

مطالعه ویژگی‌های خمیر کاغذ CMP و APMP کاه‌گندم در استان گلستان

سعید کامرانی^{۱*}، احمد رضا سرائیان^۲ و ایمان اکبرپور^۳

*۱- مسئول مکاتبات، کارشناس ارشد صنایع چوب و کاغذ، دانشکده جنگلداری و فناوری چوب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
پست الکترونیک: Kamrani@yahoo.com

۲- استاد یار علوم و تکنولوژی خمیر کاغذ، دانشکده جنگلداری و فناوری چوب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۳- کارشناس ارشد صنایع خمیر و کاغذ، دانشکده جنگلداری و فناوری چوب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان:

تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۸۸

تاریخ دریافت: دی ماه ۱۳۸۷

چکیده

این مطالعه با هدف بررسی خصوصیات مقاومتی و نوری خمیر و کاغذ APMP, CMP, APMP یک مرحله‌ای و APMP دو مرحله‌ای از کاه گندم استان گلستان انجام گرفت. به این منظور، کاه گندم از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان جمع‌آوری گردید و ابعاد الیاف آنها شامل طول الیاف، قطر الیاف، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره الیاف به ترتیب ۱/۱۸ میلی‌متر، ۱۸/۱۵۶، ۱۱/۴۶۱ و ۳/۳۹۶ میکرون اندازه‌گیری شد. همچنین میزان مواد شیمیایی شامل سلولز، لیگنین، خاکستر و مواد استخراجی به ترتیب ۵۳/۷، ۲۱/۱، ۵/۱ و ۸/۵ درصد اندازه‌گیری گردید. براساس نتایج پخت‌های آزمایشی، درجه حرارت کلیه پخت‌ها ۹۵ درجه سانتیگراد، زمان آغشته‌سازی ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ دقیقه، درصد نسبی مصرف هیدروکسید سدیم ۱۰ درصد و پروکسید هیدروژن معادل ۳ درصد در نظر گرفته شد. براساس ویژگی‌های خمیر کاغذهای حاصله و شرایط پخت آنها، تیمارهای متشکل از پخت‌های ۲۰ و ۴۰ دقیقه‌ای انتخاب و تا درجه‌روانی ۳۵۰ میلی‌لیتر (CSF) پالایش گردید. سپس از این خمیرها برای ساخت کاغذ و مقایسه ویژگی‌های نوری و مقاومتی آنها استفاده گردید. نتایج نشان داد که مقاومت در برابر ترکیدن، طول پاره شدن و روشنی خمیر APMP دومرحله‌ای در مدت زمان ۴۰ دقیقه بیشتر از سایر خمیرها است. همچنین نتایج میانگین بازده خمیرها و مقاومت به پاره شدن کاغذ نشان داد که هیچ اختلاف معنی‌داری در بین سه روش خمیرسازی در سطح ۰.۵٪ وجود ندارد.

واژه‌های کلیدی: کاه گندم تجن، روش CMP، روش APMP، ویژگی‌های مقاومتی، ویژگی‌های نوری، بازده.

مقدمه

تهیه کاغذ و فرآورده‌های آن استفاده نمایند. به عقیده برخی از محققان، کاشت و پرورش درختان سریع‌الرشد که در کمترین زمان بتوانند بیشترین تولید و بازدهی را داشته باشند، راهی مناسب برای جبران کمبود مواد اولیه فیبری مورد نیاز صنایع چوب و کاغذ می‌باشد. اما به عقیده

با افزایش روزافزون جمعیت بشر و پیشرفت فناوری، نیاز به کاغذ و فرآورده‌های کاغذی روند صعودی دارد. کاهش جنگلها بر اثر عوامل تخریب‌کننده و بهره‌برداری بی‌رویه، محققان را بر آن داشته تا از منابع دیگری برای

سوابق تحقیقات در مورد خمیرهای CMP و APMP کاه گندم و گونه‌های چوبی به ترتیب ذیل اشاره نمود.

- پورموسی (۱۳۷۸) در بررسی مقایسه‌ای خصوصیات کاغذسازی دو کلن صنوبر با فرآیندهای مکانیکی توسعه یافته از گونه‌های *P.nigra var betolifolia* و *P.euramericana* در دو طبقه قطری ۱۵ و ۲۰ سانتیمتر با فرآیند CMP رنگبری نشده در دمای ۹۵ °C، زمان ۱۵ دقیقه و ترکیب مواد شیمیایی در سه سطح ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد سود سوزآور و فرآیند APMP در دمای ۹۵ °C با استفاده از ۰.۵٪ هیدروکسید سدیم و ۰.۲٪ پراکسید هیدروژن با دو مرحله زمانی ۱۰ دقیقه‌ای (در مرحله دوم از پراکسید استفاده می‌شود) خمیر کاغذ ساخت. نتایج نشان داد که گونه صنوبر اروامریکن در طبقه قطری ۲۰ سانتیمتر با فرآیند APMP نسبت به دیگر تیمارها برتر است. کاغذ حاصل از تیمار برتر دارای شاخص مقاومت در برابر پاره شدن ۴/۲۱۴ m.N.m2/g، طول پاره شدن برابر ۳/۶۶ km و شاخص مقاومت در برابر ترکیدن ۳/۱۷ Kpa.m2/g بوده است. نتایج ارزیابی خواص نوری کاغذ ساخته شده نشان داده که این تیمار بیشترین روشنی (ISO ۵۹/۵۲) و کمترین ماتی (۹۵/۲۲) را نسبت به دیگر تیمارها داشته است [۱]. صالحی (۱۳۷۹) با بررسی و تعیین ویژگیهای خمیر کاغذ شیمیایی مکانیکی پر بازده از باگاس عنوان می‌کند که بازده پخت‌های دو مرحله‌ای خمیر کاغذهای APMP نسبت به پخت‌های یک مرحله‌ای حدود ۶٪ بیشتر بوده است و افزودن پراکسید هیدروژن تأثیر معنی‌داری بر بازده ندارد. بیشترین طول پاره شدن مربوط به خمیر کاغذ حاصل از پخت دو مرحله‌ای با افزودن دو مرحله آب پراکسید هیدروژن می‌باشد [۴].

گروهی دیگر از محققان استفاده از پسماندهای کشاورزی می‌تواند راهی دیگر برای حل این مسئله باشد، در این رابطه عشوری (۲۰۰۶) طی مقاله‌ای تحت عنوان الیاف گیاهان کشاورزی به عنوان منبعی مناسب برای تولید کاغذ بیان کرده است که میزان نیاز به کاغذ طی ۴۰ ساله اخیر معادل ۴/۷٪ روند روبه رشد را داشته است که تأمین این میزان کاغذ بوسیله منابع چوبی امکان‌پذیر نیست و بایستی از منابع فیبری همچون پسماندهای کشاورزی در تولید کاغذ استفاده نمود [۷]. کاه گندم یکی از پسماندهای کشاورزی مورد استفاده در صنعت کاغذ است. امروزه در بسیاری از مناطق دنیا برای تولید خمیر کاغذ از کاه با استفاده از روشهای شیمیایی استفاده می‌گردد، که این مطلب خود منجر به آلوده کردن محیط زیست شده و مشکلات متعددی را به همراه داشته است. برای توسعه پایدار و کاهش آلودگی زیست محیطی، استفاده از روشهای نیمه شیمیایی و مکانیکی پر بازده در تولید خمیر کاغذ از منابع زراعی امری اجتناب‌ناپذیر می‌باشد.

استفاده از روشهای مکانیکی پر بازده از قبیل روشهای تولید خمیر کاغذ CMP و APMP می‌تواند روشهای مناسبی برای تولید خمیر کاغذ از کاه گندم باشد. نتایج تحقیقات در مورد تهیه خمیرهای مکانیکی به ویژه روش APMP بر روی گیاهان کنف [۸] و باگاس [۱۱] نتایج موفقیت‌آمیزی داشته است، اما در مورد تهیه خمیرهای APMP از کاه گندم طی دهه‌های اخیر تحقیقات اندکی صورت پذیرفته است. همچنین در مورد تهیه خمیرهای CMP کاه گندم بیشتر تحقیقات در قالب طرحهای پژوهشی بوده است. در این رابطه می‌توان به

کارایی تیمار پراکسید-قلیا را بالا می‌برد. روشنی و بازده خمیر در حد زیادی به سطوح مصرف پراکسید و سود بستگی دارد به طوری که با زیاد کردن مقدار قلیا (در محدوده یک تا هشت درصد) روشنی خمیر و مصرف پراکسید افزایش یافته و بازده خمیر کاهش می‌یابد. با این وجود در مورد تعادل بین زیاد کردن روشنی و کم کردن بازده باید به توافق رسید [۹].

- Pan و همکاران (۲۰۰۰) در بخش دوم با بررسی خمیرسازی با پروکسیدقلیایی از کاه گندم (اهمیت پایدار کردن پراکسید برای روشن‌سازی خمیر حاصل از کاه گندم) مطرح کردند که کاه گندم مقدار کمی فلزات واسطه (آهن و منگنز) و مقدار زیادی فلزات قلیایی خاکی (کلسیم و منیزیم) و سیلیس دارد. این ویژگی‌ها در مقایسه با چوب موجب مشکلات فلزی کمتر در رنگ‌بری با پراکسید می‌گردد. پیش تیمارهایی مثل استفاده از عوامل کی‌لیت‌ساز و یا شستشوی اسیدی مقدار فلزات واسطه را کم می‌کند و باعث بهبود روشنی و کاهش مصرف پراکسید می‌شود. همچنین با توجه به نتایج بدست آمده پیشنهاد شد که پیش تیمار شستشوی اسیدی به صورت تنها و یا همراه با عامل کی‌لیت‌ساز ترجیحاً در pH ۲ یا ۳ انجام شود. مقدار کمی از عامل کی‌لیت‌ساز در مرحله آغشته‌سازی مایع رنگ‌بری را پایدار تر می‌کند و موجب بهبود روشنی می‌شود [۱۰].

- سرانیان (۱۳۸۲) در بررسی امکان تولید خمیر کاغذ پر بازده سفید با روش مکانیکی پروکسیدقلیایی (APMP) از کاه گندم خراسان در ۱۲ ترکیب متفاوت به بررسی ویژگی‌های نوری و فیزیکی این خمیر در تیمارهای APMP یک مرحله‌ای و دو مرحله‌ای پرداخت. در این مطالعه بیشترین بازده متعلق به خمیر کاغذ دو

- فخریان و همکاران (۱۳۸۳) در بررسی خصوصیات خمیر کاغذ CMP و APMP چوب توسکای قشلاقی بیان می‌دارند که با توجه به شرایط و زمان پخت (سود ۱۰٪، پروکسید ۳٪ و مدت زمان ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ دقیقه و درجه حرارت ۹۵ درجه سانتیگراد) خمیر کاغذهای APMP دو مرحله‌ای از ویژگیهای مقاومتی و نوری بهتری نسبت به سایر خمیرها برخوردارند [۵].

- مرادیان (۱۳۸۱) با بررسی شرایط و ویژگی‌های کاغذ ساخته شده به روش CMP از کاه گندم، میانگین طول، قطر کلی، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی را برای کاه گندم فارس به ترتیب ۱۱۷۰، ۱۵/۹۸، ۱۰/۲۴ و ۲/۸۲ میکرون و ضرایب کاغذسازی از قبیل ضرایب لاغری، انعطاف پذیری و رانکل این کاه را به ترتیب ۷۳/۶۳، ۶۴/۴۴ و ۵۵/۰۸ تعیین نمود. این محقق از کاه گندم، پخت‌هایی با استفاده از مواد شیمیایی سودسوزآور خالص و مخلوط سولفیت سدیم و کربنات سدیم با نسبت دو به یک، در سه سطح شش، هشت، ده درصد و سه سطح زمانی ۲۰، ۳۰ و ۴۰ دقیقه، در دمای ۹۵-۹۸ درجه سانتیگراد تحت فشار معمولی و نسبت مایع به کاه ده به یک انجام داد. نتایج این تحقیق نشان داد که شاخص‌های مقاومتی کاغذهای حاصل از پخت با سود سوزآور به طور چشمگیری بیشتر از پخت‌های سولفیت بود [۶].

- Pan و همکاران (۲۰۰۰) در بررسی خمیرسازی مکانیکی با پراکسیدقلیایی از کاه گندم (به منظور تولید خمیر قابل سفید شدن برای کاغذهای چاپ) در ابتداء عوامل موثر بر روشنی کاغذ را در طی آغشته‌سازی مطالعه کردند و نتیجه گرفتند که آماده سازی مواد فیبری از طریق خرد کردن و شستن با آب داغ اهمیت دارد این مرحله ،

از بسته‌هایی که پس از برداشت توسط دستگاه بسته‌بندی تهیه شده و در سطح مزرعه پراکنده شده بود، به طور تصادفی انتخاب و به آزمایشگاه صنایع چوب و کاغذ دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان منتقل گردید. برای تهیه خمیر کاغذ، نمونه‌های کاه بوسیله قیچی باغبانی به ابعاد ۵ - ۳ سانتی متر تبدیل گردید. برای جداسازی الیاف از روش فرانکلین استفاده شده است [۲]. همچنین اندازه‌گیری ترکیبات شیمیایی بر اساس آیین‌نامه‌های مندرج در استاندارد TAPPI به شرح زیر انجام شد.

T211om-93	- خاکستر
T204om-88	- مواد استخراجی
T203cm-99	- سلولز
T222om-02	- لیگنین

شرایط پخت

نتایج آزمایشها نشان داد که دمای ۹۵ درجه سانتیگراد، میزان پروکسید هیدروژن ۳ درصد و هیدروکسید سدیم ۱۰ درصد (بر مبنای وزن خشک نمونه) برای انجام تیمار مناسب است. پخت خمیر کاغذها در طی زمانهای ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ دقیقه انجام شد. نسبت مایع پخت به کاه (L/W) معادل ۱۰ به ۱ بوده است. قبل از انجام پخت، ابتدا مایع پخت به بشر ۲۰۰۰ میلی‌لیتری منتقل شده و در داخل حمام آب گرم دمای آن به حد ۹۵ - ۸۵ درجه سانتیگراد رسانده، سپس برای انجام پخت، محلول به نمونه‌های کاه اضافه گردید.

در مورد خمیر APMP دو مرحله‌ای بایستی گفت پس از گذشت نیمی از زمان، نمونه‌ها از مایع پخت جدا شده و بوسیله دفیبراتور آزمایشگاهی، الیاف آنها از یکدیگر

مرحله‌ای پیش تیمار شده با آب سرد به مدت ۱۰ دقیقه و بیشترین روشنی از خمیر دو مرحله‌ای از پیش تیمار شده با آب جوش به مدت ۱۰ دقیقه و کمترین بازده و روشنی از خمیر کاغذ یک مرحله‌ای از پیش تیمار شده با سود سوز آور به مدت ۲۰ دقیقه بوده است. در این مطالعه، بیشترین مقاومتها مربوط به خمیر کاغذ APMP دو مرحله‌ای پیش تیمار شده با سوز آور بود [۳].

اهداف مورد مطالعه در این بررسی عبارتند از :

تهیه خمیر کاغذ CMP و APMP از کاه گندم

در این تحقیق از خمیر کاغذهایی که به لحاظ بازده و شرایط ظاهری خمیر، دارای شرایط مطلوب تری نسبت به سایر خمیرها می باشند، کاغذهای دست ساز تهیه شد. ویژگی‌های مقاومتی و نوری کاغذهای دست ساز اندازه‌گیری شده و سپس بوسیله تحلیل‌های آماری مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

مواد و روشها

تهیه کاه و آماده‌سازی آن

نمونه‌های کاه تجن استان گلستان از مزارع مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان واقع در ۵ کیلومتر جاده گرگان - آق قلا، تهیه گردید. نمونه‌ها از ۱۲ پلات ۲×۲، با فاصله مرکزی هر پلات ۱۰۰ متر از طرفین به صورت شبکه‌ای از برخورد سطرها و ستون‌های فرضی در طول و عرض گندم‌زار برداشته شد. ساقه‌های گندم به همراه برگ و خوشه مربوط به هر پلات بوسیله داس و از نزدیکی سطح زمین قطع گردید و توسط نخ پلاستیکی به دسته‌های مجزا تبدیل گردید. ۱۲ دسته برداشت شده به همراه سه بسته (عدل) کاه ۱۰ کیلوگرمی،

نشده) از الک ۲۰ مش عبور داده شد. در این تحقیق هر پخت با ۳ تکرار انجام گرفت.

بازده خمیر کاغذ

بازده خمیر کاغذ به صورت وزنی و به محاسبه نسبت درصد وزن خشک خمیر الک و شسته شده به وزن خشک کاه خورده شده مورد استفاده تعیین گردید. مرحله‌ای، خمیرهای حاصل در مدت زمان ۲۰ و ۴۰ دقیقه‌ای دارای شرایط بهتری به لحاظ بازده و خواص ظاهری نسبت به خمیرهای دیگر بودند. در نتیجه، از این خمیر کاغذها، کاغذ دست‌ساز بر اساس آیین‌نامه شماره T205 sp-95 استاندارد TAPPI تهیه گردید.

جداسازی شد. پس از جداسازی کامل الیاف، دوباره پراکسید تازه به همراه الیاف جداسازی شده به داخل بشر ریخته شد، تا مدت زمان پخت در حمام آب گرم به پایان برسد. الیاف دوباره پس از اتمام زمان پخت جداسازی شد. الیاف در مرحله اول بوسیله دفیبراتور کاملاً از یکدیگر جداسازی شدند. سپس نمونه‌ها بوسیله آب مقطر شسته شده و به منظور جداسازی وازده (الیاف پخت

ساخت کاغذ دست ساز

تهیه کاغذ دست‌ساز از خمیر کاغذهایی که شرایط بهتری به لحاظ بازده و شرایط ظاهری نسبت به سایر خمیرها داشتند، تهیه شد. در این مطالعه، با سه روش APMP، CMP، APMP یک مرحله‌ای و APMP دو

خصوصیات مقاومتی و نوری کاغذ

خصوصیات مقاومتی و نوری کاغذهای دست ساز با استفاده از استانداردهای زیر انجام شد.

استاندارد TAPPI	T 403 Om- 97	آیین نامه شماره	مقاومت در برابر ترکیدن
استاندارد TAPPI	T 414 Om- 97	آیین نامه شماره	مقاومت در برابر پاره شدن
استاندارد TAPPI	T 494 Om- 98	آیین نامه شماره	طول پاره شدن
استاندارد TAPPI	T 425 Om- 96	آیین نامه شماره	ماتی
استاندارد TAPPI	T 452 Om- 98	آیین نامه شماره	روشنی

بلوکهای کامل تصادفی استفاده گردید. همچنین مقایسه و گروه‌بندی میانگین نتایج بدست آمده از اندازه‌گیری ویژگی‌های مقاومتی و روشنی کاغذها، با استفاده از آزمون دانکن انجام گرفت.

نتایج

ابعاد الیاف

ویژگی‌های بیومتریکی الیاف و ضرایب کاغذسازی کاه گندم در جدولهای ۱ و ۲ خلاصه شده است.

میزان قلیای مصرف شده

میزان قلیا و یا هیدروکسید سدیم مصرف شده در پخت بوسیله تیتراژ کردن محلول خمیر با اسید سولفوریک ۰/۱ نرمال اندازه‌گیری شد.

طرح آماری

در این بررسی برای مقایسه خواص مقاومتی و نوری کاغذهای ساخته شده از آزمون فاکتوریل در قالب طرح

جدول ۱- ویژگی‌های بیومتریکی کاه گندم

ابعاد الیاف	میانگین (میکرون)	انحراف معیار
طول فیبر	۱۱۸۰	۲۱۰/۹۱
قطر فیبر	۱۸/۱۵	۳/۲۹
قطر حفره سلولی	۱۱/۴۶	۳/۴۷
ضخامت دیواره سلولی	۳/۹۳	۱/۱۹

جدول ۲- ضرایب کاغذسازی کاه گندم

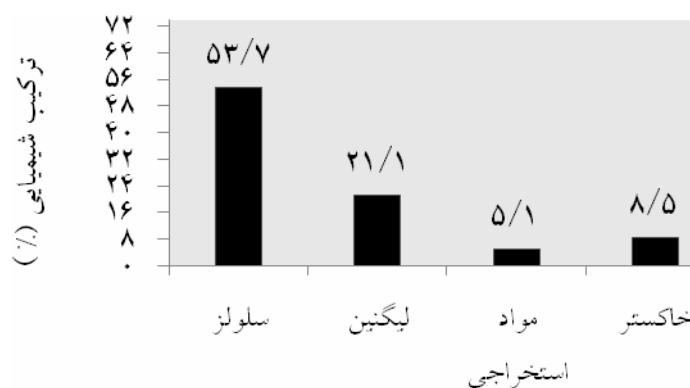
ضریب درهم رفتگی (l/d)	۶۶/۷۶
ضریب نرمش (c/d)	۶۳/۴۱
مقاومت پارگی (2p/c)	۶۰/۸۸

ترکیب شیمیایی

سلولز، لیگنین، مواد استخراجی و خاکستر از ۱۰۰ درصد محاسبه شود.

شکل ۱ ترکیبات شیمیایی کاه گندم را نشان می‌دهد.

مقدار همی سلولز می‌تواند از اختلاف مجموع درصد



شکل ۱- ترکیبات شیمیایی کاه گندم

بازده خمیر کاغذ

زمان پخت از ۱۰ دقیقه به ۴۰ دقیقه میزان کاهش بازده کاملاً مشهود می‌باشد. در بررسی اثر متقابل روش پخت و زمان پخت و همچنین روش پخت بر روی بازده خمیر کاغذها در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. در روش‌های APMP و CMP یک مرحله‌ای و دو

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل بازده خمیر کاغذ در این تحقیق نشان می‌دهد که با تغییر زمان پخت بدون در نظر گرفتن روش پخت، اختلاف بین مقادیر بازده خمیر کاغذها در سطح ۱٪ معنی‌دار می‌باشد. یعنی با افزایش

جدولهای ۳، ۴، ۵ و ۶ به ترتیب گروه‌بندی بازده خمیر کاغذها در شرایط مختلف پخت گروه‌بندی بازده خمیر کاغذهای CMP، گروه‌بندی بازده خمیر کاغذهای APMP یک مرحله‌ای و APMP دو مرحله‌ای آورده شده است.

مرحله‌ای، با افزایش زمان پخت، بازده خمیر کاغذهای CMP و APMP یک مرحله‌ای و CMP و APMP دو مرحله‌ای کاهش یافت. بین بازده خمیر کاغذ CMP و APMP یک مرحله‌ای و CMP و APMP دو مرحله‌ای اختلاف معنی‌داری در سطح ۰.۵٪ مشاهده نگردید. در

جدول ۳ - بازده خمیر کاغذ تحت شرایط مختلف پخت و گروه‌بندی آنها

گروه‌بندی	بازده خمیر کاغذ (درصد)	زمان پخت (دقیقه)	ردیف
A	۸۶/۹۲	۱۰	۱
A	۸۴/۸۷	۲۰	۲
B	۷۹/۴۲	۳۰	۳
B	۷۸/۹۳	۴۰	۴

جدول ۴ - بازده خمیر کاغذ CMP و گروه‌بندی آنها

گروه‌بندی	بازده خمیر کاغذ (درصد)	زمان پخت (دقیقه)	ردیف
A	۸۷/۲۲	۱۰	۱
A	۸۴/۴۱	۲۰	۲
B	۸۱/۰۹	۳۰	۳
B	۷۹/۸۲	۴۰	۴

جدول ۵ - بازده خمیر کاغذ APMP یک مرحله‌ای و گروه‌بندی آنها

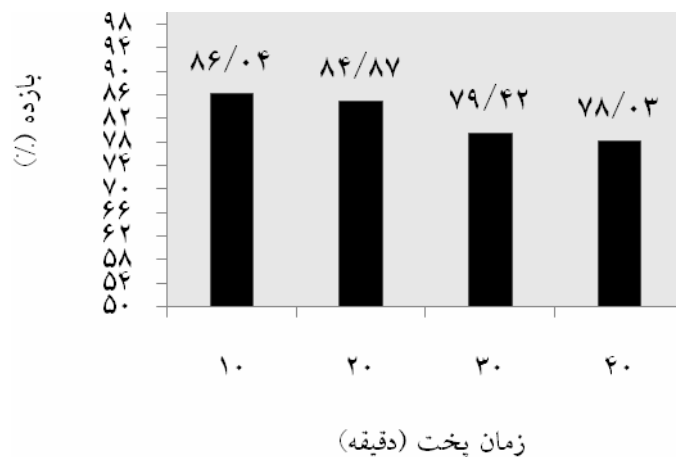
گروه‌بندی	بازده خمیر کاغذ (درصد)	زمان پخت (دقیقه)	ردیف
A	۸۶/۹۲	۱۰	۱
A	۸۴/۳۰	۲۰	۲
B	۷۹/۱۰	۳۰	۳
B	۷۷/۹۷	۴۰	۴

جدول ۶ - بازده خمیر کاغذهای APMP دو مرحله‌ای و گروه‌بندی آنها

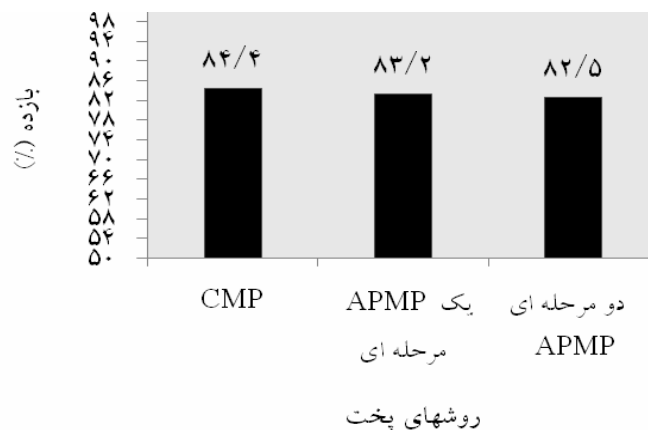
گروه‌بندی	بازده خمیر کاغذ (درصد)	زمان پخت (دقیقه)	ردیف
A	۸۴/۵۲	۱۰	۱
A	۸۳/۰۳	۲۰	۲
B	۷۹/۴۱	۳۰	۳
B	۷۷/۳۴	۴۰	۴

معادل $78/4 - 69/7$ درصد اندازه‌گیری شد. همچنین میزان وازده های پخت خمیرکاغذ معادل $6/3 - 1/8$ درصد اندازه‌گیری شد.

شکل‌های ۲ و ۳ به ترتیب تأثیر افزایش زمان پخت بر بازده بعد از الک خمیر کاغذ و میزان بازده خمیر کاغذها با استفاده از روشهای مختلف پخت را نشان می‌دهد. میانگین میزان مصرف هیدروکسید سدیم در خمیر کاغذها



شکل ۲ - تأثیر افزایش زمان پخت بر بازده خمیرکاغذ حاصل از کاه گندم



شکل ۳ - مقایسه بازده خمیرکاغذ حاصل از کاه گندم با روشهای مختلف پخت

معنی‌داری بین مقادیر مقاومت اندازه‌گیری شده (اختلاف مقاومت خمیر کاغذ تهیه شده در مدت زمان ۲۰ دقیقه با خمیرکاغذ تهیه شده در مدت ۴۰ دقیقه) در سطح ۰.۱٪ مشاهده شده است. تأثیر افزایش زمان پخت در مورد

بررسی ویژگی‌های مقاومتی کاغذ

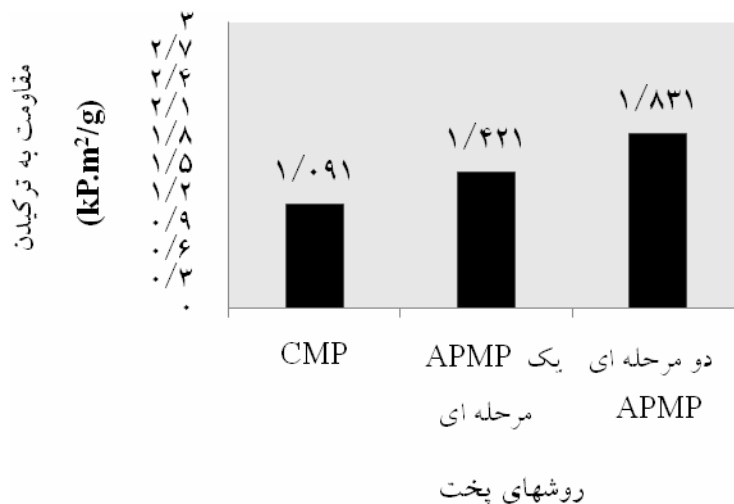
تأثیر افزایش زمان پخت بر ویژگی‌های مقاومتی کاغذ افزایش زمان پخت مقاومت کاغذها را در برابر ترکیدها ، پاره شدن و طول پاره شدن افزایش داد. اختلاف

برابر ترکیدن و طول پاره شدن کاغذها در سطح ۱٪ معنی‌دار بوده است (شکل‌های ۴ و ۵؛ جدول‌های ۷ و ۸). اختلاف معنی‌داری بین مقادیر مقاومت کاغذ در برابر پاره شدن، در سطح ۵٪ مشاهده شده نشده است (شکل ۶).

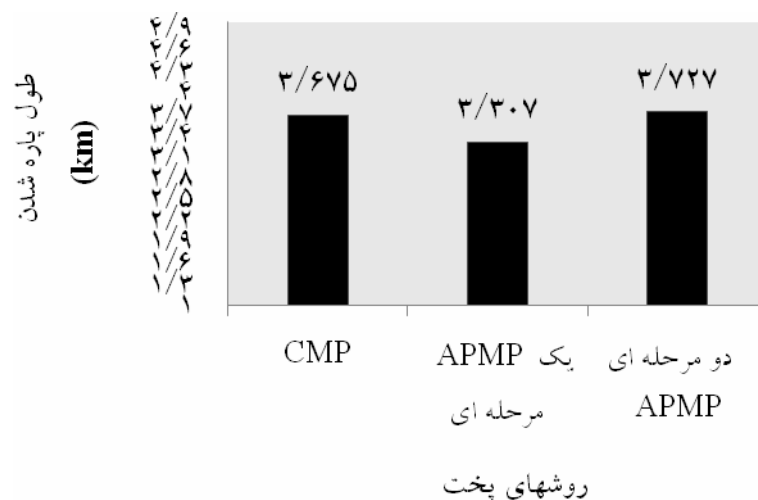
افزایش مقاومت به پاره شدن کاغذ در سطح ۵٪ معنی‌دار بوده است (جدول ۱۳).

تأثیر روش پخت بر ویژگی‌های مقاومتی کاغذ

مقایسه خواص مقاومت کاغذ با استفاده از روشهای مختلف نشان داد که اختلاف مقادیر مقاومت کاغذ در



شکل ۴- مقایسه مقاومت به ترکیدن خمیر کاغذ حاصل از گانه گندم با روشهای مختلف پخت



شکل ۵- مقایسه طول پاره شدن خمیر کاغذ حاصل از گانه گندم با روشهای مختلف پخت

جدول ۷- نتایج حاصل از اندازه‌گیری میانگین طول پاره شدن کاغذ

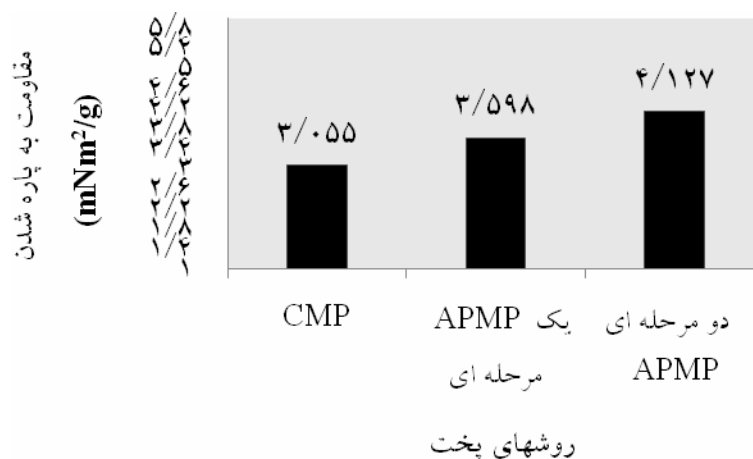
تحت شرایط مختلف پخت و گروه‌بندی میانگین

ردیف	روش پخت	طول پاره شدن (km)	گروه‌بندی
۱	CMP	۳/۶۷۵	A
۲	APMP یک مرحله‌ای	۳/۳۰۷	B
۳	APMP دو مرحله‌ای	۳/۷۲۷	A

جدول ۸- نتایج حاصل از اندازه‌گیری میانگین مقاومت در برابر ترکیدن کاغذ

تحت شرایط مختلف پخت و گروه‌بندی آنها

ردیف	روش پخت	مقاومت در برابر پاره شدن (mNm ² /gr)	گروه‌بندی
۱	CMP	۱/۰۹۱	C
۲	APMP یک مرحله‌ای	۱/۴۲۱	B
۳	APMP دو مرحله‌ای	۱/۸۳۱	A



شکل ۶- مقایسه مقاومت به پاره شدن خمیرکاغذ حاصل از

گاه‌گندم با روشهای مختلف پخت

روش پخت، اختلاف معنی‌داری بین مقاومت در برابر ترکیدن و طول پاره شدن در سطح ۵٪ وجود دارد. اما این تأثیر بر روی مقاومت در برابر پاره شدن کاغذهای دست‌ساز در سطح ۵٪ معنی‌دار نبوده است (جدول ۱۳).

تأثیر متقابل زمان پخت و روش پخت بر روی مقاومت های کاغذ
نتایج حاصل از مقایسه خواص مقاومتی کاغذهای ساخته شده نشان داد که تحت تأثیر متقابل زمان پخت و

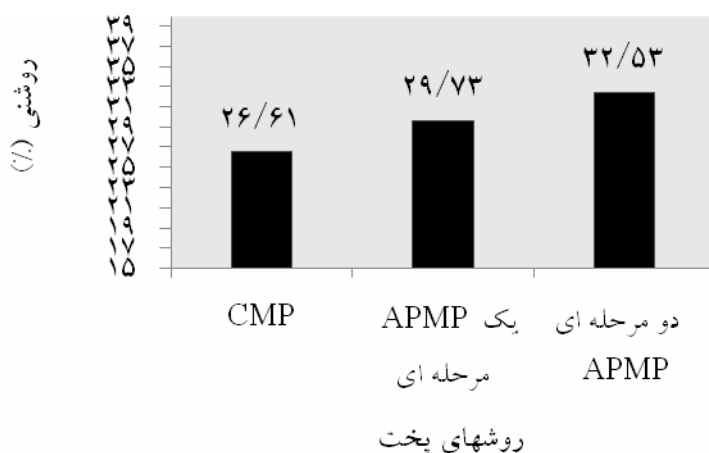
بررسی ویژگی‌های نوری کاغذ

تأثیر افزایش زمان پخت بر روی ویژگی‌های نوری کاغذ

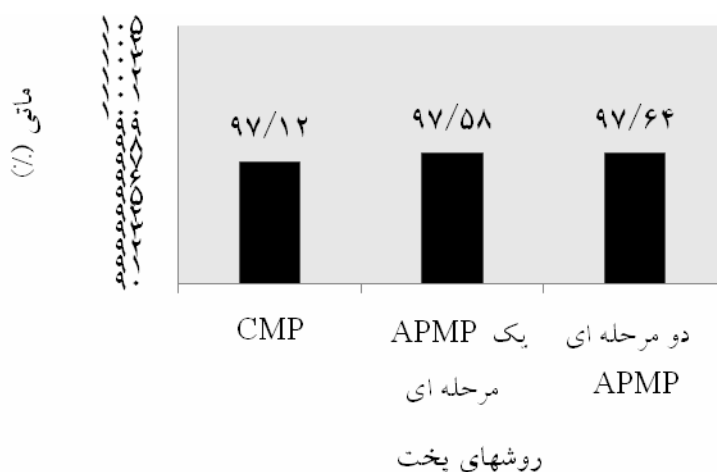
نتایج بدست آمده از تجزیه و تحلیل مقادیر روشنی و ماتنی کاغذها نشان داد که تحت تأثیر افزایش زمان پخت، اختلاف معنی‌داری بین ویژگی‌های نوری کاغذ در سطح ۱٪ وجود دارد (جدول ۱۳).

تأثیر روش پخت بر ماتنی و روشنی

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل ویژگی‌های نوری کاغذ (ماتی و روشنی) با استفاده از روشهای مختلف پخت نشان می‌دهد که با تغییر روش پخت اختلاف معنی‌داری بین ویژگی‌های نوری کاغذ در سطح ۱٪ وجود دارد (شکل‌های ۷ و ۸؛ جدول‌های ۹ و ۱۰).



شکل ۷ - مقایسه روشنی خمیر کاغذ حاصل از گندم با روشهای مختلف پخت



شکل ۸ - مقایسه ماتنی خمیر کاغذ حاصل از گندم با روشهای مختلف پخت

جدول ۹- نتایج حاصل از میانگین روشنی خمیر کاغذ و گروه‌بندی آنها

گروه‌بندی	روشنی (%)	روش پخت	ردیف
B	۲۶/۶۱	CMP	۱
C	۲۹/۷۳	APMP یک مرحله‌ای	۲
A	۳۲/۵۳	APMP دو مرحله‌ای	۳

جدول ۱۰- نتایج حاصل از میانگین ماتی خمیر کاغذ و گروه‌بندی آنها

گروه‌بندی	ماتی (%)	روش پخت	ردیف
B	۹۷/۱۲	CMP	۱
A	۹۷/۵۸	APMP یک مرحله‌ای	۲
A	۹۷/۶۴	APMP دو مرحله‌ای	۳

۱٪ نشان دادند. این در حالی است که تحت تأثیر دو عامل متقابل زمان پخت و روش پخت، اختلاف معنی داری بین روشنی کاغذها در سطح ۰.۵٪ مشاهده شده است (جدولهای ۱۱ و ۱۲).

تأثیر متقابل زمان پخت و روش پخت بر روی ماتی و روشنی کاغذ
مقادیر ماتی کاغذهای ساخته شده تحت تأثیر متقابل زمان پخت و روش پخت، اختلاف معنی داری را در سطح

جدول ۱۱- گروه‌بندی میانگین ماتی خمیر کاغذ تحت تأثیر متقابل زمان و روشهای مختلف پخت

گروه‌بندی	میانگین ماتی (%)	روش پخت	زمان پخت (دقیقه)	شماره
A	۹۷/۷۵	APMP یک مرحله‌ای	۲۰	۱
A	۹۷/۷۳	APMP دو مرحله‌ای	۴۰	۲
AB	۹۷/۵۵	APMP دو مرحله‌ای	۲۰	۳
AB	۹۷/۵۱	CMP	۲۰	۴
BC	۹۷/۴۱	APMP یک مرحله‌ای	۴۰	۵
C	۹۶/۷۳	CMP	۴۰	۶

جدول ۱۲- گروه‌بندی میانگین روشنی خمیر کاغذ تحت تأثیر متقابل زمان پخت و شرایط مختلف روش پخت

گروه‌بندی	میانگین روشنی (%)	روش پخت	زمان پخت (دقیقه)	شماره
C	۲۷/۹۴	APMP یک مرحله‌ای	۲۰	۱
A	۳۴/۵۹	APMP دو مرحله‌ای	۴۰	۲
B	۳۱/۴۵	APMP دو مرحله‌ای	۲۰	۳
D	۲۶/۶۵	CMP	۲۰	۴
B	۲۹/۸۳	APMP یک مرحله‌ای	۴۰	۵
D	۲۵/۵۱	CMP	۴۰	۶

جدول ۱۳ - نتایج حاصل از اندازه‌گیری ویژگی‌ها مقاومتی و نوری کاغذهای دست ساز

زمان پخت (دقیقه)	روش پخت	مقاومت در برابر ترکیدن (kPa.m ² /g)	طول پاره شدن (km)	مقاومت در برابر پاره شدن (mNm ² /gr)	روشنی (%)	ماتی (%)
		تکرار	تکرار	تکرار	تکرار	تکرار
۲۰	CMP	۱/۰۳	۳/۵۸۱	۳/۹۱۲	۲۶/۲۹	۹۸/۸۵
		۱/۰۵	۳/۶۲۷	۳/۹۱۳	۲۷/۱۱	۹۶/۸۰
		۰/۹۹	۳/۶۰۸	۳/۹۴۷	۲۶/۸۱	۹۶/۸۷
		۱/۰۰	۳/۶۳۲	۳/۹۸۱	۲۶/۶۳	۹۶/۸۰
	APMP یک مرحله‌ای	۱/۳۵۱	۳/۲۸۳	۳/۵۹۰	۲۷/۸۰	۹۷/۲۰
		۱/۲۶۸	۳/۲۸۴	۳/۵۶۵	۲۷/۱۳	۹۶/۹۵
		۱/۳۸۰	۳/۳۰۱	۳/۵۷۲	۲۷/۹۷	۹۷/۵۰
		۱/۳۳۳	۳/۲۹۰	۳/۵۲۰	۲۷/۹۵	۹۶/۹۸
	APMP دو مرحله‌ای	۱/۷۹۷	۳/۶۹۸	۳/۹۸۰	۳۱/۳۲	۹۷/۲۰
		۱/۶۸۸	۳/۶۸۱	۳/۹۹۷	۳۱/۲۷	۹۷/۳۶
		۱/۷۳۲	۳/۷۰۲	۳/۹۸۵	۳۱/۳۰	۹۷/۵۵
		۱/۶۹۹	۳/۶۷۴	۴/۰۲۱	۳۱/۶۵	۹۷/۶۰
۴۰	CMP	۱/۱۰	۳/۶۷۳	۴/۱۲۵	۲۶/۳۱	۹۷/۲۰
		۱/۰۷	۳/۷۱۲	۴/۰۸۱	۲۵/۳۳	۹۷/۲۷
		۱/۰۱	۳/۷۰۴	۳/۹۵۴	۲۵/۴۸	۹۷/۴۵
		۱/۱۲	۳/۶۹۵	۴/۱۱۰	۲۶/۱۲	۹۷/۳۶
	APMP یک مرحله‌ای	۱/۴۲۷	۳/۳۲۰	۳/۶۲۱	۲۹/۴۵	۹۷/۸۵
		۱/۴۱۲	۳/۳۱۸	۳/۶۲۰	۳۰/۱۱	۹۷/۸۰
		۱/۳۹۰	۳/۳۲۲	۳/۶۲۷	۲۹/۷۲	۹۷/۵۲
		۱/۴۰۱	۳/۳۲۵	۳/۶۰۱	۲۹/۶۵	۹۸/۱۱
	APMP دو مرحله‌ای	۱/۸۴۲	۳/۷۳۸	۴/۱۴۷	۳۴/۱۰	۹۷/۸۸
		۱/۸۳۸	۳/۷۲۱	۴/۱۵۰	۳۴/۲۵	۹۸/۲۰
		۱/۸۵۵	۳/۷۲۹	۴/۱۲۵	۳۵/۱۷	۹۸/۲۷
		۱/۸۳۷	۳/۷۴۳	۴/۱۳۱	۳۴/۹۵	۹۸/۳۲

بحث و نتیجه‌گیری

بازده خمیر کاغذ

با افزایش زمان پخت خمیرهای CMP و APMP یک مرحله‌ای و دو مرحله‌ای میزان بازده خمیر کاغذها به

علت انحلال مقداری از لیگنین و کربوهیدراتها بخصوص همی سلولزهای کاه (تحت تأثیر هیدروکسید سدیم) کاهش پیدا کرد. اختلاف کاهش بازده محاسبه شده خمیر کاغذ در سطح ۱٪ معنی‌دار مشاهده شده

ویژگی‌های نوری خمیر کاغذ

در این بررسی افزایش زمان پخت و روش پخت تأثیر معنی‌داری را در سطح ۱٪ بر روی ماتنی کاغذهای ساخته شده نشان داده است. دلیل این امر می‌تواند به کاهش سطح الیاف (ریز شدن الیاف) و یا افزایش سطح کلی الیاف مربوط شود که این خود سبب افزایش تفرق نوری کاغذ (ماتی) می‌شود. افزایش پراکسید هیدروژن در خمیر کاغذهای APMP یک مرحله‌ای و دو مرحله‌ای تأثیر بسزایی بر روشنی خمیر کاغذ داشت و سبب افزایش روشنی خمیر کاغذ گردید. یعنی در خمیرهای پر بازده، با استفاده از گروه‌های رنگ‌بر با حفظ لیگنین می‌توان روشنی خمیر را تا حد زیادی افزایش داد. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل روشنی کاغذها نشان داد که با تغییر درجه حرارت پخت و روش پخت اختلاف بین مقادیر روشنی خمیر کاغذ در سطح ۱٪ معنی‌دار بوده است. بیشترین مقدار روشنی خمیر APMP دو مرحله‌ای در مدت زمان ۴۰ دقیقه بدست آمد. به هر حال خمیر کاغذهای تهیه شده از گاه گندم روشنی لازم جهت ساخت کاغذهای چاپ و تحریر را ندارد، اما با توجه به ابعاد الیاف گاه گندم تجن و خمیر حاصله از آن با روش‌های مذکور، خمیر کاغذ حاصله می‌تواند به عنوان مکمل و یا در ترکیب با سایر خمیر کاغذ برای ساخت کاغذهایی از جمله روزنامه، کاتالوگ، نشریات، حوله‌ای، کنگره‌ای و مقوای ساده و یا به عنوان پرکننده و افزایش دهنده میزان ماتنی سایر کاغذها استفاده شود. بدیهی است که مقدار درصد اختلاط این خمیر کاغذ با سایر خمیر و کاغذها می‌تواند با توجه به درصد روشنی و مقادیر مقاومتی مورد نظر متفاوت باشد.

است. همچنین اختلاف معنی‌داری بین مقادیر بازده در روش‌های مختلف پخت سطح ۵٪ مشاهده نشد. بطور کلی بیشترین میزان بازده خمیر کاغذهای تهیه شده در مدت زمان ۱۰ دقیقه بود و کمترین آن مربوط به خمیر کاغذهای تهیه شده در مدت زمان ۴۰ دقیقه بود.

ویژگی‌های مقاومتی خمیر کاغذ

افزایش زمان پخت از ۲۰ دقیقه سبب نرم شدن الیاف و افزایش انعطاف پذیری آن و همچنین بهبود میزان پالایش پذیری الیاف شده است. در اثر پالایش بهتر، سطح اتصال الیاف بیشتر شده و در نتیجه پیوندهای بین لیفی بیشتری ایجاد شده است. مقاومت کاغذهای دست ساز در برابر ترکیدن و طول پاره شدن آنها تحت تأثیر این عامل افزایش یافته است (اختلاف افزایش مقاومت در برابر ترکیدن و طول پاره شدن در سطح ۱٪ معنی‌دار بود). جداسازی الیاف در مرحله اول خمیر کاغذ APMP دو مرحله‌ای سبب تیمار بهتر الیاف در مایع پخت شده و در نتیجه الیاف این خمیر نسبت به روش CMP و APMP یک مرحله‌ای از انعطاف پذیری بالاتری برخوردار بودند. در نتیجه خمیر کاغذ APMP دو مرحله‌ای از بیشترین میزان مقاومت در برابر ترکیدن و طول پاره شدن برخوردار بود. در مورد مقاومت در برابر پاره شدن نیز مانند مقاومت در برابر ترکیدن و طول پاره شدن، افزایش زمان پخت سبب حل شدن بیشتر لیگنین و انعطاف پذیرتر شدن الیاف شده که این خود سبب افزایش مقاومت کاغذ در برابر پاره شدن شده است (اختلاف افزایش مقاومت در برابر پاره شدن در سطح ۵٪ معنی‌دار بود).

تشکر و قدردانی

بدین وسیله نگارندگان این تحقیق از همکاری رئیس محترم تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان دکتر نوری نیا و همچنین مهندس کلاته مسئول بخش تحقیقات گندم و غلات مؤسسه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان کمال تشکر و امتنان را دارند.

منابع مورد استفاده

- پور موسی ، ش. ۱۳۷۸. بررسی مقایسه‌ای خصوصیات کاغذسازی دوکلن صنوبر با فایند های مکانیکی توسعه یافته (CMP و APMP) پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی علوم و صنایع چوب و کاغذ ، دانشگاه تربیت مدرس.
- حسینی ، ض. ۱۳۷۹. مرفولوژی الاف در چوب و خمیر کاغذ، ناشر دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
- سراییان ، ا. ۱۳۸۲. بررسی امکان تولید خمیر کاغذ پر بازده سفید با روش مکانیکی پروکسید قلیایی (APMP) از کاه گندم خراسان ، رساله برای دریافت درجه دکتری ، دانشکده منابع طبیعی ، دانشگاه تهران.
- صالحی ، ک ؛ ا ، لتیباری ؛ ع ، حسین زاده. ۱۳۷۹. بررسی و تعیین ویژگی‌های خمیر کاغذ شیمیایی مکانیکی پر بازده ، از باگاس .

تحقیقات چوب و کاغذ ایران ، شماره ۱۰ ، انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع.

- فخریان ، ع ؛ ع ، حسین زاده و فرداد گلبنی. ۱۳۸۳. خصوصیات خمیر کاغذ CMP و APMP چوب توسکای قشلاقی . مجله پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران ، جلد ۲۰ ، شماره ۱ ، ص ۹۲ - ۶۴ .

- مرادیان ، م ، ۱۳۸۱. بررسی تولید خمیر کاغذ CMP از کاه گندم . پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی ، دانشگاه تربیت مدرس.

- Ashoori, A.2006.Nonwood plants fiber suitable sources for pulp and paper. FAo forestry statistical database.<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/ago44eoo.pdf>
- Myers, G.C., and Bagy,M.O.1995.Tappi Journal.,78(5):15
- Pan, George.X., and Gorden, leary.2000.Alkaline peroxide mechanical pulping of wheat straw.part1: Factors influencing the brightness response in impregnation. Tappi Journal,83(7):85.
- Pan, George.X., and Gorden, leary.2000.Alkaline peroxide mechanical pulping of wheat straw.part1: Significance of peroxide stabilization to the brightening of wheat straw. Tappi Journal,83(7):85.
- Ramos,Q.J.1991.Nonwood plant fiber pulping progress report. Tappi press, Atlanta, No 20, P163.
- Tappi standard and suggested methods.1996.Technical Association of the pulp and paper industry.360 lexington New York, USA.

Studying from the Properties of Chemi-Mechanical Pulping and Alkaline Peroxide Mechanical Pulping of Wheat Straw Golestan province

Kamrani, S.*¹ Sarayan, A. R.² and Akbarpour, I.³

1*- Corresponding author, M.Sc , Wood and Paper Science Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Email: Kamrani@yahoo.com

2- – Assistant prof., Faculty members Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources,

3- M.Sc , Wood and Paper Science Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Email: iman.ak2010@gmail.com

Received: Jan. 2008

Accepted: May, 2009

Abstract

In this study, mechanical and optical properties of CMP, one stage APMP and two stage APMP pulps (from Tajan wheat straw Golestan province) were investigated. wheat straw collected at research center of Agriculture and Natural resources of Golestan province. Fiber dimensions such as average fiber length , diameter cell , lumen and fiber wall thickness were assessed at 1.18mm, 18.156, 11.461 and 3.396 microns, respectively. chemical components such as cellulose , lignin , ash and extractives were assessed at 53.7, 21.1, 5.1 and 8.5 percent, respectively. Based on the preliminary experiment results, impregnation temperature was 95⁰C, impregnation times of 10, 20, 30, 40 minutes, caustic charge 10% and peroxide charge was 3% in CMP ,one stage APMP and two stages APMP pulps. Considering pulp properties and treatment conditions, many treatments including 20 and 40 minutes treatments were selected for making of handsheet. The selected pulps were refined up to 350 ml (CSF) freeness prior to making of hasndsheets. Final results indicated that two stages APMP pulp (impregnation in time 40 minutes) had the highest burst strength, breaking length and brightness. Also, the results of yield and tear strength showed that, there was no meaningful difference at the 5% level between three methods CMP, one and two stages of APMP pulps.

Key words: Tajan wheat straw , Chemi-mechanical Pulping , Alkaline Peroxide Mechanical Pulping , Mechanical properties , Optical properties , Yield.