

## بررسی اثر پیش‌فرآوری و درصد خشکی بر زمان تیمار و درجه‌روشنی خمیر کاغذ مکانیکی پراکسید قلیایی باگاس

سعیده شریفی<sup>۱\*</sup>، احمدرضا سرائیان<sup>۲</sup> و حسین رسالتی<sup>۳</sup>

\*۱- نویسنده مسئول، کارشناسی ارشد علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

پست الکترونیک: Fraxinus2006@yahoo.com

۲- دانشیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۳- استاد گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ پذیرش: مرداد ۱۳۹۰

تاریخ دریافت: آبان ۱۳۸۹

### چکیده

آماده‌سازی و پیش‌فرآوری ماده اولیه، بر زمان تولید خمیر کاغذ و رنگ‌بری آن اثر می‌گذارد. درصد خشکی نیز از جمله شرایطی است که واکنش رنگ‌بری را تحت تأثیر قرار می‌دهد. به‌منظور تهیه خمیر کاغذها ابتدا باگاس با آب جوش، با سود سوزآور یک درصد و نیز با سود سوزآور یک درصد همراه با یک درصد پراکسید هیدروژن به‌طور مجزا، در شرایط ثابت نسبت مایع خمیرسازی به ماده اولیه ۱۰ به ۱، زمان ۳۰ دقیقه و درجه حرارت ۷۰°C پیش‌فرآوری شده و بعد تحت تأثیر تیمار اصلی پراکسید قلیایی قرار گرفت. مدت زمان تیمار اصلی به‌نحوی تعیین گردید که حداقل ۵ درصد از پراکسید مصرفی اولیه در پایان پخت باقی بماند. ویژگی‌های کاغذهای دست‌ساز براساس آیین‌نامه‌های استاندارد TAPAPI اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که مدت زمان تیمار اصلی برای درصد خشکی‌های ۱۰، ۱۵ و ۲۰ به‌ترتیب ۵۰، ۳۰ و ۱۰ دقیقه برای باگاس پیش‌فرآوری شده با آب جوش و ۲۹۰، ۲۳۰ و ۱۷۰ دقیقه برای باگاس پیش‌فرآوری شده با سود سوزآور یک درصد همراه با یک درصد پراکسید هیدروژن تعیین شد. البته بیشترین مقادیر درجه‌روشنی کاغذ از باگاس پیش‌فرآوری شده با آب جوش در درصد خشکی ۲۰ حاصل شد.

واژه‌های کلیدی: باگاس، خمیر کاغذ مکانیکی پراکسید قلیایی، درصد خشکی، پیش‌فرآوری، پراکسید باقیمانده، درجه‌روشنی.

### مقدمه

خمیر کاغذ تولید شده از گیاهان غیرچوبی را به خود اختصاص می‌دهد (رسالتی، ۱۳۸۰). بنابراین بخش مهمی از برنامه تأمین مواد اولیه صنایع چوب و کاغذ کشور، باید براساس توسعه هر چه بیشتر سطح کشت نیشکر تنظیم گردد. با توجه به اهداف خمیر کاغذسازی با روش‌های نوین شامل افزایش بازده، کاهش آلودگی‌های

یکی از راهکارهای جلوگیری از تخریب جنگل‌ها و رفع کمبود منابع لیگنوسلولزی، استفاده گسترده از منابع سلولزی غیرچوبی می‌باشد (نظرنژاد، ۱۳۸۵). باگاس یکی از معمول‌ترین الیاف گیاهان غیرچوبی برای تولید خمیر کاغذ است، به طوری که سهم ۱۲ درصد از کل

پراکسید هیدروژن در پایان رنگ‌بری، قلیای باقیمانده با لیگنین دیواره الیاف واکنش انجام داده و سبب تیره شدن قلیایی<sup>۳</sup> و کاهش درجه‌روشنی خمیر کاغذ می‌شود (رسالتی، ۱۳۸۳ و سینگ رودرا، ۱۹۹۱). تجربه نشان داده است که باید حدود ۵ تا ۱۵ درصد از پراکسید هیدروژن اولیه افزوده شده به سیستم باقی بماند (لیسک، ۱۹۸۷).

Peng و همکاران (۱۹۹۲) در بررسی فرایندهای پربازده از باگاس به این نتیجه رسیدند که مصرف بیشتر هیدروکسید سدیم باعث کاهش ویژگی‌های نوری خمیر کاغذ می‌شود. با استفاده هم‌زمان از پراکسید هیدروژن و هیدروکسید سدیم، ویژگی‌های نوری خمیر کاغذ به‌طور معنی‌دار افزایش پیدا کرد. Pan و همکاران (۲۰۰۰) در بررسی خمیر کاغذ مکانیکی پراکسید قلیایی کاه گندم، نتیجه گرفتند که درجه روشن‌تری خمیر تا حد زیادی به سطوح مصرف پراکسید و سود سوزآور بستگی دارد. به‌طوری‌که با افزایش مقدار قلیا مصرف پراکسید قلیایی افزایش یافته و درجه روشن‌تری خمیر کاهش می‌یابد. خرد کردن کاه گندم و شستشو با آب جوش، کارایی پراکسید را افزایش می‌دهد و در نتیجه، رسیدن به درجه روشن‌تری بیشتر را فراهم می‌کند. سرائیان (۱۳۸۲) در بررسی ویژگی‌های خمیر کاغذ مکانیکی پراکسید قلیایی کاه گندم، میزان بازده کاه گندم پیش‌فرآوری شده با آب جوش را در زمان‌های ۱۰ و ۲۰ دقیقه به ترتیب ۷۰/۲۰، ۶۹/۴۳ درصد و درجه‌روشنی کاغذ حاصل از آن را ۲۹/۱۲ و ۲۹/۰۳ درصد تعیین نمود. همچنین میزان بازده کاه گندم پیش‌فرآوری شده با سود سوزآور یک درصد را در زمان‌های ۱۰ و ۲۰ دقیقه به ترتیب ۶۲/۶۱ و ۶۱/۲۵ درصد و درجه‌روشنی کاغذ حاصل از آن را ۲۴/۱۵ و ۲۲/۴۳ درصد تعیین نمود.

زیست‌محیطی و همچنین اهداف توسعه پایدار از جمله استفاده از پسماندهای زراعی و گیاهان غیرچوبی، تهیه خمیر کاغذ به روش مکانیکی پراکسید قلیایی<sup>۱</sup> اهمیت می‌یابد (مهدوی، ۱۳۸۲). بررسی‌ها نشان می‌دهد که، مؤثرترین رنگ‌بری در خمیر کاغذهای مکانیکی پراکسید قلیایی معمولاً در گستره<sup>۲</sup> اسیدیته ۹/۵ تا ۱۱/۵ انجام می‌شود و این خود به ماده اولیه و دیگر شرایط فرایند از قبیل درصد خشکی<sup>۲</sup> بستگی دارد (امینان، ۱۳۸۶). معمولاً کارایی رنگ‌بری با افزایش درصد خشکی بیشتر می‌شود. اگرچه افزایش درصد خشکی خمیر کاغذ تا مقدار ۳۵ تا ۴۰ درصد رنگ‌بری را بهتر می‌کند، ولی در عمل، رنگ‌بری در درصد خشکی‌های کمتر (در محدوده ۱۵ تا ۲۰ درصد) متداول است (سینگ رودرا، ۱۹۹۱). افزایش درصد خشکی باعث کاهش مدت زمان واکنش رنگ‌بری می‌گردد (اسموک، ۱۳۷۴). تحقیقات نشان می‌دهد که در فرایند تولید خمیر، مواد رنگ‌بر از قبیل پراکسید هیدروژن با سایر موادی که در زمان فرایند تولید خمیر حذف می‌گردند واکنش می‌دهد، که این عمل باعث مصرف بخشی از پراکسید هیدروژن و در نتیجه، کاهش کارایی آن می‌شود. با حذف این قبیل ترکیبات (نظیر مواد استخراجی و بعضی از ترکیبات قندی) از مواد اولیه، احتمالاً می‌توان کارایی رنگ‌بری با پراکسید هیدروژن را افزایش داد (سینگ رودرا، ۱۹۹۱). در فرایند مکانیکی پراکسید قلیایی مدت زمان اعمال پراکسید قلیایی دارای اهمیت است و باید به‌طریقی انتخاب گردد که بخش قابل ملاحظه‌ای از پراکسید هیدروژن تزریق شده مصرف شود. از طرفی باید همیشه در پایان مرحله رنگ‌بری، مقداری پراکسید باقیمانده وجود داشته باشد. زیرا در صورت عدم حضور

1- Alkaline Peroxide Mechanical Pulping

2- Consistency

3-Alkali Darkening

گرفت. در پیش‌فرآوری با آب جوش ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر در حال جوش بر روی نمونه ۱۰ گرمی باگاس، فشرده شده در داخل یک شیشه بلند و باریک ۵۰۰ میلی‌لیتری، ریخته و درب شیشه بسته شد. شیشه محتوی باگاس و آب جوش در داخل بشر ۱۰۰۰ میلی‌لیتری محتوی آب جوش مستقر شده روی اجاق برقی به مدت ۳۰ دقیقه قرار گرفت. در پیش‌فرآوری با محلول سود سوزآور یک درصد، ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول سود سوزآور با حرارت  $70^{\circ}\text{C}$  روی باگاس داخل کیسه پلاستیکی زیپ‌دار ریخته شد. در پیش‌فرآوری با محلول سود سوزآور یک درصد همراه با یک درصد پراکسید هیدروژن، به باگاس داخل کیسه پلاستیکی علاوه بر محلول سود سوزآور با حرارت  $70^{\circ}\text{C}$ ، یک درصد پراکسید (بر اساس وزن خشک باگاس) نیز افزوده شد. سپس درب کیسه پلاستیکی بسته شد و در حمام آب با دمای  $70^{\circ}\text{C}$  به مدت ۳۰ دقیقه قرار گرفت.

**تیمار اصلی:** این مرحله با استفاده از ۲ درصد پراکسید (بر اساس وزن خشک باگاس) در اسیدپته حدود ۱۱، درجه حرارت  $60^{\circ}\text{C}$  و در سه سطح متفاوت درصد خشکی ۱۰، ۱۵ و ۲۰ انجام شد. در مرحله تیمار اصلی برای باگاس شاهد و باگاس پیش‌فرآوری شده با آب جوش، محلول سود سوزآور + آب مقطر + ۲ درصد پراکسید استفاده شد، ولی برای باگاس پیش‌فرآوری شده با قلیا، چون اسیدپته اولیه حدود ۱۱ بود، آب مقطر + ۲ درصد پراکسید اضافه گردید. به‌رحال مقادیر محلول‌های اضافه شده در حدی بود که درصد خشکی‌های ۱۰، ۱۵ و ۲۰ حاصل شود. سپس کیسه پلاستیکی زیپ‌دار محتوی نمونه در حمام آب با دمای  $60^{\circ}\text{C}$  و مدت زمانی که قبلاً براساس باقی ماندن ۵ درصد از پراکسید اولیه تعیین شده

کامرانی (۱۳۸۶) میزان بازده و درجه‌روشنی خمیر کاغذ مکانیکی پراکسید قلیایی کاه گندم شاهد را به ترتیب ۷۳/۵ و ۲۸/۱۸ درصد و کاه گندم پیش‌فرآوری شده با سود سوزآور یک درصد را به ترتیب ۶۳/۸ و ۲۲/۲۶ درصد تعیین کرد.

از آنجایی که درصد خشکی از جمله شرایطی است که کارایی رنگ‌بری را تحت تأثیر قرار می‌دهد و با سرعت بخشیدن به واکنش‌های رنگ‌بری و در نتیجه رسیدن به درجه‌روشنی نهایی بیشتر باعث کاهش هزینه‌ها می‌شود، در این تحقیق سعی شده است که تأثیر درصد خشکی بر مدت زمان تیمار اصلی و درجه‌روشنی خمیر کاغذ مکانیکی پراکسید قلیایی باگاس مورد بررسی قرار گیرد.

## مواد و روشها

باگاس مورد بررسی از کارخانه کاغذسازی پارس تهیه شد. ترکیبات شیمیایی باگاس بر اساس آیین‌نامه‌های استاندارد تاپی<sup>۱</sup> اندازه‌گیری شد.

**پیش‌فرآوری:** عمل پیش‌فرآوری در سه شرایط متفاوت انجام شد. بدین منظور قبل از تیمار اصلی، باگاس با آب جوش ( $90^{\circ}\text{C}$ )، با محلول سود سوزآور یک درصد ( $70^{\circ}\text{C}$ ) و با محلول سود سوزآور یک درصد همراه با یک درصد پراکسید هیدروژن ( $70^{\circ}\text{C}$ ) به‌طور مجزا، تحت شرایط ثابت نسبت حجم مایع خمیرسازی به وزن ماده اولیه ۱۰ به ۱ و زمان ۳۰ دقیقه پیش‌فرآوری شد. در پایان، باگاس پیش‌فرآوری شده به‌وسیله الک (با مش ۳۰۰) از مایع پیش‌تیمار جدا شد و با ۲۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر شستشو داده شد و بعد تحت تأثیر تیمار اصلی قرار

1- TAPPI (Technical Association of the Pulp and Paper Industries)

هیدروژن اولیه، در هر تیمار مقدار پراکسید هیدروژن باقی مانده در زمان‌های مختلف بررسی گردید. سپس مدت زمان تیمار اصلی از بین محدوده زمانی تعیین شده به نحوی انتخاب گردید که حداقل ۵ درصد از پراکسید هیدروژن اولیه در پایان آن زمان در مایع خمیرسازی باقی مانده باشد.

### نتایج

نتایج حاصل از بررسی میزان پراکسید هیدروژن باقیمانده در زمان‌های مختلف در جدولهای ۱، ۲ و ۳ نشان داده شده است. در این بررسی مدت زمان تیمار اصلی فرایند مکانیکی پراکسید قلیایی باگاس تحت تأثیر درصد خشکی و نوع پیش‌فرآوری بر مبنای باقی ماندن ۵ درصد از پراکسید هیدروژن اولیه تعیین گردید که در جدول ۴ نشان داده شده است. همچنین نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر درصد خشکی بر فاکتورهای اندازه‌گیری شده در تیمارهای مختلف در جدول ۵ و نتایج حاصل از اندازه‌گیری ترکیبات شیمیایی باگاس و میانگین بازده خمیرکاغذ به ترتیب در جدولهای ۶ و ۷ نشان داده شده است.

بود، قرار گرفت. در پایان مرحله تیمار اصلی مایع جداسازی شده از باگاس پس از عبور از الک ۳۰۰ مش، اسیدیته نهایی آن تعیین گردید و برای اندازه‌گیری مقدار پراکسید هیدروژن باقیمانده، مایع پخت تیترا شد. پس از مرحله تیمار اصلی برای خنثی‌سازی خمیرکاغذها از اسید سولفوریک یک نرمال، تا رسیدن به محدوده اسیدیته ۴ تا ۶ استفاده شد. نمونه‌های باگاس تیمار شده دفییره و شستشو گردید و بازده آنها محاسبه شد. درجه روانی خمیرکاغذهای به دست آمده توسط پالایشگر ثانویه تا حدود ۳۰۰ میلی‌لیتر (CSF) کاهش یافت و کاغذ دست‌ساز این خمیرکاغذها تهیه شد. به منظور تعیین ویژگی‌های کاغذهای دست‌ساز، پالایش خمیرکاغذ طبق آیین‌نامه شماره ۸۵-۲۴۴۸om، درجه روانی طبق آیین‌نامه شماره ۰۴-۲۲۷om، تهیه کاغذ دست‌ساز طبق آیین‌نامه شماره ۰۲-۲۰۵sp، درجه روشنی، ماتی و زردی کاغذ طبق آیین‌نامه شماره ۰۲-۴۵۲om و میزان پراکسید هیدروژن باقیمانده در مایع رنگ‌بری طبق آیین‌نامه شماره ۹۵-۶۱۱cm استاندارد تاپی اندازه‌گیری شد. مقادیر به دست آمده توسط آزمون دانکن بر پایه طرح آماری کاملاً تصادفی و با درصد اطمینان ۱ درصد مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در این بررسی به منظور تعیین محدوده زمانی مناسب جهت باقی ماندن ۵ تا ۱۵ درصد از پراکسید

جدول ۱- میزان پراکسید هیدروژن باقیمانده در زمان‌های مختلف در خمیر کاغذ مکانیکی پراکسید قلیایی باگاس پیش‌فرآوری شده با سود سوزآور یک درصد در درصد خشکی‌های ۱۰، ۱۵ و ۲۰ (درصد)

درصد خشکی ۲۰		درصد خشکی ۱۵		درصد خشکی ۱۰		زمان ساعت
pH نهایی	پراکسید باقیمانده	pH نهایی	پراکسید باقیمانده	pH نهایی	پراکسید باقیمانده	
۱۰/۸۹	۴۴/۶۲	۱۰/۸۴	۵۷/۹۴	۱۰/۸	۷۰/۵۵	۵
۱۰/۸۲	۲۶/۶۹	۱۰/۷۹	۳۵/۳۹	۱۰/۷۵	۵۸/۴۴	۱۰
۱۰/۷۷	۱۹/۸۹	۱۰/۷۲	۲۶/۶۹	۱۰/۷۰	۴۶/۳۹	۲۰
۱۰/۷۳	۱۷/۶۸	۱۰/۶۸	۱۹/۸۸	۱۰/۶۷	۳۸/۵۷	۳۰
۱۰/۶۶	۱۵/۳	۱۰/۶۳	۱۷/۵۱	۱۰/۶۱	۲۶/۳۵	۴۰
۱۰/۶۲	۱۲/۲۴	۱۰/۵۹	۱۵/۶۴	۱۰/۵۸	۲۳/۹۷	۵۰
۱۰/۵۷	۱۰/۰۳	۱۰/۵۴	۱۳/۶	۱۰/۵۲	۱۹/۸۹	۶۰
۱۰/۵۳	۷/۴۸	۱۰/۵	۱۱/۷۳	۱۰/۴۹	۱۸/۰۲	۷۰
۱۰/۴۹	۵/۱	۱۰/۴۵	۹/۸۶	۱۰/۴۱	۱۶/۶۶	۸۰
۱۰/۴۳	۴/۵۹	۱۰/۴۱	۸/۳۳	۱۰/۳۷	۱۵/۳۲	۹۰
-	-	۱۰/۳۷	۶/۴۶	۱۰/۳۳	۱۳/۵	۱۰۰
-	-	۱۰/۳۱	۵/۲۷	۱۰/۲۶	۱۱/۵۶	۱۱۰
-	-	۱۰/۲۷	۴/۴۲	۱۰/۲۲	۹/۶۹	۱۲۰
-	-	-	-	۱۰/۱۸	۷/۸۲	۱۳۰
-	-	-	-	۱۰/۱۳	۵/۱	۱۴۰
-	-	-	-	۱۰/۰۹	۴/۵۹	۱۵۰

جدول ۲- میزان پراکسید هیدروژن باقیمانده در زمان‌های مختلف در خمیر کاغذ مکانیکی پراکسید قلیایی باگاس پیش-فرآوری شده با سود سوزآور یک درصد همراه با یک درصد پراکسید هیدروژن در درصد خشکی‌های ۱۰، ۱۵ و ۲۰ (درصد)

زمان پخت	درصد خشکی ۱۰		درصد خشکی ۱۵		درصد خشکی ۲۰	
	پراکسید باقیمانده	pH نهایی	پراکسید باقیمانده	pH نهایی	پراکسید باقیمانده	pH نهایی
۱۰	۷۰/۷۲	۱۰/۶۵	۶۸/۱۷	۱۰/۶۹	۴۷/۷۷	۱۰/۷۳
۳۰	۵۸/۹۶	۱۰/۵۲	۴۶/۲۴	۱۰/۵۹	۲۰/۴	۱۰/۶۶
۵۰	۴۷/۹۱	۱۰/۴۳	۳۷/۹۱	۱۰/۴۸	۱۷/۳۴	۱۰/۵۸
۷۰	۳۶/۵۲	۱۰/۳۲	۲۶/۵۲	۱۰/۳۹	۱۵/۴۷	۱۰/۵
۹۰	۳۱/۶	۱۰/۲۱	۲۰/۴	۱۰/۲۸	۱۳/۴۳	۱۰/۳۶
۱۱۰	۲۵/۱۴	۱۰/۱۸	۱۶/۱۸	۱۰/۲۳	۱۱/۲۲	۱۰/۲۷
۱۳۰	۲۰/۴	۱۰/۱۳	۱۳/۹۴	۱۰/۱۹	۹/۶۹	۱۰/۲۲
۱۵۰	۱۸/۱۹	۱۰/۰۱	۱۲/۵۸	۱۰/۱۳	۷/۳۱	۱۰/۱۹
۱۷۰	۱۶/۸۳	۹/۹۸	۱۰/۷۱	۱۰/۰۸	۵/۱	۱۰/۱۱
۱۹۰	۱۳/۷۷	۹/۸۷	۱۰/۳۵	۹/۹۷	۴/۵۹	۱۰/۰۵
۲۱۰	۱۲/۴۱	۹/۷۶	۷/۶۵	۹/۸۸	-	-
۲۳۰	۱۱/۰۵	۹/۶۳	۵/۲۷	۹/۷۵	-	-
۲۵۰	۹/۵۲	۹/۵۵	۴/۷۶	۹/۶۴	-	-
۲۷۰	۷/۴۸	۹/۴۲	-	-	-	-
۲۹۰	۵/۱	۹/۳	-	-	-	-
۳۰۰	۴/۵۹	۹/۲۶	-	-	-	-

جدول ۳- میزان پراکسید هیدروژن باقیمانده در زمان‌های مختلف در خمیر کاغذ مکانیکی پراکسید قلیایی باگاس پیش-فرآوری شده با آب جوش در درصد خشکی‌های ۱۰، ۱۵ و ۲۰ (درصد)

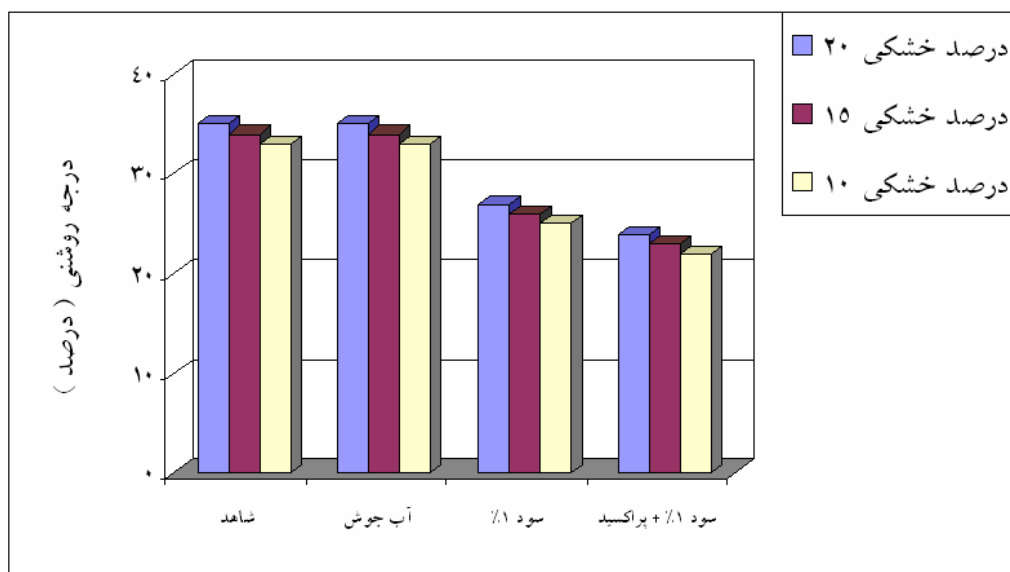
زمان پخت	درصد خشکی ۱۰		درصد خشکی ۱۵		درصد خشکی ۲۰	
	پراکسید باقیمانده	pH نهایی	پراکسید باقیمانده	pH نهایی	پراکسید باقیمانده	pH نهایی
۵	۳۹/۳	۱۰/۲۲	۱۹/۸۷	۱۰/۲۸	۱۱/۰۵	۱۰/۳۱
۱۰	۲۲/۹۵	۱۰/۰۵	۱۳/۴۳	۱۰/۱	۵/۰۶	۱۰/۱۵
۲۰	۱۶/۳۲	۹/۸۵	۹/۱۸	۹/۸۸	۴/۲۵	۹/۹۲
۳۰	۱۱/۱۸	۹/۷۲	۵/۱۷	۹/۷۵	-	-
۴۰	۸/۴۸	۹/۶۴	۴/۴۲	۹/۶۷	-	-
۵۰	۵/۲۷	۹/۵۳	-	-	-	-
۶۰	۴/۰۸	۹/۴	-	-	-	-

جدول ۴- تعیین مدت زمان تیمار اصلی بر مبنای باقی ماندن ۵ درصد از پراکسید هیدروژن اولیه (دقیقه)

نوع پیش تیمار	درصد خشکی	محدوده زمان قابل قبول	زمان تیمار اصلی
آب جوش	۲۰	۵-۱۰	۱۰
	۱۵	۱۰-۳۰	۳۰
	۱۰	۳۰-۵۰	۵۰
سود سوز آور ۱٪	۲۰	۴۰-۸۰	۸۰
	۱۵	۵۰-۱۱۰	۱۱۰
	۱۰	۹۰-۱۴۰	۱۴۰
سود سوز آور ۱٪ + ۱٪ پراکسید هیدروژن	۲۰	۷۰-۱۷۰	۱۷۰
	۱۵	۱۳۰-۲۳۰	۲۳۰
	۱۰	۱۸۰-۲۹۰	۲۹۰

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر درصد خشکی بر فاکتورهای اندازه گیری شده در تیمارهای مختلف (درصد)

تیمار	درصد خشکی	درجه روشنی	ماتی	زردی
شاهد	۲۰	a۳۵/۱۴	a۹۹/۹۸	۴۲/۸۵ c
	۱۵	b۳۴	b۹۹/۸۷	۴۴/۱ b
	۱۰	c۳۳/۲۷	c۹۹/۷۵	۴۵/۳۳ a
آب جوش	۲۰	a۳۵/۶۱	a۹۹/۹۲	۴۲/۲۶ C
	۱۵	b۳۴/۳۰	b۹۹/۷۹	۴۳/۴۵ b
	۱۰	c۳۳/۴۲	c۹۹/۶۰	۴۴/۸۱ a
سود سوز آور ۱٪	۲۰	a۲۸/۲۶	a۹۸/۳۹	۵۲/۸۰ c
	۱۵	b۲۷/۳۹	b۹۸/۲۱	۵۳/۸۳ b
	۱۰	c۲۶/۴۴	c۹۸/۰۳	۵۴/۲۱ a
سود سوز آور ۱٪ + ۱٪ پراکسید هیدروژن	۲۰	a۲۵/۴۵	a۹۷/۸۳	۵۵ c
	۱۵	b۲۴/۴۴	b۹۷/۶۲	۵۵/۸۴ b
	۱۰	c۲۳/۳۶	c۹۷/۲۷	۵۶/۴۳ a



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر درصد خشکی بر درجه روشنی کاغذ حاصل از تیمارهای مختلف

جدول ۶- ترکیبات شیمیایی باگاس (درصد)

سلولز	لیگنین	مواد استخراجی محلول در الکل-استن	مواد قابل حل در آب جوش	مواد قابل حل در سود سوز آور یک درصد	خاکستر
۵۵/۵۷	۲۰/۵۵	۱/۵۴	۳/۴۴	۳۳/۱۸	۱/۶۹

جدول ۷- تأثیر درصد خشکی، پیش‌فرآوری‌های قلیایی و آب جوش بر زمان تیمار و بازده خمیر مکانیکی

پراکسید قلیایی باگاس

پیش‌فرآوری	بازده مرحله پیش‌فرآوری (%)	مرحله تیمار اصلی		
		بازده قبل از زمان (دقیقه)	بازده پس از پالایش (%)	بازده پس از پالایش (%)
شاهد	-	۲۰	۹۱/۴۳	۸۰/۹۴
		۱۵	۸۹/۹۴	۷۹/۵۹
		۱۰	۸۸/۸۷	۷۸/۲۷
آب جوش	۹۷/۹	۲۰	۹۰/۳۷	۸۰/۱
		۱۵	۸۹/۱۲	۷۸/۸۲
		۱۰	۸۸/۵۶	۷۷/۴۱
سود سوز آور ۱٪	۸۷/۲	۲۰	۸۰/۳۶	۷۰/۱۱
		۱۵	۷۸/۶۷	۶۸/۳۴
		۱۰	۷۷/۷۳	۶۶/۵۲
سود سوز آور ۱٪ + پراکسید هیدروژن	۸۵/۷۳	۲۰	۷۴/۷	۶۴/۱۷
		۱۵	۷۲/۶۴	۶۲/۲۶
		۱۰	۷۰/۴۱	۶۰/۱۹



## بحث

در این بررسی تأثیر درصد خشکی بیشتر، به دو صورت واکنش‌های سریعتر رنگ‌بری و رسیدن به درجه‌روشنی نهایی بیشتر ظاهر گردید. با افزایش درصد خشکی، حجم فاز مایع کاهش و غلظت مواد شیمیایی رنگ‌بری افزایش می‌یابد (سینگ رودرا، ۱۹۹۱). در نتیجه، سرعت واکنش پراکسید هیدروژن افزایش یافته و باعث افزایش سرعت رنگ‌بری و کاهش مدت زمان واکنش می‌شود و به دلیل تأثیر کمتر قلیا بر باگاس، تیره‌شدگی کمتری در خمیر کاغذ حاصل می‌شود. به عبارتی تأثیر پراکسید بر رنگ‌بری در زمان کوتاه‌تر به مراتب بیشتر است و احتمالاً در ادامه عمل رنگ‌بری که مقدار پراکسید کاهش می‌یابد نقش تیره شدن (ناشی از اثر قلیا) غالب می‌گردد.

نتایج حاصل نشان داد که مدت زمان تیمار اصلی در باگاس شاهد و باگاس پیش‌فرآوری شده با آب جوش کمتر از باگاس پیش‌فرآوری شده با قلیا (با و یا بدون پراکسید هیدروژن) می‌باشد. زیرا در پیش‌فرآوری آب جوش نسبت به پیش‌فرآوری قلیایی درصد مواد قابل حل کمتری از باگاس خارج می‌گردد. در نتیجه میزان مواد باقیمانده‌ای که با پراکسید هیدروژن واکنش می‌دهند (ترکیبات استخراجی، ترکیبات معدنی، همی سلولزها و نشاسته) بیشتر بوده و پراکسید هیدروژن سریعتر مصرف می‌شود.

پیش‌فرآوری با سود سوزآور یک درصد علاوه بر مواد قابل حل در آب و همچنین بخشی از خاکستر، کربوهیدرات‌های با وزن مولکولی کم (همی سلولز و سلولز تخریب یافته) را نیز استخراج می‌کند (روئل روگر و همکاران، ۱۹۹۷). از طرفی درصد موادی که در اثر

پیش‌فرآوری قلیایی همراه با یک درصد پراکسید هیدروژن خارج می‌شوند، نسبت به پیش‌فرآوری قلیایی بدون پراکسید هیدروژن بیشتر می‌باشد. بیشترین مدت زمان تیمار اصلی مربوط به باگاس پیش‌فرآوری شده با سود سوز آور یک درصد همراه با یک درصد پراکسید هیدروژن می‌باشد. زیرا در این پیش‌فرآوری به دلیل اثر هیدروکسید سدیم در حذف مواد قابل حل باگاس، واکنش پراکسید هیدروژن موجود در مرحله پیش‌فرآوری با لیگنین و طولانی بودن مدت زمان تیمار اصلی میزان جذب قلیا به مراتب بیشتر از سایر تیمارها افزایش می‌یابد. در نتیجه بسیاری از مواد واکنش‌دهنده با پراکسید هیدروژن حذف می‌شوند. بنابراین به نظر می‌رسد در مرحله تیمار اصلی این پیش‌فرآوری (در مقایسه با پیش‌فرآوری آب جوش) میزان کمتری از مواد تجزیه‌کننده پراکسید هیدروژن وجود دارند و پراکسید هیدروژن مدت زمان بیشتری در محیط واکنش باقی می‌ماند و به تبع آن زمان واکنش رنگ‌بری طولانی‌تر می‌گردد.

در این بررسی با کاهش درصد خشکی و افزایش زمان تیمار اصلی اسیدیتة نهایی کاهش یافت. زیرا همی سلولزها با مقدار کمی از لیگنین و بخشی از مواد استخراجی و ترکیبات معدنی با هیدروکسید سدیم واکنش می‌دهند و در نتیجه اسیدیتة در زمان رنگ‌بری کاهش می‌یابد (سرائیان، ۱۳۸۲). به طوری که نتایج حاصل از تجزیه واریانس میزان بازده خمیر کاغذ، درجه‌روشنی، ماتی و زردی کاغذ حاصل از تیمارهای مختلف در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد.

نتایج نشان دادند که درجه‌روشنی کاغذ حاصل از باگاس پیش‌فرآوری شده با آب جوش بیشتر از باگاس شاهد و بازده خمیر کاغذ حاصل از آن کمتر می‌باشد. زیرا

ایجاد کرده‌است. کمتر بودن میزان روشنی باگاس پیش‌فرآوری شده با قلیا به این دلیل است که بین مقدار قلیای جذب شده و کاهش درصد روشنی ارتباط مستقیمی وجود دارد. افزایش درصد قلیایی، تأثیر بیشتری بر لیگنین داشته و منجر به تیره‌شدگی ناشی از قلیا می‌شود و با توجه به افزایش اسیدیته، باعث تجزیه بیشتر پراکسید و تأثیر کمتر آن بر رنگ‌بری می‌گردد.

ماتی به‌وسیله کل نور عبور کرده از جسم تعیین می‌شود و کاغذ کاملاً مات کاغذی است که نسبت به عبور نور مرئی غیر قابل نفوذ باشد. بر اساس تئوری کوبلامونک<sup>۱</sup> هر جسمی که هم میزان پراکنش و هم میزان جذب نور را افزایش دهد، ماتی را نیز افزایش خواهد داد. طبق این تئوری مقدار ماتی کاغذ به تعداد ذرات جدا و منفکی که در ورق وجود دارند بستگی دارد (کیسی، ۱۹۸۱). ماتی به‌طور مستقیم تابع حجم مخصوص و به‌طور معکوس متأثر از سطح اتصال بین الیاف است (رسالتی و جعفری پطودی، ۱۳۸۶). در نتیجه مقدار این عامل در کاغذ حاصل از خمیرکاغذ پیش‌فرآوری شده با قلیا کمتر از خمیرکاغذ پیش‌فرآوری شده با آب جوش و شاهد می‌باشد. طبق نتایج حاصل کمترین میزان ماتی کاغذ مربوط به باگاس پیش‌فرآوری شده با سود سوز آور یک درصد همراه با یک درصد پراکسید هیدروژن می‌باشد. با افزایش جذب هیدروکسید سدیم، میزان ماتی کاغذ کاهش می‌یابد. زیرا جذب بیشتر هیدروکسید سدیم منجر به نرم‌تر شدن دیواره الیاف و تراکم‌پذیری بهتر آنها می‌گردد. در نتیجه میزان نقاط تماس الیاف بیشتر شده و تفرق نور کاهش می‌یابد و بدین ترتیب ماتی کاغذ کم می‌شود (جتتایل و همکاران، ۱۹۹۱). سرانیان (۱۳۸۲) و کامرانی

در اثر پیش‌فرآوری با آب جوش، بخش ناچیزی از ترکیبات استخراجی، نشاسته و همی سلولزهای باگاس حل می‌شوند (براوینگ، ۱۹۶۷). این امر از یک طرف منجر به کاهش بازده خمیرکاغذ حاصل از باگاس پیش‌فرآوری شده با آب جوش در مقایسه با باگاس شاهد می‌شود و از طرفی دیگر احتمالاً به عملکرد مؤثرتر پراکسید هیدروژن کمک می‌کند. بدین ترتیب پراکسید هیدروژن در باگاس پیش‌فرآوری شده با آب جوش در مقایسه با باگاس شاهد، با مقدار ماده اولیه نسبتاً کمتری واکنش می‌دهد و کارایی آن افزایش می‌یابد.

بازده باگاس پیش‌فرآوری شده با قلیا (با و یا بدون پراکسید هیدروژن) نسبت به باگاس پیش‌فرآوری شده با آب جوش (و شاهد) به‌میزان قابل توجهی کمتر است. پیش‌فرآوری قلیایی در مقایسه با پیش‌فرآوری آب جوش باعث حذف مقدار بیشتری از مواد قابل حل باگاس نظیر خاکستر، کربوهیدرات‌های با وزن مولکولی کم، ترکیبات استخراجی و معدنی می‌شود (روئل روگر و همکاران، ۱۹۹۷)، که علت آن را می‌توان به بیشتر بودن مقدار مواد قابل حل در سود سوزآور یک درصد باگاس (۳۳/۱۸ درصد) در مقایسه با مواد قابل حل در آب جوش آن (۳/۴۴ درصد) نسبت داد. در نتیجه میزان جذب هیدروکسید سدیم در باگاس پیش‌فرآوری شده با قلیا افزایش و بازده خمیرکاغذ حاصل از آن به میزان بسیار بیشتری کاهش می‌یابد.

در باگاس دارای پیش‌فرآوری قلیایی همراه با یک درصد پراکسید هیدروژن، در مقایسه با سایر پیش‌فرآوری‌ها، جذب قلیا به میزان بیشتری افزایش می‌یابد. در نتیجه این پیش‌فرآوری به‌عنوان پیش‌فرآوری موثرتر کمترین مقادیر درجه‌روشنی و بازده خمیرکاغذ را

1-Kubella – Munk

گیرد و در نهایت برای دست یابی به درجه روشنی بیشتر نیز می توان از عوامل کی-لیت ساز نظیر دی-اتیلن تری آمین پنتا استیک اسید و سیلیکات سدیم در مرحله تیمار اصلی استفاده کرد.

### سیاسگزاری

از مسئولان محترم آزمایشگاه صنایع چوب و کاغذ دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان به دلیل فراهم نمودن امکانات جهت انجام این پژوهش سپاسگزاری می نمایم.

### منابع مورد استفاده

- اسموک، گری، ۱۳۷۴. تکنولوژی خمیر و کاغذ. ترجمه دکتر سید احمد میرشکرایی، انتشارات دانشگاه پیام نور، تهران، ۳۵۴ صفحه.
- امینیان، ه. الف، ۱۳۸۶. ارزیابی تولید خمیر APMP از پالونیا برای تولید کاغذ روزنامه. طرح تحقیقات کاربردی سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، تهران، ۱۷۸ صفحه.
- رسالتی، ح، ۱۳۸۰. بررسی استفاده از پسماندهای مهم کشاورزی جهت تولید خمیر و کاغذ قابل استفاده برای ساخت کاغذ کنگره ای. خلاصه مجموعه مقالات دومین اجلاس بین المللی جنگل و صنعت، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۲۰ صفحه.
- رسالتی، ح، ۱۳۸۳. طرح تحقیقاتی در تولید و ارزیابی خمیر کاغذ APMP از چوب صنوبر و قابلیت سنجی استفاده از آن در تولید کاغذ چاپ و تحریر. انتشارات دانشگاه تهران، صفحات ۱ تا ۱۵.
- رسالتی، ح. و جعفری پطرودی، س. ر، ۱۳۸۶. بررسی تولید کاغذ روزنامه از مخلوط خمیر کاغذ شیمیایی باگاس و خمیر کاغذ CMP پهن برگان. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۴(۱): ۱۷۵-۱۶۵.
- فائزی پور، م، کبودرانی، ع. ر. و پارسا پزوه، د، ۱۳۸۱. کاغذ و مواد چندسازه از منابع زراعی. انتشارات دانشگاه تهران، ۵۷۳ صفحه.

(۱۳۸۷) در بررسی فرایند مکانیکی پراکسید قلیایی کاه گندم با استفاده از پیش فرآوری های آب جوش و سود سوزآور یک درصد، نتیجه گرفتند که با افزایش مقدار قلیای جذب شده توسط کاه، درجه روشنی و بازده خمیر کاغذهای تهیه شده کاهش یافت، که مطابق نتایج به دست آمده در این بررسی می باشد.

در خمیر کاغذهای حاصل از باگاس پیش فرآوری شده با قلیا (با و یا بدون پراکسید هیدروژن)، در ابتدای مرحله تیمار اصلی (زمان های اولیه) به دلیل خروج بسیاری از مواد قابل حل باگاس و در نتیجه حذف بسیاری از مواد واکنش دهنده با پراکسید هیدروژن، افزایشی در میزان درجه روشنی این خمیرها مشاهده می شود، ولی در ادامه با افزایش زمان تیمار اصلی و افزایش میزان جذب قلیا، برگشت روشنی خمیر کاغذ و تیره شدگی قلیایی اتفاق می افتد.

به طور کلی با افزایش زمان تیمار اصلی، احتمالاً به دلیل تأثیر طولانی تر عوامل پیش فرآوری بر باگاس و در نتیجه حذف مقادیر بیشتری از مواد قابل حل موجود در باگاس توسط این عوامل، میزان نفوذ و جذب قلیا افزایش می یابد و منجر به کاهش مقادیر بازده، درجه روشنی و ماتی کاغذهای حاصل و افزایش زردی آنها می گردد. به هر حال به نظر می رسد با توجه به رسیدن به ۵ درصد پراکسید باقیمانده و طولانی شدن اثر قلیا بر باگاس، تیره شدن ناشی از قلیا، بر اثر رنگبری پراکسید باقیمانده در محیط برتری داشته و بنابراین خمیر درجه روشنی کمتری دارد. بنابراین پیشنهاد می گردد که در مرحله پیش فرآوری از درصد قلیایی کمتر و پراکسید هیدروژن بیشتر استفاده شود. همچنین رنگبری در پراکسید باقیمانده بیشتر (حدود ۱۵ درصد) و یا زمان رنگبری کمتر و مشابه انجام

- Casey, J.P., 1981. Pulp and paper Chemistry and Chemical Technology. Third Edition, Revised and Enlarged, A Wiley Interscience Publication, Vol.3, Pp: 638-662.
- Gentile, V. M., Tschirner, U. and Wilder, H. D., 1991. The Scott paper Alkaline peroxide High yield pulping process. International mechanical pulping conference, 130p.
- Leask, R. A., 1987. Pulp and paper manufacture. Mechanical pulping Technical, Vol: 2, Pp: 238 – 251 .
- Pan, G. and Leary, G. Y., 2000. Alkaline Peroxide Mechanical Pulping wheat straw. Part 1, Factors influencing the brightness response in impregnation, Tappi Journal, 83(7): 62p.
- Peng, F., Simonson, R. and Peng, F.H., 1992. High yield chemimechanical pulping of bagasse. part:5, Bleaching of bagasse CMP for Newsprint Appita, 45(4): 243-245.
- Rowel Roger, M., Raymond, A. and young Juldith, K., 1997. Paper and Composites from Agro-Based Resources. CRC press, Inc, ISBN 1-56670-235-6 (alk.paper), 446p.
- Singh Rudra, P., 1991. The Bleaching of pulp. Third edition, Revised, Tappi press, 690p.
- Tappi Standard Methods, 2000. Tappi Press, USA.
- سراییان، الف، ۱۳۸۲. بررسی امکان تولید خمیر کاغذ پربازده سفید با روش مکانیکی پراکسید قلیایی (APMP) از کاه گندم خراسان. انتشارات دانشگاه تهران، ۲۴۸ صفحه.
- کامرانی، س، ۱۳۸۷. اثر پیش‌ تیمار قلیایی و دفییره کردن بر بازده و درجه‌روشنی خمیر کاغذ APMP کاه گندم استان گلستان. دانشکده جنگلداری و فناوری چوب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۸۰ صفحه.
- مهدوی، م، ۱۳۸۲. بررسی تولید خمیر APMP از چوب گونه *Populus alba* جهت ساخت کاغذ چاپ و تحریر. دانشکده جنگلداری و فناوری چوب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۱۶۲ صفحه.
- نظر نژاد، ن، ۱۳۸۵. مطالعه خواص تشریحی، شیمیایی و خمیر کاغذ ساقه نی معمولی (*Phragmites communis*) منطقه خلیج گرگان. پژوهشنامه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۴(۱): ۵۳-۴۴.
- Browning, B. L., 1967. Methods of wood chemistry. Interscience publishers, Vol:1. 120p.

Archive of SID

## The effects of pre-treatment and consistency on treatment time and brightness of bagasse alkaline peroxide mechanical pulp

Sharifi, S.\*<sup>1</sup>, Saraeian, A. R.<sup>2</sup> and Resalati, H.<sup>3</sup>

1-\* Corresponding Author, M.Sc. Wood and Paper Sciences and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. Email: Fraxinus2006@yahoo.com

2- Associate Prof., Dept of Wood and Paper Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources.

3- Professor., Faculty of Forestry and Wood Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources.

Received: Nov., 2010

Accepted: Aug., 2011

### Abstract

Preparation and pre-treatment of raw material influences the pulp production time and color elimination. Pulp consistency during the treatment also influences the color reaction. In the preparation of the APMP pulp, bagasse was pretreated by either boiling water, 1% NaOH as well as 1% NaOH + 1% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. The liquor to bagasse ratio, treatment time and temperature of alkaline peroxide treatment were constant as 10:1, 30 min, and 70 °C respectively. The treatment duration was determined so that at least five percent of the initial hydrogen peroxide remained at the end of chemical treatment. Characteristics of hand sheets were determined according to the TAPPI standard. The results showed that, the duration of the treatment for pulp consistency of 10, 15 and 20% was 50, 30 and 10 minute, for sample pretreated with boiling water and 290, 230 and 170 minute for the sample pretreated with 1% NaOH + 1% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. The highest brightness of the paper reached with bagasse pretreated in boiling water at 20 % consistency.

**Keywords:** Bagasse, alkaline peroxide mechanical pulping, consistency, pretreatment, residual peroxide, brightness.