف نازکتر و مقدار نرمه بیشتر است. همچنین عنوان شده است که مصرف بیشتر ماده شیمیایی بدون تأثیر بر بازده و خصوصیات مقاومتی، لیگنین‌زدایی با این فرایند را گزینه‌ی تر می‌کند. Captein و همکاران (۱۹۵۷)، تهیه خمیر کاغذ از باگاس را با استفاده از فرایند سولفیت خنثی مورد ارزیابی

ترکیدن کاغذ حاصل از ساقه کلزا بیشتر از باگاس و ساقه آفتابگردان می‌باشد. زیرا مقاومت به له‌شدگی کنگره‌ای کاغذهای ساخته شده از باگاس و کاه برنج کمتر از کلزا اندازه‌گیری شده است. خاصی پور (۱۳۷۹)، در تحقیقی با هدف جایگزینی بخشی از خمیر کاغذ NSCC کارخانه چوب کاغذ مازندران توسط خمیر کاغذ نیمه‌شیمیایی از باگاس با استفاده، از ۱۰ درصد مواد شیمیایی بر مبنای Na_2O ، مدت پخت ۲۰، ۴۵ و ۱۲۰ دقیقه و دمای ثابت ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد، خمیر کاغذ تهیه کرده است. خمیر کاغذ تا دو درجه روانی ۳۲۵ و ۳۷۵ میلی‌لیتر (CSF) پالایش شده و بعد خمیر کاغذ نیمه‌شیمیایی باگاس با درجه روانی ۳۷۵ میلی‌لیتر (CSF) برای اختلاط با خمیر کاغذ NSSC کارخانه انتخاب شده است. نتایج تحقیق نامبرده نشان داده است که افزودن مقادیر مختلف خمیر کاغذ باگاس به خمیر کاغذ NSSC کارخانه، به بهبودی در ویژگی‌های فیزیکی و مقاومتی کاغذها انجامیده است. حسینی (۱۳۸۳) استفاده از کاه گندم برای تولید خمیر کاغذ NSSC را مورد بررسی قرار داده است. پخت در دو دما (۱۶۵ و ۱۷۵ درجه سانتی‌گراد)، زمان پخت در سه سطح (۲۰ و ۳۰ و ۴۰ دقیقه) و درصد مواد شیمیایی در سه سطح سولفیت سدیم (۱۲، ۱۴ و ۱۶٪) انجام گرفته و بعد از اتمام پخت و ساخت کاغذ دست‌ساز ۶۰ گرمی مشخص شده است، که پخت در شرایط ۱۷۵ درجه سانتی‌گراد، ۳۰ دقیقه و ۱۶٪، دارای بازده ۵۱/۱٪ بوده و در دو ویژگی شاخص مقاومت در برابر ترکیدن $5/322 \text{ KPa} \cdot \text{m}^2 / \text{gr}$ و مقاومت به شدن $3/1 \text{ Log} \cdot \text{m}^2 / \text{gr}$ دارای بالاترین مقاومت‌ها بوده است. رودی (۱۳۸۰) ساخت خمیر کاغذ نیمه‌شیمیایی سولفیت خنثی از ساقه آفتابگردان و اختلاط آن در سه

نداد، اما کشیده شدن، مقاومت در برابر ترکیدن و مقاومت ورقه تر در حال ساخت را افزایش داد. همچنین پالایش خمیر کاغذ NSSC پهن‌برگان تا درجات روانی کمتر، مقاومت کششی را بیشتر از میزان مربوط به افزودن خمیر کاغذ سوزنی برگان افزایش داد.

مواد و روش‌ها

تهیه و آماده‌سازی نمونه‌ها

نمونه ساقه کلزای مورد آزمایش از مزرعه پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران تهیه شد. حدود ۳۰ کیلوگرم ساقه کلزا از مزرعه جمع‌آوری و پس از مغززدایی به قطعاتی به طول ۲ تا ۴ سانتی‌متر تبدیل شدند. قطعات برش داده شده و مغزگیری شدند و تا رسیدن به رطوبت تعادل در محیط آزمایشگاه قرار داده شدند. نمونه‌ها پس از رسیدن به رطوبت تعادل، جهت جلوگیری از تبادل رطوبتی و تغییر میزان رطوبت داخل کیسه‌های پلاستیکی بسته‌بندی شدند.

اندازه‌گیری ابعاد الیاف و ترکیبات شیمیایی

نمونه‌های ساقه کلزا به منظور اندازه‌گیری ابعاد الیاف مطابق با روش فرانکلین (۱۹۵۴) آماده‌سازی شده و اندازه‌گیری ابعاد الیاف بوسیله میکروسکوپ پروژکتوردار انجام شد. اندازه‌گیری از یک سوی لام انجام گرفته و ابعاد ۲۰ رشته الیاف تعیین شده است. کلیه نمونه‌ها بصورت تصادفی انتخاب شدند.

کلیه آزمایش‌های اندازه‌گیری ترکیب شیمیایی طبق آیین‌نامه Tappi و دستورالعمل‌های مربوطه به شرح زیر انجام گرفته‌اند:

تهیه پودر: دستورالعمل شماره ۸۵ om ۲۶۷ T

قرار دادند. آنها دریافتند که فرایند NSSC در مقایسه با فرایند های قلیایی، خمیر کاغذهایی با مقاومت‌های نسبتاً پایین‌تر، ولی با بازده و روشنی بالاتر تولید می‌کند. البته فرایند NSSC نسبت به فرایند های سودا و کرافت به زمان پخت طولانی‌تر و مواد شیمیایی بیشتری نیاز دارد. Wiederman (۱۹۸۷)، فرایند سولفیت خنثی را برای تهیه خمیر کاغذ از نی مورد بررسی قرار داده و شرایط پخت، دما در دو سطح (۱۷۰-۱۵۵ درجه سانتی‌گراد)، زمان در دو سطح (۷۵-۱۲۰ دقیقه) و درصد مواد شیمیایی ثابت (سولفیت سدیم ۱۵ درصد و بی‌کربنات سدیم ۵ درصد) را ارزیابی کرده است. که با اعمال این شرایط پخت بازده نهایی ۶۳-۵۸ درصد بدست آمد. رنگبری خمیر کاغذ NSSC به روشنی قابل ملاحظه‌ای رسید. خواص مقاومتی خمیر کاغذ شامل طول پاره شدن (۴۸۰۰m تا ۴۲۰۰)، شاخص مقاومت در برابر ترکیدن $2/3 - 1/4 \text{ kg/cm}^2$ ، شاخص مقاومت در برابر پاره شدن $71 - 62 \text{ mN}^2/\text{gr}$ ، تعداد تا خوردن مضاعف (۱۴-۶) و روشنی (۵۳-۴۴٪) گزارش شد. Gorbacheva (۱۹۷۹) اثر متغیرهای پخت خمیر کاغذ را بر روی خواص مقوای کنگره‌ای مورد بررسی قرار داد و مقوای ساخته شده از خمیر کاغذهای نیمه شیمیایی سولفیت خنثی (NSSC) پهن‌برگان همراه با درصدهای مختلف خمیر کاغذهای کرافت چوب نوئل و لاریکس را مقایسه کرده است. وی اعلام کرد که افزودن ۱۰ درصد خمیر کاغذ کرافت نوئل به خمیر کاغذ NSSC پهن‌برگان کشیده شدن^۱، مقاومت در برابر ترکیدن، طول پاره شدن و مقاومت ورقه تر در زمان تولید را بهبود می‌بخشد. افزودن ۱۰ تا ۲۰ درصد خمیر کاغذ سوزنی برگان شقی مقوای کنگره‌ای را افزایش

درصد رطوبت: T ۲۶۴- om ۸۸

مقدار خاکستر: دستورالعمل شماره T ۲۱۱ - om ۹۳
 مواد استخراجی محلول در حلال آلی: دستورالعمل شماره T ۲۰۷ - om ۹۷ (این دستورالعمل برای استخراج مواد توسط الکل - بنزن تدوین شده ولی با توجه به توصیه عدم استفاده از بنزن، حلال مورد استفاده الکل - استون انتخاب شد).

تهیه پودر عاری از مواد استخراجی: دستورالعمل شماره T ۲۶۴ - om ۹۷

سلولز: دستورالعمل شماره T ۲۶۴ - om ۸۸

لیگنین: دستورالعمل شماره T ۲۲۲ - om ۹۷

مراحل تهیه خمیر کاغذ

در این تحقیق از نسبت سولفیت سدیم به کربنات سدیم ۳ به ۱ (۳ قسمت سولفیت سدیم و یک قسمت کربنات سدیم) استفاده شده و مواد شیمیایی براساس معادل هیدروکسید سدیم (NaOH) محاسبه گردید. مقدار ساقه کلزای بدون مغز استفاده شده برای هر پخت برابر با ۱۰۰ گرم بر مبنای وزن خشک بوده و نسبت وزنی مایع پخت به وزن کلزا ۸ به ۱ انتخاب شد. برای پخت ساقه کلزا از دیگ پخت آزمایشگاه خمیر کاغذ دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران که مجهز به ترموستات جهت تنظیم دما می باشد استفاده شده است. سیستم گرم کننده این دستگاه روغن گلیسرین است. این دیگ پخت دارای حرکات دورانی^۱ و دارای محفظه هایی با ظرفیت ۳/۷ لیتر می باشد. در پخت ها از دو متغیر زمان پخت و درصد مواد شیمیایی استفاده شد: زمان پخت در سه سطح ۶۰ و ۴۰ و ۲۰ دقیقه و مواد شیمیایی در پنج سطح ۱۶، ۱۴، ۱۲، ۱۰ و

۸ درصد انتخاب شدند. دما در کلیه پخت ها ثابت و معادل ۱۷۵ درجه سانتیگراد بود. بدین ترتیب ۱۵ ترکیب شرایط به دست آمده و برای هر ترکیب شرایط سه پخت انجام شد. به طوری که برای هر پخت ابتدا معادل ۱۰۰ گرم ساقه بدون مغز کلزا (بر مبنای وزن خشک) در داخل محفظه دیگ پخت ریخته شده و حجم لازم مایع پخت متناسب با وزن ساقه کلزا نسبت به مایع پخت به ماده لیگنوسولوزی اضافه شد. ساقه کلزا در داخل محفظه پخت به مدت ۳۰ دقیقه تحت آغستگی کامل با مایع پخت قرار گرفت، پس از آن، درب محفظه محکم بسته شد و پس از اینکه دمای گلیسرین دیگ پخت به دمای مورد نظر (۱۷۵°C) رسید، محفظه ها در داخل دیگ پخت قرار گرفته و عملیات پخت آغاز گردید. به دلیل حرکت دورانی محفظه های پخت، مایع پخت و ساقه کلزای موجود در آن بطور کامل با هم مخلوط شدند. بنابراین پس از انجام هر پخت، درب محفظه ها را باز کرده و پس از سرد کردن آن، محتویات آن را بر روی الک با اندازه منفذ ۲۰۰ مش تخلیه کرده ایم تا مایع پخت از ساقه کلزای پخته شده جدا شود و بعد با استفاده از آب تحت فشار خمیر کاغذهای تولید شده کاملاً شستشو شده و به منظور اطمینان از خروج کامل مواد شیمیایی پخت از درون ساقه کلزا، خمیر کاغذها بعد از شستشوی به مدت چند دقیقه در آب غوطه ور شد و بعد شستشوی دوباره با فشردن خمیر کاغذها و شستشوی مجدد آنها انجام شد. اندازه گیری بازده بعد از پخت و اندازه گیری بازده بعد از جداسازی الیاف به طور جداگانه انجام شد. بعد از پایان هر پخت و شستشوی خمیر کاغذ و پس از هوا خشک کردن آنها، بازده بعد از پخت اندازه گیری شده است. به منظور جدا کردن دسته های الیاف چوب و تبدیل ساقه

تحقیق در مورد ویژگیهای آناتومیکی و خصوصیات شیمیایی ساقه کلزا، محاسبه میانگین و انحراف معیار اکتفا شد. برای مقایسه بازده خمیر کاغذ حاصل از ۱۵ ترکیب شرایط مختلف از تجزیه واریانس چند طرفه و برای مقایسه میانگینها از جدول دانکن استفاده شد.

کلزای پخته شده به الیاف، از یک پالایشگر صفحه‌ای آزمایشگاهی استفاده گردید. پس از جداسازی الیاف و شستشوی نهایی خمیر کاغذ، اندازه‌گیری عدد کاپا طبق دستورالعمل شماره ۹۹ - ۲۳۶ om آیین‌نامه TAPPI انجام گرفت.

طرح آماری

از طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد و به منظور پردازش نتایج حاصل از کلیه اندازه‌گیری‌ها از نرم افزار SPSS^۱ استفاده شد. در این

نتایج

۱- ترکیبات شیمیایی

مقادیر ترکیبات شیمیایی ساقه کلزا در جدول ۱ خلاصه شده است.

جدول ۱- میزان ترکیبات شیمیایی ساقه کلزا

ترکیبات شیمیایی کلزا	میانگین (%)	انحراف معیار	ضریب تغییرات (%)
میزان سلولز	۴۳	۲	۴/۶۵
میزان لیگنین	۱۷	۱	۵/۸۸
میزان مواد استخراجی محلول در حلال آلی	۲/۲	۰/۱	۴/۵۴
میزان خاکستر	۶	۰	۰

۲- ابعاد الیاف ساقه کلزا

یکی از فاکتورهای مهم و موثر در خصوصیات فراورده‌های کاغذی حاصل از مواد لیگنوسلولزی تغییراتی

است که در ابعاد الیاف تشکیل دهنده آنها وجود دارد. نتایج حاصل از اندازه‌گیری ابعاد الیاف در جدول ۲ خلاصه شده است.

جدول ۲- ابعاد الیاف و ضریب‌های بیومتریکی ساقه کلزا

عنوان	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات (%)
طول الیاف (میلی‌متر)	۱/۱۹	۰/۲	۲۳/۳
قطر الیاف (میلی‌متر)	۰/۰۳۲	۰/۰۰۶	۱۸/۹
ضخامت الیاف (میلی‌متر)	۰/۰۰۴	۰/۰۰۲	۳۶/۱۶
قطر حفره الیاف (میلی‌متر)	۰/۰۲۲	۰/۰۰۷	۳۲/۴
ضریب درهم رفتگی (لاغری)	۳۷/۱۴		
ضریب رانکل (مقاومت به پارگی فیبر)	۴۳/۵۳		
ضریب انعطاف‌پذیری (نرمش)	۶۹/۶۷		

۳- ویژگی‌های خمیر کاغذ

بعد از جداسازی الیاف (بازده کل و قابل قبول) در جدول

شرایط مختلف پخت، میزان بازده بعد از پخت و بازده ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳- نتایج پخت‌های تولید خمیر کاغذ NSSC از ساقه کلزا (دمای پخت ۱۷۵ درجه سانتیگراد)

تیمار	شرایط پخت			بازده ۱ بعد از		بازده ۲ (%)	
	مواد شیمیایی (%)	زمان پخت (دقیقه)	پخت (%)	وازده (%)	بازده کل بعد از جداسازی الیاف (%)	قابل قبول (%)	
۱	۸	۲۰	۸۷	۵	۷۲	۶۷	a
۲	۱۰	۲۰	۸۶	۴/۵	۷۱/۵	۶۷	a
۳	۱۲	۲۰	۸۳/۶	۳	۶۹	۶۶	ab
۴	۱۴	۲۰	۸۳	۲/۵	۶۸/۵	۶۶	ab
۵	۱۶	۲۰	۸۱	۲	۶۷	۶۵	bc
۶	۸	۴۰	۷۴	۱/۵	۶۵/۵	۶۴	c
۷	۱۰	۴۰	۷۰	۱/۵	۶۳/۵	۶۲	d
۸	۱۲	۴۰	۶۶	۱/۵	۶۳/۵	۶۲	d
۹	۱۴	۴۰	۶۵	۱	۶۲	۶۱	de
۱۰	۱۶	۴۰	۶۴	۰/۹	۶۱/۹	۶۱	de
۱۱	۸	۶۰	۶۳	۰/۹	۵۹/۹	۵۹	e
۱۲	۱۰	۶۰	۶۲	۰/۸	۵۸/۸	۵۸	ب
۱۳	۱۲	۶۰	۶۰/۵	۰/۷	۵۸/۷	۵۸	f
۱۴	۱۴	۶۰	۶۰	۰/۷	۵۶/۷	۵۶	g
۱۵	۱۶	۶۰	۵۸/۵	۰/۵	۵۴/۵	۵۴	h

۱- بازده قبل از جداسازی الیاف (بازده بعد از پخت)

می‌دهد که ترکیب شرایط متفاوت در این سطح اعتماد

۲- بازده بعد از جداسازی الیاف

تفاوت معنی‌داری دارد (جدول ۴). گروه‌بندی میانگین‌ها

تجزیه و تحلیل آماری نتایج مربوط به بازده قبل از

در جدول ۴ آمده است.

جداسازی الیاف در سطح اعتماد کمتر از ۰/۰۵ نشان

جدول ۴- تجزیه واریانس بازده قبل از جداسازی الیاف (بازده بعد از پخت)

سطح معنی‌داری	(F آماره)	میانگین مربعات (M.S)	درجه آزادی (df)	مجموع مربعات (S.S)	
۰/۰۰۰	۲۰۷/۸	۲۹۷/۸	۱۴	۴۱۶۹/۸	بین گروه‌ها
		۱/۴	۳۰	۴۳/۰	داخل گروه‌ها
			۴۴	۴۲۱۲/۸	کل

که در این مورد نیز، تجزیه و تحلیل آماری نتایج مربوط به بازده کل بعد از جداسازی الیاف در سطح اعتماد ۹۵٪ با هم تفاوت معنی داری دارند. و تأثیر عوامل مورد بررسی بر بازده کل بعد از جداسازی الیاف بیشتر پخت‌ها معنی دار است. گروه‌بندی میانگین‌ها در جدول ۵ آمده است.

با توجه به گروه‌بندی میانگین‌های بازده بعد از پخت (جدول ۳) می‌توان با اطمینان ۹۵٪ عنوان کرد که اختلاف بین میانگین‌های بیشتر پخت‌ها بر بازده قبل از جداسازی الیاف معنی دار است. در جدول ۵ تجزیه واریانس بازده کل بعد از جداسازی الیاف خمیر کاغذ از ساقه کلزا نشان داده شد.

جدول ۵- تجزیه واریانس بازده کل بعد از جداسازی الیاف

سطح معنی داری	F (آماره)	میانگین مربعات (M.S)	درجه آزادی (df)	مجموع مربعات (S.S)	
۰/۰۰۰	۷۷/۴	۸۱/۴	۱۴	۱۱۴۰/۸	بین گروه‌ها
		۱/۰	۳۰	۳۱/۵	داخل گروه‌ها
			۴۴	۱۱۷۲/۴	کل

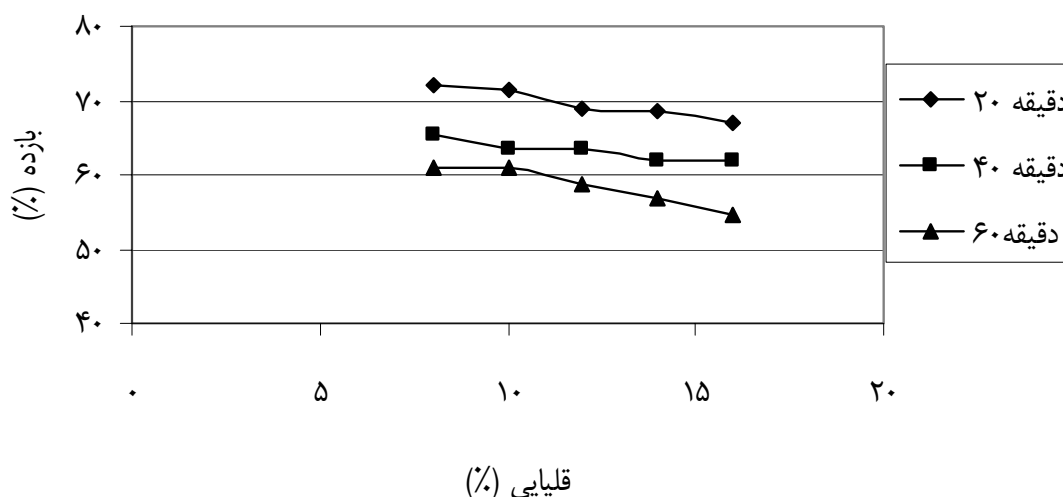
در جدول ۶ تجزیه واریانس مربوط به تأثیر پنج سطح ماده شیمیایی و سه زمان پخت بر بازده کل بعد از جداسازی الیاف نشان داده شده است.

جدول ۶- تجزیه واریانس تأثیر پنج سطح ماده شیمیایی و سه زمان پخت بر بازده کل بعد از جداسازی الیاف

سطح معنی داری	F (آماره)	میانگین مربعات M.S	درجه آزادی df	مجموع مربعات S.S	منبع
۰/۰۰۰	۳۴/۷	۴۱/۷	۴	۱۶۶/۸	ماده شیمیایی
۰/۰۰۰	۳۹۹/۴	۴۷۹/۹	۲	۹۵۹/۸	زمان
		۱/۲	۳۸	۴۵/۶	خطا
			۴۵	۱۸۳۶۰۲/۹	مجموع

۱۰٪ مواد شیمیایی وجود ندارد. به طوری که تأثیر زمان پخت بر بازده کل بعد از جداسازی الیاف نیز نشان می‌دهد که میانگین بازده کل خمیر کاغذ تهیه شده با سه زمان پخت ۲۰، ۴۰ و ۶۰ دقیقه در سه گروه جداگانه قرار گرفته و کمترین بازده (۵۸/۳٪) مربوط به زمان پخت ۶۰ دقیقه و بیشترین بازده (۶۹/۶٪) مربوط به زمان پخت ۲۰ دقیقه است. تأثیر دو عامل میزان مصرف مواد شیمیایی و زمان پخت در شکل ۱ نشان داده شده است.

تأثیر پنج سطح قلیایی و همچنین سه زمان پخت بر بازده کل بعد از جداسازی الیاف در سطح ۵٪ معنی دار است. گروه‌بندی میانگین‌های خمیر کاغذهای تهیه شده با ۵ سطح مواد شیمیایی نشان می‌دهد که هر چه میزان تزریق مواد شیمیایی زیادتر می‌شود، بازده کل بعد از جداسازی الیاف کاهش می‌یابد. به طوری که کمترین بازده (۶۰/۸٪) مربوط به مصرف شیمیایی ۱۶٪ بوده و بیشترین بازده (۶۶/۱٪) مربوط به مصرف ۸٪ مواد شیمیایی است، ولی اختلاف معنی داری بین بازده بعد از جداسازی الیاف خمیر کاغذ تهیه شده با ۸ و



شکل ۱- تأثیر سه سطح زمان و پنج سطح قلیایی بر بازده کل پس از جداسازی الیاف

جدول ۷ نتایج تجزیه واریانس تأثیر عوامل پخت (پنج سطح ماده شیمیایی و سه زمان پخت) بر بازده قبل از جداسازی الیاف را نشان می‌دهد.

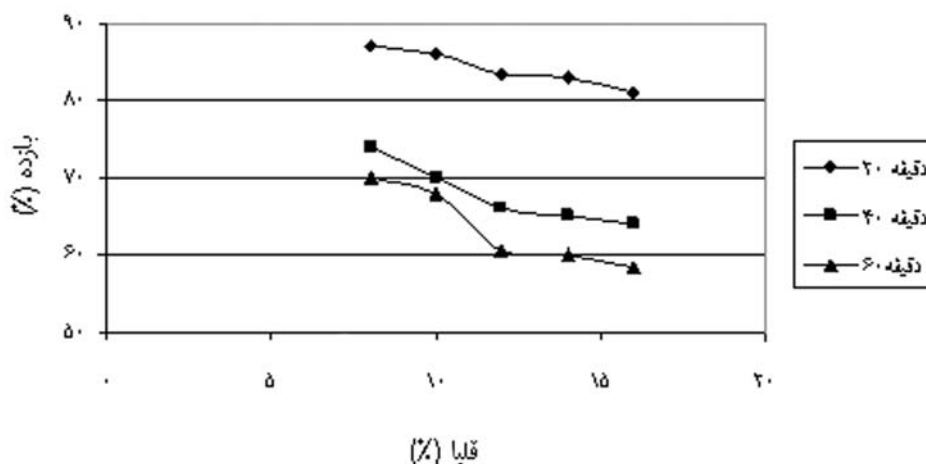
همانطور که در نمودار ۱ مشخص است در زمان‌های پخت یکسان، با افزایش مواد شیمیایی بازده کل پس از جداسازی الیاف کاهش می‌یابد و همچنین در میزان قلیایی یکسان با افزایش زمان، بازده کاهش می‌یابد.

جدول ۷- تجزیه واریانس مربوط به پنج سطح ماده شیمیایی و سه زمان پخت بر بازده قبل از جداسازی الیاف

منبع	مجموع مربعات (S.S)	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات (M.S)	F (آماره)	سطح معنی‌داری
ماده شیمیایی	۵۴۲/۸	۴	۱۳۵/۷	۵۰/۴	۰/۰۰۰
زمان	۳۵۶۷/۷	۲	۱۷۸۳/۸	۶۶۲/۶	۰/۰۰۰
خطا	۱۰۲/۳	۳۸	۲/۶		
مجموع	۲۳۵۹۸۳/۲	۴۵			

تا ۱۴٪ مواد شیمیایی در یک گروه قرار گرفته و بیشترین بازده (۸۷٪) مربوط به مصرف ۸٪ مواد شیمیایی می‌باشد که در یک گروه قرار می‌گیرد. گروه‌بندی میانگین‌های خمیرکاغذهای تهیه شده در ۳ زمان پخت نیز در سه گروه جداگانه قرار گرفته و بین بازده حداقل ۶۳/۴٪ (زمان پخت ۶۰ دقیقه) تا ۸۴/۱٪ (زمان پخت ۲۰ دقیقه) متغیر است.

اطلاعات جدول ۷ نشان می‌دهد که اثر پنج سطح قلیایی و سه زمان پخت بر بازده قبل از جداسازی الیاف (بازده بعد از پخت) در سطح ۵٪ معنی‌دار است. گروه‌بندی میانگین‌ها به روش دانکن نشان می‌دهد که در ۵ سطح مصرف ماده‌ی شیمیایی در ۴ گروه جداگانه قرار می‌گیرند. بازده بعد از پخت خمیرکاغذهای تهیه شده با مصرف ۱۶



شکل ۲- تأثیر سه زمان پخت و پنج سطح قلیا بر بازده قبل از جداسازی الیاف

در جدول ۸ تجزیه واریانس مربوط به تأثیر ۵ سطح ماده‌ی شیمیایی و ۳ زمان پخت بر بازده قابل قبول نشان داده شده است.

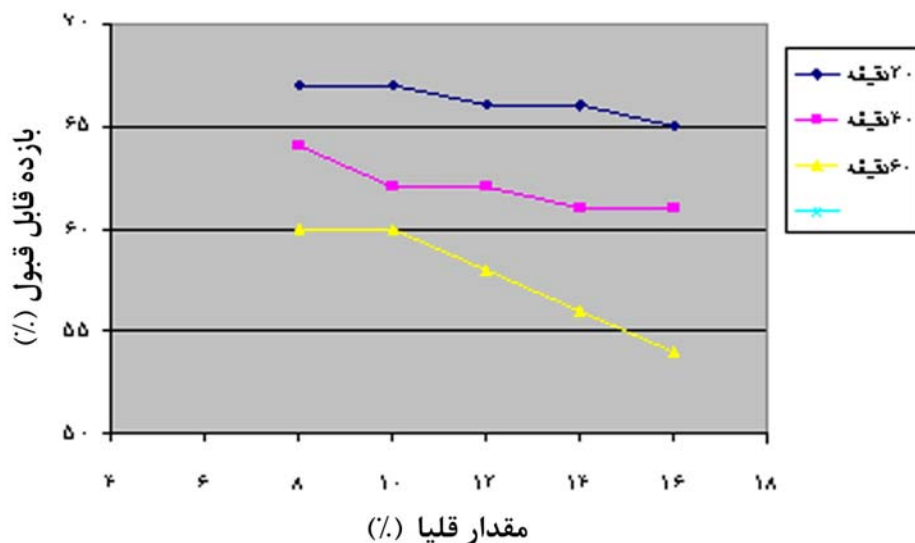
شکل ۲ نشان می‌دهد که در زمانهای یکسان با افزایش مواد شیمیایی بازده قبل از جداسازی الیاف کاهش می‌یابد و همچنین در میزان قلیای یکسان با افزایش زمان، با کاهش بازده روبرو خواهیم شد.

جدول ۸- تجزیه واریانس مربوط به پنج سطح ماده شیمیایی و سه زمان پخت بر بازده قابل قبول

سطح معنی‌داری	F (آماره)	میانگین مربعات (M.S)	درجه آزادی (df)	مجموع مربعات (S.S)	منبع
۰/۰۰۰	۱۴۳/۱۲۹	۱۵۶/۷	۴	۶۲۵/۸۰۰	ماده شیمیایی
۰/۰۰۰	۱۱۱/۱۴	۱۲/۲	۲	۲۴/۴۰	زمان
		۱/۰۹	۳۸	۴۱/۵	خطا
			۴۵	۱۷۳۳۰۱	مجموع

شیمیایی نشان می‌دهد که هر چه تزریق مواد شیمیایی زیادتر می‌شود بازده قابل قبول کاهش می‌یابد.

تأثیر ۵ سطح قلیایی و ۳ زمان پخت بر بازده قابل قبول در سطح ۵ درصد معنی‌دار است. به نحوی که گروه‌بندی میانگین‌های خمیر کاغذهای تهیه شده با ۵ سطح مواد



شکل ۳- تأثیر پنج سطح قلیا و سه سطح زمان بر روی بازده قابل قبول

در ساخت کاغذ به پراکنش اندازه در طول فیبر نیاز می‌باشد. بدین منظور در ترکیب خمیر کاغذسازی از الیاف با طول متفاوت از سوزنی‌برگان و پهن‌برگان استفاده می‌شود. افزایش قطر حفره الیاف که می‌تواند نسبت قطر حفره به قطر الیاف را افزایش دهد، موجب انعطاف‌پذیری بالاتر الیاف و در نتیجه افزایش مقاومت کاغذ در مقابل کشش می‌شود، که نسبت قطر حفره به قطر الیاف $(\frac{C}{d})$ را ضریب انعطاف‌پذیری می‌نامند. با توجه به اینکه افزایش ضخامت دیواره، قابلیت انعطاف‌پذیری الیاف را کاهش می‌دهد، بنابراین الیاف با دیواره ضخیم‌تر در زمان کاغذ سازی در مقابل به در هم ریختگی و متلاشی شدن مقاومت بیشتری نشان می‌دهند، در نتیجه کاغذ تولیدی، حجیم، با سطح ناهموار و جاذب آب است و کاغذ تولید شده به دلیل درهم رفتگی کمتر الیاف، مقاومت کششی کمتری دارد. از طرف دیگر افزایش ضخامت دیواره الیاف، مقاومت در برابر پاره شدن را افزایش می‌دهد. این ویژگی‌ها را با ضریب رانکل به صورت نسبت ضخامت دیواره

شکل ۳ نشان می‌دهد که در زمانهای یکسان با افزایش مواد شیمیایی بازده قابل قبول کاهش می‌یابد و همچنین در میزان قلیای یکسان با افزایش زمان، با کاهش بازده روبرو خواهیم شد.

بحث

ابعاد الیاف شامل طول، قطر، قطر حفره و ضخامت دیواره تأثیر زیادی بر ویژگی‌های مقاومتی و فیزیکی کاغذ دارند. در این زمینه طول فیبر، نقش بسیار بارزی در افزایش شاخص‌های مقاومتی کاغذ دارد. به طوری که با افزایش طول فیبر تا حد معینی، انعطاف‌پذیری الیاف بیشتر شده و قابلیت در هم رفتن الیاف بالا می‌رود که این امر باعث افزایش مقاومت کاغذ می‌گردد. این ویژگی که به عنوان نام ضریب لاغری یا درهم رفتگی الیاف تعریف می‌شود، عبارت از نسبت طول فیبر به قطر آن $(\frac{L}{d})$ می‌باشد. بنابراین می‌توان چنین عنوان کرد که افزایش قطر فیبر، ضریب درهم رفتگی را کاهش می‌دهد. البته در عمل

سفیدگران (۱۳۸۳) در بررسی ساقه کلزا در استان مازندران ترکیبات شیمیایی آنرا به ترتیب سلولز، لیگنین، مواد استخراجی و خاکستر به مقدار ۴۱/۱، ۱۷/۶، ۸/۱۲ و ۶/۲۱ تعیین کرده است. حسینی (۱۳۸۳)، میزان سلولز، لیگنین، مواد استخراجی محلول در حلال آلی و خاکستر کاه گندم را به ترتیب ۴۲/۵، ۱۹، ۴/۳۷ و ۶/۹۶ گزارش کرده است. ثمریها (۱۳۸۴)، در تحقیق بر روی باگاس، میزان سلولز، مواد استخراجی محلول حلال آلی و خاکستر را به ترتیب برای ساقه آفتابگردان بدون مغز ۴/۳۷، ۲۱/۲۰، ۳/۶۱ و ۷/۵ و برای ساقه آفتابگردان با مغز ۳۷/۹۳، ۲۲/۲۴، ۴/۹۲ و ۱۲/۹۴ گزارش داد.

نتایج اندازه گیری های انجام شده بر روی ساقه کلزا در کرج نیز تقریباً ارقام مشابهی را نشان می دهد. در این بررسی، بازده کل (بازده بعد از پخت) خمیر کاغذها اندازه گیری شده و بازده بعد از پخت خمیر کاغذسازی یکی از مهمترین خصوصیات است که نقش مهمی را در انتخاب نوع فرایند مناسب خمیر کاغذ سازی ایفا می کند. بعلاوه با توجه به اینکه در بررسی های آزمایشگاهی بخشی از نرمه ها در طی شستشو خارج می شوند، بنابراین بازده بعد از پخت نشان دهنده ی واقعی تر بازده خمیر کاغذ در تولید صنعتی است. میزان بازده بعد از پخت خمیر کاغذهای حاصل از ساقه کلزا در محدوده ۵۸/۵ تا ۸۷ قرار داشت بیشترین بازده مربوط به ترکیب شرایط ۸٪، ۲۰'، ۱۷۵°C بود و کمترین آن نیز در ترکیب شرایط ۱۶٪، ۶۰'، ۱۷۵°C بدست آمده است.

بنابراین از جدول تجزیه واریانس نیز مشخص شده است که تأثیر زمان و مواد شیمیایی بر روی بازده بعد از پخت معنی دار است. بطوریکه با افزایش زمان پخت و درصد مواد شیمیایی بازده کاهش می یابد که دلیل این امر

به قطر حفره $(\frac{2P}{c})$ نشان می دهند. نتایج اندازه گیری ابعاد الیاف ساقه کلزا، طول فیبر، قطر فیبر، قطر حفره سلولی، ضخامت دیواره سلول، ضریب درهم رفتگی، ضریب انعطاف پذیری و ضریب رانکل به ترتیب برابر ۱/۱۹ میلی متر، ۳۲ میکرون، ۴/۸ میکرون، ۳۷/۱۴، ۶۹/۶۷، ۴۳/۵۳ به دست آمده است. طول فیبر ساقه کلزای مورد بررسی در مقایسه با طول الیاف باگاس به مقدار ۱/۵۹ میلی متر (ثمریها، ۱۳۸۴) مقدار کمتری را نشان می دهد. اما در مقایسه با طول فیبر کاه گندم (حسینی، ۱۳۸۳) که برابر با ۱/۱۳ بود و ساقه آفتابگردان (رودی، ۱۳۸۰) که ۰/۹۵ میلی متر بود بیشتر است. عامل مهم دیگر در تولید خمیر کاغذ و کاغذ ترکیب شیمیایی ماده اولیه است. بنابراین شناخت ترکیبات شیمیایی ساقه کلزا جهت پیش بینی خصوصیات کاغذ تولیدی از اهمیت بالایی برخوردار است. نتایج حاصل از تجزیه شیمیایی کلزا میزان سلولز، لیگنین، مواد استخراجی محلول در حلال آلی و خاکستر را به ترتیب ۴۳، ۱۷، ۲/۲ و ۶ درصد نشان داد.

مهمترین جزء دیواره الیاف از نظر کاغذ سازی سلولز است. با افزایش درصد سلولز، خصوصیات مقاومتی کاغذ افزایش می یابد. از دیگر ترکیبات اصلی سازنده دیواره الیاف، لیگنین است. این ماده نقش اتصال الیاف به یکدیگر را برعهده دارد. مهمترین هدف فرایند خمیر کاغذسازی، خارج کردن این ماده است. زیرا با انحلال و خروج لیگنین، الیاف سلولزی به میزان بیشتری می توانند پیوندهای بین مولکولی برقرار کنند و در نتیجه مقاومت کاغذ بدست آمده افزایش می یابد. همچنین کمتر بودن میزان لیگنین ماده اولیه به افزایش بازده خمیر کاغذ تولیدی کمک می کند و رنگبری خمیر کاغذ نیز آسانتر خواهد بود.

از کاه گندم به روش NSCC میزان بازده بعد از جداسازی الیاف را در محدوده ۳۸/۵۴ تا ۵۳/۲۶ گزارش کرده است. به گونه‌ای که بیشترین بازده بعد از الک در میزان سولفیت سدیم ۱۸ درصد و کمترین آن بر میزان سولفیت سدیم ۱۲ درصد اعلام کرده است. سفیدگران (۱۳۸۳) در بررسی قابلیت تولید خمیرکاغذ سودا از ساقه کلزا برای ساخت کاغذ فلوتینگ، نیز دامنه بازده را در محدوده ۵۲/۹۳ تا ۶۸/۱۲ گزارش داده است. رودی (۱۳۸۰) نیز در بررسی تولید خمیرکاغذ NSCC از ساقه آفتابگردان، دامنه بازده را ۴۳/۸ تا ۵۶/۰۲ گزارش داده است. بیشترین میزان آن به ترکیب شرایط ۱۰٪، ۱۲۰'، ۱۷۰°C و کمترین میزان آن به ترکیب شرایط ۲۰٪، ۱۸۰'، ۱۷۰°C مربوط است. ثمریها (۱۳۸۴) در بررسی ویژگیهای خمیرکاغذ NSCC از باگاس، بازده را در محدوده ۷۲/۷۶ تا ۸۴/۴۱ گزارش داد. که زیادتیر از این بررسی است. بیشترین میزان بازده مربوط به ترکیب شرایط ۱۰٪، ۳۰'، ۱۷۰°C و کمترین میزان بازده مربوط به ترکیب شرایط ۲۰٪، ۴۰'، ۱۷۰°C گزارش شده است. نتایج تحقیق نشان داد که ساقه کلزا به عنوان یک منبع غیر چوبی از نظر ترکیبات شیمیایی و ساختمان آناتومیکی وضعیت مناسبی دارد. خمیرکاغذهای حاصل از ساقه کلزا به روش سولفیت سدیم خنثی بازده قابل قبولی دارد، اما به دلیل عدد کاپای بالای آن رنگبری این خمیرکاغذ پیشنهاد نمی‌شود. با در نظر گرفتن تجزیه و تحلیل‌های انجام شده، کاغذهای تهیه شده از خمیرکاغذ نیمه‌شیمیایی سولفیت سدیم از ساقه کلزا، ترکیب شرایط ۸٪، ۲۰'، ۱۷۵°C با توجه به بازده مطلوب آن به عنوان پخت برتر معرفی شد.

را می‌توان انحلال بیشتر لیگنین و تا حدودی کربوهیدراتها دانست. با توجه به اینکه معمولاً در عملیات آزمایشگاهی مواجهه با هدررفت بخشی از خمیرکاغذ بصورت ذرات ریز (نرمه) بعد از جداسازی الیاف می‌باشیم بنابراین بازده بعد از پخت بعنوان یک ویژگی اندازه‌گیری شده است.

حسینی (۱۳۸۳) در بررسی تعیین شرایط بهینه پخت خمیرکاغذ از کاه گندم به روش NSCC برای ساخت کاغذ کنگره‌ای، بیشترین میزان بازده بعد از پخت را مربوط به ترکیب شرایط ۱۲٪، ۲۰'، ۱۶۵°C به میزان بازده ۵۷/۰۴ گزارش داد و کمترین میزان را به تیمار شرایط ۱۴٪، ۴۰'، ۱۶۵°C به میزان ۵۰/۶۹ درصد اعلام کرده است که کمتر از مقادیر بدست آمده مورد بررسی می‌باشد. بدین ترتیب بعد از جداسازی الیاف ساقه کلزای پخته شده، میزان خمیرکاغذ قابل قبول، وازده و بازده کل اندازه‌گیری شده است که تأثیر زمان پخت و مقدار مواد شیمیایی بر بازده بعد از جداسازی الیاف معنی‌دار بوده است. به طور کلی براساس نتایج بدست آمده بیشترین میزان بازده بعد از جداسازی الیاف مربوط به ترکیب شرایط ۸٪، ۲۰'، ۱۷۵°C به مقدار ۷۲ درصد بود. کمترین میزان بازده مربوط به ترکیب شرایط ۱۶٪، ۶۰'، ۱۷۵°C به میزان ۵۴/۵ اندازه‌گیری شده است. با توجه به اینکه در اثر افزایش دمای پخت، شدت واکنش شیمیایی افزایش یافته و موجب نرم شدن الیاف می‌شود. بنابراین جداسازی بهتری بر روی الیاف انجام شده و دسته‌های الیاف بهتر از یکدیگر جدا شده و میزان وازده کاهش می‌یابد. تأثیر افزایش مقدار سولفیت سدیم نیز مشابه دماست. حسینی (۱۳۸۳) در بررسی تعیین شرایط بهینه پخت خمیرکاغذ

منابع مورد استفاده

- برای ساخت کاغذ فلوتینگ و مقایسه‌ی آن با کاه برنج، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.
- یوسفی، ح. ۱۳۸۴. بررسی پتانسیل ساقه‌ی کلزا برای استفاده در صنایع چوب و کاغذ، دانشکده‌ی منابع طبیعی دانشگاه تهران.
- Ali, S.I.K., Asghar, S.V.L., Shabbir, A.U. (1991). Neutral Sulphite Pulping of Wheat straw. Nonwood Plant fiber Pulping, No.20.
- Captein, A.A., Kjiapp, S.B., Watt, R.A., and Wcthrn J.D.. Sugarcane bagasse as a fibrous papermaking material, V, Neutral Sulphite of Hawaiian bagasse, TAPPI, J, 40(8), 620, 1957.
- Gorbacheva G.N. "Effect of Pulp Variety on the Properties of Corrugating Medium" Abster Bullinst Pap Chem Vol 50 No. 3 (sept. 19789)
- Tappi, standards and suggested methods. (2000). Technical association of the PCLP and paper Industry, B60 Lexington Ave. New York, USA.
- Wiedermann, A., Reeds, in Pulp and Paper manufacture, Vol.3, Secondary Fibers and Non-wood Pulping, Chap. TAPPI Press, Atlanta, 99, 1987.

- احمدی، م، (۱۳۸۱)، اصلاح کلزا دفتر تولید برنامه‌های وزارت جهاد کشاورزی
- ثمریها، احمد (۱۳۸۴) بررسی ویژگیهای خمیر کاغذ نیمه شیمیایی سولفیت خنثی از باگاس، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران
- حسینی، احسان (۱۳۸۳)، بررسی امکان تهیه خمیر کاغذ از کاه گندم به روش سولفیت خنثی (NSSC جهت تهیه کاغذ کنگره‌ای پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس
- رودی، حمید رضا (۱۳۸۰)، بررسی امکان تولید خمیر کاغذ کنگره‌ای از ساقه آفتابگردان با فرایند نیمه شیمیایی سولفیت خنثی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس
- سفیدگران، ر. ۱۳۸۳. بررسی تولید خمیر کاغذ سودا از ساقه‌ی کلزا

Investigation on Neutral Sulfite Semi-Chemical Pulping of Reapseed (Canola) Residues

Ahmadi, M.*¹, Faezipour, M.², Jahan Latibari, A.³ and Hedjazi, A.⁴

1*- Corresponding author, M.Sc , Wood and Paper Science, College of Natural Resources, University of Tehran,
Email: M-ahmadi@yahoo.com

2- prof., wood and paper science and technology, College of Natural Resources, University of Tehran

3- Associate Prof. Wood and paper science and technology Dept. Islamic Azad University, Karaj Branch

4- Assistant Prof, Wood and paper science and technology, College of Natural Resources, University of Tehran

Received: Jan. 2008

Accepted: May, 2008

Abstract

Neutral sulfite semi chemical pulping of Canola residues has been investigated. Canola residues collected from research farm at Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, in Karaj. Chemical composition of Canola residues including cellulose, lignin, extractives soluble in ethanol-acetone and ash were determined using relevant TAPPI standard test methods. Fiber dimensions of Canola residues were also measured. Then neutral sulfite semi chemical pulps were produced from Canola residues applying following conditions: Cooking time at 3 levels(20,40,60min),chemical charge at 5 levels(8,10,12,14,16 %), Cooking temperature was kept constant for all cooks at 175°c , Na₂SO₃ to Na₂CO₃ ratio was 3:1,and liquor to Canola residues at 8:1. Each pulping was repeated three times. At the end of each cooking, initial defibration was carried out using a laboratory disc refiner. Total yield before defibration and yield after defibration and screened yield were determined. The highest yield (72%) was obtained at treatment combination of 175° , 20' , %8 and the lowest yield (58.7%) was in treatment of 175° , 60' , %16 .Both factors, time and chemical charge, had significant effect on yield and increasing these two factors caused lower yield.

Key words: Canola residues, Neutral Sulfite Semi Chemical, total yield, screened yield, pulp.