بررسی ویژگی‌های خمیر کاغذ مکانیکی پروکسید قلیایی (APMP) از ساقه کلزا

محمد آزادفلاح*[۱]، محمد ملائی[۲] و احمد جهان‌لتیباری[۳]

[۱] استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

[۲] دانشجوی دکتری دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات تهران، ایران

[۳] دانشیاردانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، ایران

(تاریخ دریافت: ۸۶/۱۱/۲۸، تاریخ تصویب: ۸۹/۲/۱۵)

چکیده

گسترش سطح زیر کشت گیاه روغنی کلزا در کشور و تولید حجم بسیار زیادی از پسماندهای ساقه، کاربرد مناسب این پسماندها را ضروری کرده است. بدین منظور بررسی ویژگی‌های خمیر مکانیکی پروکسید قلیایی (APMP) از این ماده انجام گرفته است. فرآوری شیمیایی خرده‌های ساقه کلزا با اعمال سه میزان هیدروکسید سدیم (۲، ۳ و۴٪) چهار میزان پروکسید هیدروژن (۳، ۴، ۵ و ۶٪) در زمان ثابت ۳۵ دقیقه و دمای ۷۵ درجه سلسیوس، ۰/۵٪ DTPA و ۳٪ سیلیکات سدیم انجام گرفته و پس از جداسازی الیاف، بازده کل خمیر کاغذ APMP در محدوده۶۱/۲۴-۶۹/۵۶٪ تعیین شده است. با توجه به‌اینکه تأثیر میزان‌های مختلف هیدروکسید سدیم و پروکسید هیدروژن بر بازده کل معنی‌دار نبوده است،خمیر کاغذهای تهیه شده با ۳٪ هیدروکسید سدیم و ۳ تا ۶٪ پروکسید هیدروژن برای ساخت کاغذ دست‌ساز گزینش شده‌اند. خمیرکاغذها تا درجه روانی حدود۴۰۰ میلی‌لیتر استاندارد کانادائی پالایش شده و سپس کاغذهای دست‌ساز با جرم پایه ۶۰g/m^2 ساخته شده است. مقاومت در برابر پاره شدن و مقاومت در برابر کشش خمیر کاغذها به ترتیب ۴/۴۸-۶/۰۲ mN.m^2/g و ۱۲/۵۳-۲۲/۷۱N.m/g اندازه‌گیری شده است. تأثیر میزان پروکسید هیدروژن بر ویژگی‌های مقاومتی معنی‌دار بوده است. ویژگی‌های نوری خمیرکاغذهای گزینش شده شامل روشنی، ماتی، زردی و مولفه‌های رنگ L^* ، a^* ، b^* به ترتیب بین ۶۶/۱-۶۸/۹۴٪، ۸۹/۵۵-۸۷/۲۰٪، ۱۴/۵۳-۱۷/۶۵، ۹۰/۰۱-۹۰/۰۴۵، ۱/۰۲- تا۱/۳۴- و ۸/۰۰-۹/۶۸ تعیین شده است که تأثیر میزان پروکسید هیدروژن بر ویژگی‌های نوری معنی‌دار بوده است. نتایج نشان می‌دهند که با بهره‌گیری از پسماندهای کلزا می‌توان خمیر کاغذ روزنامه تولید کرد.

واژه‌های کلیدی: ساقه کلزا، APMP، بازده کل، ویژگی‌های مقاومتی، ویژگی‌های نوری

* نویسنده مسئول: تلفن: ۰۲۶۱-۲۲۴۹۳۱۱ فاکس: ۰۲۶۱-۲۲۴۹۳۱۱ E-mail: adfallah@ut.ac.ir

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

بهره‌برداری روبه افزایش از منابع چوبی به منظور تولید فرآورده‌های چوب و کاغذ، منابع جنگلی کشور را با خطر نابودی روبرو کرده است. بنابراین دست‌اندرکاران صنعت تولید خمیر کاغذ و کاغذ و نیز طرفداران محیط‌زیست در جستجوی راه‌حل این مشکل، پژوهش‌های گسترده‌ای را در اقصی نقاط جهان آغاز کرده‌اند (Yaghoubi et al., 2003).

البته با وجودی که نگرش همگانی بر این است که چوب مناسب‌ترین ماده سلولزی تولید خمیر کاغذ و کاغذ است، ولی منابع الیاف غیرچوبی مانند پسماندهای گیاهان کشاورزی نیز دارای ویژگی‌های کاربردی برای بهره‌گیری در صنایع تولید خمیر کاغذ می‌باشند. ولی بهره‌گیری از الیاف متداول در تولید خمیر کاغذ نیازمند به کارگیری روش‌های مناسب جمع‌آوری، نگهداری، فرآوری پسماندها و تولید خمیر کاغذ می‌باشند (Farsi, 2003).

آمار و ارقام نشان می‌دهند که بیش از یک میلیارد و دویست میلیون تن مواد سلولزی غیرچوبی قابل استحصال در جهان وجود دارد و در ایران نیز میزان تولید انواع پسماندهای گیاهان کشاورزی حدود ۱۹ میلیون تن برآورد می‌شود که از امکان بالقوه بالایی در گسترش صنعت کاغذ برخوردار است. به طوری که اگر بتوان تنها ده درصد از این میزان را به تولید خمیر کاغذ اختصاص داد، در حدود دو میلیون تن ماده آغازین در اختیار تولید کنندگان کاغذ و فرآورده‌های کاغذی قرار می‌گیرد، که به مراتب بیش از توان بالقوه تولیدی جنگل‌های شمال کشور است (Fakhrian et al., 1998). لذا با توجه به قابلیت بالای پسماندهای کشاورزی در جهان، تحقیقات گسترده‌ای در زمینه به کارگیری فرآیندهای مختلف تولید خمیر کاغذ بر روی پسماندهای کشاورزی انجام گرفته و در موارد زیادی به مرحله رشد و صنعتی شدن رسیده است.

کلزا یکی از گیاهان زراعی است که از دانه آن برای تولید روغن‌های خوراکی بهره‌گیری می‌شود.کشت این گیاه در سال‌های اخیر در ایران افزایش چشمگیری داشته است. به طوری که در سال زراعی ۱۳۸۵-۱۳۸۴ سطح زیرکشت کلزای کشور بالغ بر ۱۶۱۰۰۰ هکتار بوده است (Agriculture Statistics, 2008). نبود زمینه‌های مناسب برای بهره‌گیری از پسماندها پس از برداشت استحصال دانه‌های روغنی و هم‌چنین ساقه چوبی شده آن، بررسی امکان کاربرد مازاد این محصول کشاورزی را به عنوان ماده‌ای با قابلیت تأمین الیاف سلولزی ضروری می‌سازد. تا از این‌راه بتوان تا اندازه‌ای از فشار به منابع طبیعی و محیط‌زیست کاست.

در زمینه تولید خمیر کاغذ با فرآیند APMP[1] از مواد لیگنوسلولزی تحقیقات گسترده‌ای انجام شده است که به مواردی از آن‌ها در زیر اشاره خواهد شد.

راموس و همکاران با بهره‌گیری از باگاس مغززدایی شده و روش APMP خمیر کاغذ تهیه کردند. نتایج تحقیق نامبردگان نشان می‌دهد که با افزایش میزان پروکسید، ویژگی‌های نوری کاغذ ارتقاء می‌یابد. ولی بهره‌گیری بیش از ۳ درصد پروکسید هیدروژن مقرون به صرفه نمی‌باشد. با وجودی که بهره‌گیری از هیدروکسید سدیم بیشتر سبب بالا رفتن مقاومت‌ها می‌شود، ولی باعث کاهش روشنی کاغذ نیز می‌شود. لذا بهره‌گیری از بیش از ۴ درصد هیدروکسید سدیم را توصیه نمی کنند (Ramoos et al., 1991).

پن و لری عوامل مؤثر بر روشنی، مصرف پروکسید هیدروژن و بازده خمیر کاغذ پروکسید قلیایی از کاه گندم را مورد بررسی قرار دادند. عوامل بررسی شده شامل میزان مواد شیمیایی، فعال‌سازی پروکسید، زمان و دمای فرآوری بودند. نتایج نشان داد که با افزایش میزان قلیایی، روشنی خمیر کاغذ و مصرف پروکسید افزایش یافته و بازده خمیر کاغذ افت می‌کند. نامبردگان عنوان نمودند که رابطه بین افزایش روشنی و افت بازده می‌تواند عامل کلیدی در گزینش میزان پروکسید و قلیایی در فرایند APMP کاه گندم باشد. مصرف پروکسید هیدروژن با افزایش دما و زمان ماندگاری بیشتر می‌شود(Pan & Leary, 2000).

زو و نارایانا در بررسی تولید خمیر کاغذ مکانیکی از باگاس، از فرآیند APMP P-RC که یک فرآیند دو

۱- Alkaline Peroxide Mechanical Pulp

Archive of SID

www.SID.ir

مرحله‌ای تکامل یافته APMP است بهره‌گیری کرده و ویژگی‌های خمیر کاغذ دو مرحله‌ای از باگاس را با خمیر کاغذ یک مرحله‌ای با پیش فرآوری با سولفیت قلیایی از باگاس و خمیر کاغذ APMP از چوب صنوبر لرزان آمریکای شمالی و کنف مقایسه کرده‌اند. نامبردگان عنوان می‌کنند که پیش فرآوری با پروکسید قلیایی انرژی کمتری را مصرف کرده و پراکنش نور در آن بیشترین و روشنی خمیر کاغذ آن بیشتر از خمیر کاغذهای CMP/BCMP[1] است. به علاوه خمیر کاغذ APMP از باگاس در میزان مصرف مواد شیمیایی همانند، ویژگی‌های مقاومتی و پراکنش نور همانند چوب صنوبر لرزان ولی ضعیف‌تر از کنف دارد و قابلیت رنگبری پس از تولید خمیر کاغذ P-RC APMP[2] باگاس بهتر از CMP است (Xu & Narayana, 2001).

چندین بررسی نیز در بهره‌گیری از فرآیند APMP بر روی منابع الیاف غیرچوبی در داخل کشور به انجام رسیده است. به طور مثال شیخی، ساخت خمیر کاغذ APMP از باگاس را ارزیابی کرده و عنوان می‌کند که در اثر افزایش مصرف هیدروکسید سدیم و دمای فرآوری، ویژگی‌های مقاومتی افزایش یافته و ویژگی‌های نوری کاهش می‌یابد. بالاترین ویژگی‌های مقاومتی در ترکیب شرایط فرآوری با ۶٪ هیدروکسید سدیم و دمای ۷۰ درجه سلسیوس به دست آمده است (Sheikhi, 2004). سرائیان در بررسی امکان تولید خمیر کاغذ پربازده سفید با روش مکانیکی پروکسید قلیایی (APMP) از کاه گندم (در استان خراسان) از پیش فرآوری‌های متفاوتی بهره‌گیری کرده است. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که در صورت افزودن ۶٪ هیدروکسید سدیم و ۳٪ پروکسید هیدروژن، بالاترین بازده معادل ۷۲/۶۳٪ با اعمال پیشفرآوری با آب سرد به مدت ۱۰ دقیقه و پایین‌ترین بازده معادل ۶۱/۲۵٪ با اعمال پیش فرآوری با ۱٪ هیدروکسید سدیم به مدت ۲۰ دقیقه به دست آمده است. ویژگی‌های مقاومتی خمیر کاغذ بازده کمتر به مراتب برتر از خمیر کاغذ بازده زیادتر است (Saraeian, 2003).

هیچگونه بررسی در زمینه کاربرد پسماندهای گیاه کلزا در جهان برای کاغذسازی انجام نگرفته است. ولی در ایران، به دلیل محدودیت در تأمین ماده آغازین تولید خمیر کاغذ، چندین مورد تحقیق در زمینه استفاده از پسماندهای کلزا به انجام رسیده است.

سفیدگران بررسی قابلیت تولید و ویژگی‌های خمیر کاغذ سودا از پسماندهای کلزا را برای ساخت کاغذ فلوتینیگ و مقایسه آن با کاه برنج را انجام داده و عنوان می‌کند که‌اندیس مقاومت در برابر پاره شدن خمیر کاغذ سودا از کلزا بیشتر از خمیر کاغذ سودا از کاه برنج و اندیس مقاومت در برابر ترکیدن آن کمتر از خمیر کاغذ سودا از کاه برنج بدست آمده است (Safidgaran, 2002).

احمدی و همکاران تولید خمیر کاغذ NSSC[3] از ساقه کلزا را ارزیابی کرده و در شرایط پخت ۱۲٪ سولفیت سدیم، ۴٪ کربنات سدیم و ۶۰ دقیقه زمان پخت و در دمای ۱۷۵ درجه سلسیوس به خمیرکاغذی با بازده کل ۶۳/۸ ٪ در عدد کاپای ۴۵ رسیده است. شاخص مقاومت در برابر پاره شدن و مقاومت در برابر کشش این خمیرکاغذ به ترتیب ۷/۵ $mN.m^2/g$ و ۶۶/۵ N.m/g گزارش شده است (Ahmadi et al., 2009). مهدوی و همکاران ابعاد الیاف، جرم مخصوص و ترکیب‌های شیمیایی پسماند دو رقم کلزا ی هایولا ۴۰۱ و PF را اندازه‌گیری کردند. نتایج بررسی این محققان نشان داد که‌این دو رقم از لحاظ قطر الیاف، قطر حفره سلولی، میزان خاکستر و مواد استخراجی با هم اختلاف معنی‌دار دارند. بر پایه‌این بررسی ساقه کلزا با توجه به ارزیابی گیاه‌شناختی، ابعاد الیاف، بازده جداسازی الیاف، ترکیب شیمیایی و ویژگی‌های ظاهری برای کاغذسازی دارای ارزش ۱۰ می‌باشد (Mahdavi et al., 2009). موسوی و همکاران ویژگی‌های خمیرکاغذ تولیدی از پسماند ساقه کلزا تهیه‌شده با فرایند سودا-آنتراکینون را

۱- Chemi-Mechanical Pulp/ Bleached Chemi-Mechanical Pulp

۲- Pre-Conditioning Refiner Chemical Alkaline Peroxide Mechanical Pulp

۳- Neutral Sulfite Semi-Chemical

Archive of SID

www.SID.ir

ارزیابی کردند. نتایج این بررسی نشان داد که به‌رغم مطلوب نبودن بازده پس از الک به‌دلیل مناسب بودن ویژگی‌های مقاومتی، امکان بهره‌گیری از این ماده در تولید خمیرکاغذ در صنایع کاغذسازی وجود دارد (Mousavi et al., 2009). عنایتی و همکاران با قابلیت قابلیت خمیرسازی از ساقه کلزا با فرایند سودا به‌این نتیجه رسیدند که در مقایسه با دیگر مواد لیگنوسلولزی غیرچوبی، خمیرسازی از ساقه کلزا به مواد شیمیایی و زمان پخت بیشتری نیاز دارد. علاوه بر این با فرایند سودا، خمیرکاغذی با بازده کم و با قابلیت رنگبری به‌دست می‌آید و ویژگی‌های مقاومتی خمیرکاغذ رنگبری شده تولیدی همانند دیگر مواد غیرچوبی است (Enayati et al., 2009).

اختراع و همکاران با بهره‌گیری از دی متیل فرمامید (DMF)[1] و دی اتیلن گلیکول (DEG)[2] در شرایط مختلف دما، زمان پخت و نسبت‌های حلال به آب از ساقه کلزا، خمیر کاغذ ارگانوسولو تهیه کردند. نتایج نشان دادند که ویژگی‌های خمیر کاغذ DMF نسبت به خمیرکاغذ DEG بهتر است و دمای پخت عاملی مهم و تاثیرگذار بر ویژگی‌های خمیرکاغذهای تولیدی می‌باشد (Ekhtera et al., 2009).

با توجه به‌اینکه، کشت گیاه کلزا در حال افزایش بوده و هر ساله پسماندهای زیادی از ساقه چوبی آن تولید می‌شود که‌این پسماندها بدون بهره‌گیری خواهد بود، یافتن راه‌حلی برای بهره‌گیری از این پسماندها ضروری می‌باشد. از سوی دیگر به دلیل اینکه بازده خمیر کاغذ APMP بالا بوده و امکان استقرار واحدهای تولید این خمیر کاغذ در مقیاس کوچک تر وجود دارد، بنابراین ویژگی‌های خمیر کاغذ APMP از ساقه کلزا مورد بررسی قرار گرفته تا بتوان راه‌حلی مناسب برای کاربرد این پسماندها ارائه داد.

مواد و روش‌ها

تهیه ماده اولیه

ساقه کلزای مورد نیاز از مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر و نهال، در کرج تهیه شد. حدود ۳ کیلوگرم ساقه کلزا، پس از جداسازی غلاف‌های دارای دانه‌های روغنی، ساقه‌های بسیار ریز و ناخالصی‌ها آماده‌سازی شده است. ساقه‌ها پس از جداسازی برگ ها، به قطعه‌هایی به طول ۲ تا ۳ سانتی‌متر خرد شدند. این قطعه‌ها با آب با دمای معمولی شستشو شده و تا رسیدن به رطوبت حدود ۶ الی ۷ درصد در محیط آزمایشگاه قرار داده شدند. سپس برای جلوگیری از تبادل رطوبتی درون کیسه‌های پلاستیکی نگهداری شدند.

برای جداسازی الیاف برای اندازه‌گیری ابعاد الیاف از روش فرانکلین بهره‌گیری شد(Franklin, 1954). پس از آن با بهره‌گیری از میکروسکوپ پروژکتوردار ابعاد ۳۰ رشته الیاف اندازه‌گیری شد. میزان سلولز با روش کورشنر-هافر (اسید نیتریک غلیظ-اتانول) (Kurschner & Hoffer, 1929) و لیگنین محلول در اسید با اندازه گیری میزان جذب در طول موج ۲۰۵ nm تعیین شد. دیگر ترکیبات شیمیایی بر پایه شیوه‌نامه‌ایین‌نامه TAPPI[3] به شرح زیر انجام شده است (TAPPI, 2003).

مواد قابل حل در آب داغ: T۲۰۷ om -۹۹ ، مواد قابل حل در سود ۱٪ : T ۲۱۲ pm-۹۸، مواد استخراجی محلول در استن: T ۲۸۰ pm – ۹۹، لیگنین نامحلول در اسید: T ۲۲۲ om – ۹۸، خاکستر: T ۲۱۱ om -۹۳،

عوامل مورد بررسی

برای فرآوری شیمیایی فرآیند مکانیکی پروکسید قلیایی (APMP) از پسماندهای کلزا از مواد شیمیایی(مقادیر بر پایه وزن خشک نمونه) و شرایط فرآوری به شرح زیر بهره‌گیری شد:

هیدروکسید سدیم (NaOH): ۲، ۳ و ۴٪، پروکسید هیدروژن (H_2O_2): ۳، ۴، ۵ و ۶٪، DTPA: ۰/۵٪،

۱- Dimethylformamide

۲- Diethylene Glycol

۳-Technical Association of Pulp and Paper Industry

Archive of SID

www.SID.ir

Na_2SiO_3: ۳٪، دمای فرآوری شیمیایی: ۷۵ درجه سلسیوس، زمان فرآوری شیمیایی: ۳۵ دقیقه، L/W: ۸/۱

طرح آماری

برای تجزیه تحلیل داده‌های بازده کل از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و برای دیگر ویژگی‌ها از طرح کاملاً تصادفی بهره‌گیری شده و در صورت معنی‌دار بودن تجزیه واریانس، برای گروه‌بندی میانگین‌ها از آزمون دانکن بهره‌گیری شده است.

فرآوری شیمیایی و جداسازی الیاف

در هر پخت از ۵۰ گرم (بر پایه وزن خشک نمونه) ساقه خرد شده کلزا بهره‌گیری شده است. به منظور ایجاد شرایطی همسان با امپرسیفاینر نخست خرده‌های ساقه کلزا در درون محفظه‌ای تحت فشار قرار گرفته تا به‌اندازه کافی فشرده و لهیده شوند. سپس مایع پخت افزوده شد و با برداشتن فشار جذب مایع پخت کامل شد. پس از افزودن مواد شیمیایی و انتقال آن به محفظه پخت، در دمای ۷۵ درجه سلسیوس و به مدت ۳۵ دقیقه عمل فرآوری انجام شد. زمان فرآوری شیمیایی پس از رسیدن به دمای پخت تنظیم شده است. در پایان زمان پخت، محتویات محفظه بر روی غربال با اندازه سوراخ‌های ۲۰۰ مش تخلیه شده و مایع پخت مصرف شده جدا شد. اندازه‌گیری میزان پروکسید هیدروژن باقی‌مانده از مایع پخت جمع‌آوری شده به روش تیتراسیون و برابر با استاندارد PAPTAC[1] روش آزمونی J.16P انجام شده است (PAPTAC, 2003). پس از جدا کردن نمونه برای اندازه‌گیری میزان پروکسید هیدروژن باقی‌مانده، مایع پخت اضافی بار دیگر بر روی خرده‌های کلزای پخته شده ریخته شده و میزانی آب در حال جوش نیز به آن افزوده شده است.

پس از آن، جداسازی الیاف ساقه کلزای پخته شده با بهره‌گیری از پالایشگر صفحه‌ای با یک صفحه چرخشی به قطر ۲۵ سانتی‌متر انجام گرفته است. برای جداسازی الیاف از سه مرحله پالایش بهره‌گیری شد. پس از جداسازی الیاف، با بهره‌گیری از دو غربال با اندازه سوراخ‌های ۲۰۰ مش و ۱۴ مش مایع پخت همراه الیاف جدا شده و الیاف به دو بخش وازده و قابل‌قبول جدا شدند. آن بخش از الیاف که بر روی غربال ۱۴ مش باقی‌مانده‌اند به عنوان وازده و الیاف عبور کرده از غربال ۱۴ مش و باقی‌مانده بر روی غربال ۲۰۰ مش به عنوان قابل قبول تلقی می‌شدند سپس عمل خنثی‌سازی خمیرکاغذ قابل قبول تا pH حدود ۷ با محلول رقیق اسید سولفوریک انجام شد. تولیدی جمع وزن الیاف وازده و قابل قبول، بازده پس از جداسازی الیاف و به عبارتی بازده کل خواهدبود. با توجه به‌اینکه در پخت نمونه‌های کوچک (۵۰گرم) به‌طور معمول از همزن جدا کننده الیاف بهره‌گیری می‌شود، ولی در این بررسی امکان بهره‌گیری از این نوع همزن نبوده بلکه باید از پالایشگر صفحه‌ای بزرگتر بهره‌گیری می شد، و هم چنین در مورد خمیر کاغذهای مکانیکی به‌طور معمول بخش قابل ملاحظه‌ی از خمیر کاغذ به صورت وازده بوده که جداسازی دوباره الیاف آن با پالایشگر وازده انجام می‌گیرد، بنابراین امکان اندازه‌گیری دقیق بازده خمیر کاغذ قابل قبول وجود نداشته و لذا بازده کل ارائه می‌شود. ولی برای انجام آزمایش‌های لازم بر روی خمیر کاغذ، میزان کافی خمیر قابل قبول برای پالایش نهایی و ساخت کاغذ دست‌ساز تهیه شده است.

شرایط مورد بهره‌گیری در مرحله فرآوری شیمیایی، بازده کل و میزان پروکسیدهیدروژن باقی‌مانده در جدول ۱ خلاصه شده است. هر یک از ارقام جدول ۱ میانگین دو پخت است.

با توجه به بازده کل محاسبه شده، کمترین مصرف ماده شیمیایی و ارزیابی چشمی از روشنی خمیر کاغذها، از خمیر کاغذهای ساخته شده با ترکیب شرایط فرآوری شیمیایی ۳٪ هیدروکسید سدیم و ۳،۴،۵،و۶ درصد پروکسید هیدروژن برای ساخت کاغذ دست‌ساز و ارزیابی ویژگی‌های مقاومتی و نوری بهره‌گیری شده است. پیش از تهیه کاغذهای دست ساز، خمیر کاغذ از درجه روانی آغازین ۷۰۰-۷۵۰ تا درجه روانی ۴۰۰ میلی لیتر استاندارد

۱- Pulp and Paper Technical Association of Canada

Archive of SID

www.SID.ir

کانادایی پالایش شده است.

ارزیابی خمیر کاغذ بر پایه شیوه‌نامه‌های آیین‌نامه TAPPI به شرح زیر انجام گرفته است.

اندازه‌گیری درجه روانی: T ۲۲۷ om - ۹۹، پالایش نهایی: T ۲۴۸ sp -۰۰، ساخت کاغذ دست‌ساز: sp-۹۵ T ۲۰۵، اندازه‌گیری مقاومت در برابر پاره شدن: om -۹۸ T ۴۱۴، اندازه‌گیری مقاومت در برابر کشش: cm -۹۲ T ۴۰۴، اندازه‌گیری روشنی: T ۴۵۲ om -۹۸، اندازه‌گیری ماتی: T ۴۲۵ om -۹۶، اندازه‌گیری مولفه‌های رنگ L *a *b : T ۵۲۷ om - ۹۴.

نتایج

نتایج اندازه‌گیری ابعاد الیاف ساقه کلزا در جدول شماره ۲ و ترکیب‌های شیمیایی ساقه در جدول شماره ۳ خلاصه شده است. همانطوری‌که از جدول شماره ۲، مشخص است طول الیاف ساقه کلزا برابر با ۱/۱۲ میلی‌متر است که در محدوده الیاف مبا قرار دارد.

جدول ۱- میانگین بازده کل،و پروکسید باقی‌مانده در فرآوری‌های شیمیایی متفاوت

شماره فرآوری	شرایط تیمار		بازده کل (٪)	پروکسید باقی‌مانده (٪ از میزان آغازین)
	هیدروکسید سدیم (٪)	پروکسید هیدروژن (٪)		
۱	۲	۳	۶۵/۷	۷۵/۶۷
۲	۲	۴	۶۲/۶۴	۷۸
۳	۲	۵	۶۱/۲۴	۸۲
۴	۲	۶	۶۲/۹۲	۶۰/۶۷
۵	۳	۳	۶۷/۳۲	۵۴/۶۷
۶	۳	۴	۶۵/۳۹	۶۳/۲۵
۷	۳	۵	۶۵/۲۵	۴۹/۶۰
۸	۳	۶	۶۱/۳۱	۶۵/۵۰
۹	۴	۳	۶۱/۶۶	۲۵
۱۰	۴	۴	۶۷/۵۵	۳۸
۱۱	۴	۵	۶۶/۰۳	۵۲/۴
۱۲	۴	۶	۶۹/۵۶	۴۹

جدول ۲- میانگین طول، قطر، ضخامت و قطر حفره الیاف ساقه کلزا

طول الیاف (mm)	قطر الیاف (µ)	ضخامت دیواره الیاف (µ)	قطر حفره (µ)
۱/۱۲	۲۲/۶۲	۴/۴۷	۱۳/۶۸

جدول ۳- میانگین مواد شیمیایی تشکیل دهنده ساقه کلزا

سلولز (درصد)	لیگنین کل (درصد)	مواد استخراجی محلول در استن (درصد)	مواد محلول در آب داغ (درصد)	مواد محلول در سود ۱٪ (درصد)	خاکستر (درصد)
۴۴	۲۳	۲/۵	۱۸/۵	۴۶	۱۰

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج اندازه‌گیری بازده کل و هم چنین پروکسید هیدروژن باقی‌مانده در جدول شماره ۱ خلاصه شده است. بازده کل همه فرآوری‌ها در محدوده ۶۰-۷۰ درصد قرارداد ولی در مقادیر پروکسید هیدروژن باقی‌مانده تغییرات به‌نسبت زیادی دیده می‌شود. به طوری که در فرآوری با ۲ درصد هیدروکسید سدیم و ۵٪ پروکسید هیدروژن تنها ۸۲٪ پروکسید باقی‌مانده است. مقادیر میانگین ویژگی‌های مقاومتی و نوری خمیر کاغذهای برگزیده در جدول‌های شماره ۴ و ۵ خلاصه شده است.

جدول ۴- مقادیر میانگین ویژگی‌های فیزیکی خمیرکاغذ APMP تولیدی از ساقه کلزا و گروه‌بندی آنها بر پایه آزمون دانکن

شماره فرآوری	شرایط تیمار		دانسیته g/cm^3	شاخص مقاومت در برابر پاره شدن $mN.m^2/g$	شاخص مقاومت در برابرکشش N.m/g	طول پارگی Km
	هیدروکسید سدیم ٪	پروکسید هیدروژن ٪				
۱	۳	۳	(b)۰/۲۹۶	(a)۶/۰۲	(a)۲۲/۷۱	(a)۲/۳۲
۲	۳	۴	(b)۰/۳۰۰	(a)۶/۰۰	(b)۱۹/۸۴	(b) ۲/۰۲
۳	۳	۵	(a)۰/۳۱۴	(b)۵/۲۶	(b)۱۹/۷۴	(b) ۲/۰۱
۴	۳	۶	(a)۰/۳۱۷	(c)۴/۴۸	(c)۱۲/۵۳	(c) ۱/۲۸

جدول ۵- مقادیر میانگین ویژگی‌های نوری خمیرکاغذ APMP تولیدی از ساقه کلزا و گروه‌بندی آنها بر پایه آزمون دانکن

شماره فرآوری	شرایط تیمار		روشنی ٪	ماتی ٪	زردی ٪	L*	a*	b*
	هیدروکسید سدیم ٪	پروکسید هیدروژن٪						
۱	۳	۳	(c) ۶۶/۱	(a) ۸۹/۵۵	(a) ۱۷/۶۵	(b) ۹۰/۰۱	(b) -۱/۲۴	(a) ۹/۶
۲	۳	۴	(c) ۶۶/۴۵	(a) ۸۹/۲۵	(a)۱۷/۴۵	(b) ۸۹/۹۰	(c) -۱/۰۲	(a) ۹/۵
۳	۳	۵	(b) ۶۸/۲۶	(a) ۸۹/۰۹	(b)۱۵/۵۵	(a) ۹۰/۴۷	(a) -۱/۳۸	(b) ۸/۶۸
۴	۳	۶	(a) ۶۸/۹۴	(b) ۸۷/۲۰	(c) ۱۴/۵۳	(a) ۹۰/۴۵	(a) -۱/۳۴	(c) ۸/۰۰

بحث و نتیجه‌گیری

در این بررسی میانگین طول الیاف ساقه کلزا برابر با ۱/۱۲ میلیمتر و میانگین قطر الیاف و قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره الیاف به ترتیب برابر با ۲۲/۶۲، ۱۳/۶۸ و۴/۴۷ میکرومتر اندازه‌گیری شد (جدول ۲). سفیدگران، مظهری موسوی و مهدوی به ترتیب اندازه طول الیاف ساقه کلزا را ۱/۱۶، ۱/۰۴، ۰/۹۹ (رقم هایولا ۴۰۱) و ۱/۰۱ میلیمتر (رقم PF)، اندازه قطر حفره سلولی را به ترتیب ۱۲/۵، ۱۹/۰۹، ۱۰/۴۶ (رقم هایولا ۴۰۱) و ۱۴/۶۶ میکرومتر (رقم PF) و ضخامت دیواره سلولی را به‌ترتیب ۵/۳، ۴/۹۱، ۶/۲۳ (رقم پولا ۴۰۱) و۵/۹۱ میکرومتر گزارش کردند (Safidgaran, 2002; Mousavi, 2009; Mahdavi, 2009). اندک تفاوت‌ها در مقادیر گزارش شده مربوط به‌اندازه‌گیری‌های ابعاد الیاف کلزا را می‌توان به تفاوت در نوع رقم و رویشگاه و شرایط رویش آن نسبت داد.

همچنین اندازه‌گیری طول الیاف ساقه کلزا و مقایسه آن با شاخص‌های ویژگی‌های الیاف IAWA[1] نشان می‌دهد که طول الیاف این ماده همانند الیاف پهن برگان و در گروه مواد سلولزی با الیاف مبا قرار دارند (IAWA, 1989). طول الیاف ساقه کلزا بلندتر از میانگین الیاف ساقه‌و بند گندم، ۰/۹۹ میلی‌متر (Mahdavi, 1994)، ولی از الیاف

۱- International Association of Wood Anatomists

Archive of SID

www.SID.ir

کلش برنج ۱/۳۵ میلی‌متر (Kashani, 1997) و باگاس ۱/۶۵ میلی‌متر (Sheikhi, 2004) کوتاه‌تر است. بنابراین با توجه به قطر کمتر الیاف ساقه کلزا در مقایسه با دیگر پسماندهای کشاورزی، از نقطه نظر ضریب لاغری الیاف، امکان کاربرد آن در تولید خمیر کاغذ وجود دارد.

میزان سلولز، لیگنین، مواد استخراجی و خاکستر ساقه کلزا مورد بررسی در جدول ۳ آمده است. موسوی میانگین سلولز، لیگنین، مواد استخراجی محلول در استون و خاکستر کلزا را به ترتیب ۴۱/۶۶، ۱۶، ۱/۶۳ و ۳/۴۶ درصد گزارش کرد (Mousavi, 2009). این مقادیر برای رقم هایولا ۴۰۱ به ترتیب ۴۸/۷۶، ۲۰/۹۸، ۰/۸۵ و ۳/۸۱ و رقم PF به ترتیب ۴۹/۵۵، ۲۱/۵۵، ۱/۰۵ و ۴/۰۱ درصد گزارش شده‌است (Mahdavi et al., 2009).

این تفاوت‌ها در مقادیر گزارش شده برای ترکیب‌های شیمیایی ساقه کلزا را همچنین تا حدود زیادی می‌توان به شرایط متفاوت رویش این گیاه و اختلاف در رقم‌های مورد بررسی نسبت داد. علاوه بر این میزان گزارش شده برای لیگنین ساقه کلزا در این بررسی مربوط به مجموع اندازه‌گیری لیگنین نامحلول و محلول در اسید است در حالی‌که مقادیر گزارش شده توسط دیگر محققان تنها به لیگنین محلول در اسید مربوط است.

جدول ۶- تجزیه واریانس اثر عوامل متغیر بر بازده کل

منبع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات	F
هیدروکسید سدیم	۲	۳۷/۷۶۶	۲/۴۹۰ ns
پروکسید هیدروژن	۳	۳/۴۱۴	۰/۱۵۰ ns
اثرگذاری‌های متقابل هیدروکسید سدیم – پروکسید هیدروژن	۶	۱۲۳/۲۳۸	۲/۷۰۹ ns
خطا	۱۲	۹۰/۹۸۷	

ns غیرمعنی‌دار

بازده کل خمیر کاغذ APMP از ساقه کلزا که با نسبت‌های مختلف از هیدروکسید سدیم و پروکسید هیدروژن فرآوری شده است بین کمینه ۶۱/۲۴٪ و بیشینه ۶۹/۵۶٪ متغیر بوده است. ولی تجزیه واریانس نتایج مربوط به‌اندازه‌گیری بازده کل (جدول ۶) هیچگونه اختلاف معنی‌داری را بین مقادیر مختلف بازده کل نشان نمی‌دهد.

جدول ۷- تجزیه واریانس اثر عوامل متغیر بر پروکسید باقی‌مانده

منبع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات	F
هیدروکسید سدیم	۲	۷/۰۱۳	۳۹/۴۹۶ **
پروکسید هیدروژن	۳	۱۳/۰۱۸	۴۸/۸۷۶ **
اثرگذاری‌های متقابل هیدروکسید سدیم – پروکسید هیدروژن	۶	۲/۱۷۳	۴/۰۷۹ *
خطا	۱۲	۱/۰۶۵	

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

* معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد

تغییرات در میزان جذب و مصرف پروکسید هیدروژن نیز گسترده بوده (جدول ۱) و از کمینه حدود ۱۸ درصد از میزان آغازین افزوده شده در مورد فرآوری شماره ۳ (۲٪ هیدروکسید سدیم و ۵٪ پروکسید هیدروژن اولیه) تا ۷۵ درصد از میزان آغازین در مورد فرآوری شماره ۹ (۴٪ هیدروکسید سدیم و ۳٪ پروکسید هیدروژن اولیه) متغیر

Archive of SID

www.SID.ir

بوده است. بررسی‌ها نشان داده است که در چرخه رنگبری خمیرکاغذهای مکانیکی در اثر واکنش پروکسید هیدروژن با گروه‌های استیل همی سلولزها پراستیک اسید تشکیل می شود. این واکنش بسیار سریع است و می‌تواند در دو دقیقه کامل شود. چون پایداری پراستیک اسید نسبت به پروکسید هیدروژن کمتر است تشکیل آن می‌تواند نشان دهنده مصرف پروکسید در واکنش‌های زیانبار باشد (Kang & Ni, 2001; Ni et al., 2003). بنابراین با تشکیل پراستیک اسید و با در نظر گرفتن تجزیه احتمالی میزانی از پروکسید هیدروژن با باقی‌مانده فلزات واسطه که با DTPA [1] کی لیت نشده‌اند، انتظار می‌رود به مقادیر بدست آمده برای مصرف پروکسید هیدروژن صرف واکنش‌های منجر به رنگبری نشده باشند.

نتایج همچنین نشان می‌دهد که تغییرات در میزان پروکسید هیدروژن باقی‌مانده معنی‌دار بوده است (جدول ۷). به‌رغم اینکه در این گونه فرایندها به دلیل پرهیز از تیره شدن قلیایی همواره باید میزانی پروکسید هیدروژن مصرف نشده در انتهای فرایند باقی بماند تا با قلیای باقی‌مانده واکنش دهد، مقادیر به‌نسبت بالای پروکسید باقی‌مانده ممکن است به کم بودن مدت زمان فرآوری و در نتیجه کامل نشدن واکنش‌های مصرف پروکسید هیدروژن مربوط باشد. البته بالا بودن میزان پروکسید هیدروژن باقی مانده پس از خمیرسازی فرصت و امکان روشن شدن بیشتر را در مدت زمان عمل پالایش برای خمیرکاغذها میسر ساخته است. به همین دلیل با وجود بالا بودن ظاهری میزان پروکسید هیدروژن باقی‌مانده روشنی خمیرکاغذهای تولیدی تا حد قابل توجهی افزایش پیدا کرده است (جدول ۵). در واقع حضور پروکسید هیدروژن موجب تولید آنیون پرهیدروکسیل شده است که‌این گونه با واکنش با ساختارهای کروموفوری موجود در لیگنین موجب روشنی خمیرکاغذ تولیدی و از طرفی با کاهش میزان کروموفورهای جاذب نور، ماتی نیز کاهش یافته است (Bajpai, 2005).

بازده تولید خمیر کاغذ APMP از منابع چوبی در محدوده بیش از ۷۵٪ قرار داشته و حتی در مورد باگاس نیز در مقیاس صنعتی توقع بازده حدود ۸۰٪ وجود دارد. ولی در مقیاس آزمایشگاهی بازده به مراتب کمتر است. سرائیان بازده خمیر کاغذ پربازده سفید (APMP) از کاه گندم را در محدوده ۶۱/۲۵ تا ۷۲/۶۳٪ (Saraeian, 2003) ولی شیخی بازده خمیر کاغذ APMP از باگاس را بیش از ۸۰٪ گزارش کرده‌اند (Sheikhi, 2004). با توجه به‌اینکه در این بررسی برای دستیابی به خمیر کاغذ با ویژگی‌های مقاومتی و نوری بهتر از فرآوری شیمیایی شدیدتر بهره‌گیری شده است، بنابراین، بازده کلی در محدوده ۶۱/۲۵ تا ۶۹/۵۶٪ قابل قبول می‌باشد. زیرا از راه مناسب‌سازی مرحله فرآوری شیمیایی می‌توان تغییراتی در برای بهتر کردن بازده کل اعمال کرد. با توجه به‌اینکه در این بررسی از نمونه‌های کوچک بهره‌گیری شده و جداسازی الیاف به ناچار می‌بایست با پالایشگر بزرگتری انجام گیرد، به‌طور معمول میزان زیادی خرده‌های جداسازی نشده در پالایشگر باقی می‌مانند و هم چنین با در نظر داشتن این حقیقت که در مقیاس صنعتی به‌طور معمول حدود ۳۰٪ از الیاف مرحله اول جداسازی الیاف به صورت وازده بوده و جداسازی الیاف این وازده‌ها با پالایشگر دیگری انجام می گیرد، بنابراین اندازه گیری بازده پس از الک مصداق نداشته است و غربال کردن تنها برای جداسازی و فراهم‌کردن خمیر کاغذ قابل قبول برای ساخت کاغذ دست‌ساز انجام گرفته است.

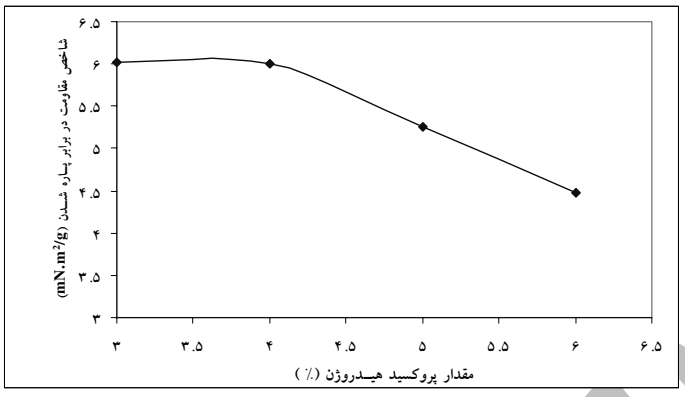
با توجه به‌اینکه تاثیر شرایط فرآوری شیمیایی بر روی بازده کل معنی‌دار نبوده است، بنابراین با در نظر گرفتن میزان پروکسید هیدروژن باقی‌مانده و ظاهرروشن‌تر خمیر کاغذهای تولید شده تحت فرآوری شیمیایی با ۳٪ هیدروکسید سدیم و مقادیر متفاوت پروکسید هیدروژن، این خمیر کاغذها برای انجام آزمایش‌های بعدی و تعیین ویژگی‌های مقاومتی و نوری گزینش شدند. نتایج اندازه‌گیری ویژگی‌های مقاومتی در جدول ۴ و ویژگی‌های نوری در جدول ۵ خلاصه شده است. با توجه به معنی‌دار شدن تاثیر شرایط فرآوری شیمیایی بر روی این ویژگی‌ها،

۱- Diethylene Triamine Penta Acetic Acid

Archive of SID

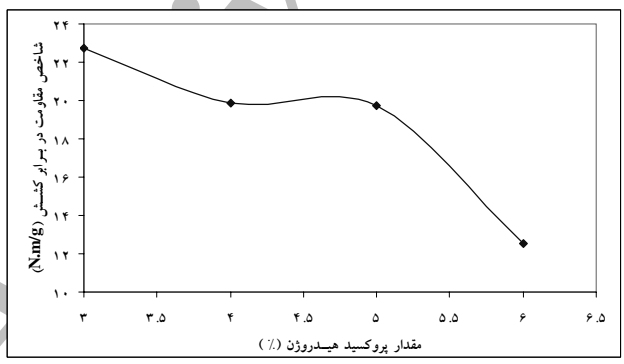
www.SID.ir

نتیجه آزمون دانکن نیز در جدول‌های ۴ و ۵ آورده شده است.



شکل ۱- نمودار میانگین شاخص مقاومت در برابر پاره شدن ورقه‌های دست ساز خمیرکاغذ APMP ساخته شده با مقادیر مختلف پروکسید هیدروژن از ساقه کلزا

در اثر زیاد شدن میزان پروکسید هیدروژن افزوده شده (در میزان هیدروکسیدسدیم ثابت) تراکم افزایش یافته (جدول ۴) و مقاومت در برابر پاره شدن و مقاومت در برابر کشش کاهش یافته است(جدول ۴). تاثیر افزایش میزان پروکسید هیدروژن افزوده شده بر روی ویژگی‌های مقاومتی معنی‌دار بوده و اختلاف‌ها در جدول ۴ نشان داده شده است. نتایج خلاصه شده در جدول ۴ نشان می‌هد که وجود پروکسید هیدروژن زیادتر باعث نرم‌تر شدن الیاف شده و در نتیجه کوتاه شدن الیاف در چرخه پالایش کمتر بوده و افت مقاومت در برابر پاره شدن کم است (شکل ۱).



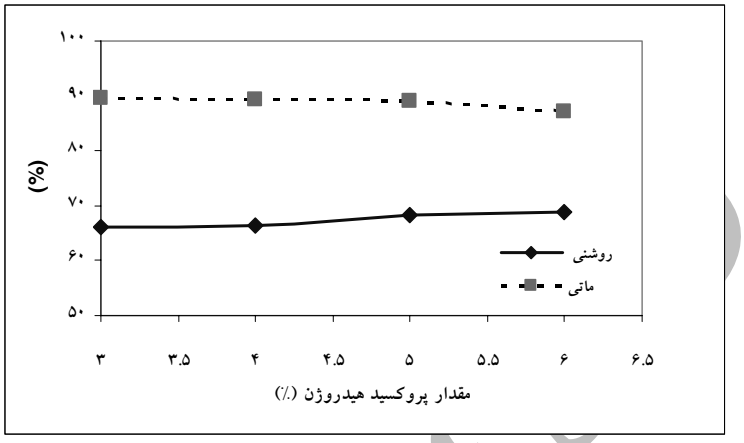
شکل ۲- نمودار میانگین شاخص مقاومت در برابر کشش ورقه‌های دست ساز خمیرکاغذ APMP ساخته شده با مقادیر مختلف پروکسید هیدروژن از ساقه کلزا

از سوی دیگر به نظر می‌رسد که مصرف زیادتر پروکسید هیدروژن اثر نا مطلوب بر اتصال بین الیاف داشته و با وجودی که همه خمیر کاغذها تا درجه روانی یکسانی پالایش شده‌اند، ولی مقاومت در برابر کشش خمیر کاغذها کاهش یافته است (شکل ۲). سرائیان در بررسی ساخت خمیر کاغذ پر بازده سفید (APMP) از کاه گندم عنوان می‌کند که در صورت رسیدن به بیشترین بازده (۷۲/۳۶٪)، مقاومت‌ها خیلی کم بوده ولی در بازده ۶۱/۲۵٪ طول پاره شدن و شاخص مقاومت دربرابر پاره شدن به ترتیب ۵۲۷۶ متر، و ۵/۷۴ $mN.m^2/g$ اندازه گیری شده است (Saraeian, 2003). شیخی طول پاره شدن، شاخص مقاومت در برابر پاره‌شدن و شاخص مقاومت در برابر کشش

Archive of SID

www.SID.ir

خمیر کاغذی APMP از باگاس را به ترتیب ۷۹۷-۳۳۷۰ متـــــر، $mN.m^2/g$ ۲/۴۵۲-۶/۵۳۹ و Nm/g ۷/۰۳۳-۲۹/۷۹۷ گزارش کرده‌اند (Sheikhi, 2004). زو و ناریانا شـاخص مقاومـت در برابـر کـشش خمیـر کاغـذ P-RC APMP از باگاس را بین ۲۲ تا ۲۹/۴ N.m/g و شاخص مقاومت در برابر پاره شدن را بین ۳/۴ تـا ۳/۶ $mN.m^2/g$ اندازه گیری کردند (Xu & Narayana, 2001).



شکل ۳- نمودار میانگین روشنی و ماتی ورقه‌های دست ساز خمیرکاغذ APMP ساخته شده با مقادیر مختلف پروکسید هیدروژن از ساقه کلزا

رفتار ساقه کلـزا در مقابـل رنگبـری در فراینـد APMP خـــوب بـــوده اســـت. زیـــرا در صـــورت افـــزودن ۳٪ پروکـسیدهیدروژن و مـصرف ۱/۳۶٪ (۴۵٪ میـزان اولیـه)، روشـنی تـا ۶۶/۱٪ افـزایش یافتـه و هنگـامی کـه میـزان پروکسید افزوده شده بـه ۶٪ رسـیده، ۲/۰۷٪ (۳۴٪ میـزان آغازین) مـصرف شـده اسـت و روشـنی خمیـر کاغـذها تـا ۶۸/۹۴٪ افزایش یافته است. (جدول ۵، شـکل ۳) از سـوی دیگر در اثر زیاد شـدن میـزان پروکـسید هیـدروژن، مـاتی خمیر کاغذها کاهش یافته است (جدول ۵، شکل ۳).

جدول ۸- میانگین ویژگی‌های فیزیکی خمیرکاغذ رنگبری نشده و رنگبری شده CMP تولیدی از مخلوط پهن برگان تولید شرکت چوب و کاغذ مازندران برای تهیه کاغذ روزنامه و چاپ و تحریر.

	روشنی (٪)	ماتی (٪)	زردی (٪)	شاخص مقاومت در برابر پاره شدن $mN.m^2/g$	طول پارگی (Km)
روزنامه	۵۱/۵	۹۱	۳۰	۳/۷۵	۲
چاپ و تحریر	۷۰	۷۶	-	۴/۶۷	۳/۵

تجزیه واریانس میانگین‌هـای مربـوط بـه روشـنی و مـاتی نشان می‌دهد که بین ارقام بدست آمده اختلاف معنی‌داری در سطح ۹۹٪ وجود دارد (جدول ۵). نتایج بدسـت آمـده و مقایسه آن با ویژگی‌های فیزیکی خمیرکاغذ رنگبری نـشده CMP تولیدی از مخلوط پهن برگان تولید شده در شرکت چوب و کاغذ مازندران برای تهیـه کاغـذ روزنامـه و چـاپ و تحریر(جـدول ۸) گویـای آن اسـت کـه بـا اعمـال فرآینـد APMP بر روی ساقه کلزا می‌تـوان خمیـر کاغـذ روزنامـه تولید کـرد. اگـر چـه هیچگونـه آزمایـشی در زمینـه رفتـار رنگبری اضافه‌تر انجام نگرفتـه اسـت، ولـی احتمـال اینکـه

Archive of SID

www.SID.ir

بتوان این خمیر کاغذهارا تا روشنی بالاتر رنگبری کرد دور از انتظار نمی‌باشد. زو و نارایانا در بررسی تولید خمیر کاغذ مکانیکی از باگاس با اعمال فرآیند APMP به روشنی بین ۴۳/۹- ۴۴/۳٪ و ماتی ۹۰/۷ – ۹۰/۲ درصد و با فرآیند P-RC APMP به روشنی ۶۲/۳ تا ۶۲/۷٪ و ماتی ۸۳/۹- ۸۶/۴٪ رسیده‌اند (Xu & Narayana, 2001).

نتایج این بررسی نشان می‌دهد که می‌توان از پسماندهای کلزا خمیر کاغذ مکانیکی با روشنی حدود ۷۰٪ و مقاومت‌های مناسب ساخت کاغذ روزنامه تولید کرد.

منابع

- Agricultural Crops and Garden Products, 2008. in: Agriculture Statistics, No 87/09, Statistics and Information Technology Department of Jehade-e-Keshavarzi Ministry.
- Ahmadi, M., Jahan Latibari, A., Faezipour, M., and Hedjazi, S. 2009. Mechanical properties of neutral semi chemical pulp from rapeseed. J of Forest and Wood Products, 66(2), 133-144.
- Bajpai,P., 2005. Developments in environmental management. Volume 1. Environmentally benign approaches for pulp bleaching. Elsevier,pp.273
- Ekhtera, M.H., Azadfallah, M., Bahrami, M. and Mohammadi-Roshandeh, J. 2009. Comparative study of pulp and paper properties of canola stalks prepared by using dimethyl formamide or diethylene glycol. Bio Resources 4(1), 214-233.
- Enayati, A.A., Hamzeh, Y., Mirshokraie S.A. and Molaii M., 2009. Papermaking potential of canola stalks. BioResources 4(1), 245-256.
- Fakhrian Roughani, A., Jahan latibari, A., Hoseinzadeh, A.R., Golbabaei, F., Mahdavi, S., 1998. Investigation on pulping potential of Iranian rice straw in the paper industries. Wood and Paper Research, No (183), 1-77.
- Farsi, M., 2003. Study of nonwood lignocellulosic raw material and the industries involved in Iran. The first congress on cellulosic processing & utilizations, University of Tehran, 1-2 October, 59-67.
- Franklin, G.L., 1954. A rapid method of softening wood for anatomical analysis. Tropical woods, 88: 35-36.
- IAWA (International Association of Wood Anatomists), 1989. IAWA list of microscopic features for hardwood identification. Wheeler, E.A., Baas, P. and Gasson, P.E. (eds.) IAWA Bulletin n.s. 10(3): 219-332.
- Kang G.J., & Ni, Y., 2001. The formation of peracetic acid and its impact on peroxide bleaching of mechanical pulps. 11th International Symposium on Wood and Pulping Chemistry. Nice, France, Book I,p.351
- Kashani, P., 1997. Study of strength properties weathand rice straw pulps produced by cold soda. M.Sc. Thesis, Gorgan University of Agriculture and Natural Resources.
- Kurschner K. & Hoffer A.,1929.Tech.chem.papier-Zellst,-Fabr.26:125-139
- Mahdavi, S., 1994. Study of Organosolv pulping of wheat straw. M.Sc. Thesis, Gorgan University of Agriculture and Natural Resources.
- Mahdavi, S., Habibi, M.R., Fakhryan, A.n and Salehi, K., 2009. Comparative study on fiber dimension, density and chemical components of two varieties of rapeseed straw. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research, Vol.24, No (1), 36-43
- Mousavi, S.M.M., Mahdavi, S., Hosseini, S.Z., Resalati, H., and Yosefi, H. 2009. Investigation on sod-antraquinone rapeseed straw. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research, Vol.24, No (1), 69-79

Archive of SID

www.SID.ir

- Ni Y., Z. Li, G.Court, R. Belliveau & M. Crowell, 2003. Improving peroxide bleaching of mechanical pulps by the PM process. Pulp and Paper Canada, 104(12): 78-80

- Pan G.X. & G.J. Leary, 2000. Alkaline peroxide mechanical pulping of wheat straw. Part l: Factors influencing the brightness response in impregnation, Tappi Journal, 83(7): 62

- PAPTAC Standard Test Methods, 2003. Analysis of peroxides. Standard J.16P.

- Ramoos Q.J., 1991. Alkaline peroxide pretreatment in the sugar cane bagasse chemimechanical pulping, pulping Conference, 427-433.

- Safidgaran, R., 2002. Investigating the soda pulping production potential from colza for fluting paper production. M.Sc. thesis, collage of natural resources and marine sciences, University of Tarbiat Modares, Noor.

- Saraeian, A.R., 2003.Investigation on possibility of high yild bleached pulp production from wheat straw (Khorasan) by Alkaline Peroxide Mechanical Pulping(APMP) method. Ph.D. Thesis, University of Tehran

- Sheikhi, P., 2004. Investigation on possibility of newsprint production from bagasse by Alkaline Peroxide Mechanical Pulping(APMP) method. M.Sc. Thesis, University of Tehran.

Tappi Standard Test Methods, 2003. Tappi press, Altanta GA.

- Xu E.C. & N. Narayama Rao, 2001. APMP (Alkaline Peroxide Mechanical Pulping) Pulps from non-wood fibers: Part 3: Bagasse Tappi Pulping Conference.

- Yaghoubi, K., Khadjavi, F., Shirzad, M., 2003. Study of Cotton Stalks soda pulping and its properties.. The first congress on cellulosic processing & utilizations, University of Tehran, 1-2 October, 211-215.

Archive of SID

www.SID.ir

Investigation on Properties of Alkaline Peroxide Mechanical Pulp (APMP) from Rapeseed Stalks

M. Azadfallah[*1], M. Molaee[2] and A. Jahan Latibari[3]
[1] Assistant Prof., Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I.R. Iran
[2] Ph. D. student, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, I.R. Iran
[3] Associate Prof., Islamic Azad University, Karaj Branch, Karaj, I.R. Iran
(Received: 17 February 2008, Accepted: 05 May 2010)

Abstract

Cultivation of rapeseed plant is expanding and larger volume of residues from its stalk is produced which necessitate its proper utilization. Therefore, properties of APMP pulps from rapeseed stalks are investigated. A combination of 2, 3 and 4 % NaOH and 3, 4, 5, and 6 % H_2O_2 is used for chemical pretreatment of stalks. Pretreatment time and temperature as well as DTPA and sodium silicate were kept constant at 35 minutes , 75 ˚C, 0.5 % and 3 % (O.D. basis) respectively. Treated stalks were defiberated using 25 cm laboratory disk refiner and total yield range was measured between 61.24 – 69.56 %. Since both NaOH and H_2O_2 charge did not significantly affect the total yield, based on visual indication of pulp brightness, Then pulp samples produced using 3% NaOH and 3- 6 % H_2O_2 were selected for further analysis. All pulps were refined to 400 ml CSF and then 60 g/m^2 handsheets were made. Tear index and tensile index of handsheets varied between 4.48-6.02 mN.m^2/g and 12.53-22.71 N.m/g respectively. The influence of H_2O_2 addition on these properties was significant at 99% level. Optical properties of handsheets including brightness, opacity, yellowness, color factors L*, a* and b* were measured at 66.1- 68.44 %, 87.20 – 89.55 %, 14.53-17.65, 90.01-90.045, 1.02-1.34 and 8-9.68 respectively. The effect of H_2O_2 addition on measured properties was significant at 99%. Overall the results indicate that the newsprint paper could be produced from APMP of rapeseed stalks.

Keywords: Rapeseed stalk, APMP, Total Yield, Strength Properties, Optical Properties

*Corresponding author: Tel: +98 261 2249311 , Fax: +98 261 2249311 , E-mail: adfallah@ut.ac.ir

Archive of SID

www.SID.ir