

## تاثیر کاربرد دوباره مایع پیش استخراج شده بر ویژگی های مقاومتی خمیر کاغذ سودا-آنتراکینون

## کاه گندم

صدیقه حسین خانی<sup>۱\*</sup>، حسین رسالتی<sup>۲</sup>، احمد رضا سرائیان<sup>۳</sup>، محمدرضا دهقانی فیروزآبادی<sup>۴</sup><sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد، <sup>۲</sup> استاد، <sup>۳</sup> استادیار و <sup>۴</sup> دانشیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ دانشگاه علوم کشاورزی و

منابع طبیعی گرگان

## چکیده

در این تحقیق تاثیر پیش استخراج و بازگردانی مایع به دست آمده از مرحله پیش استخراج با قلیا و کاربرد دوباره آن در مرحله پسی پیش استخراج، بر تولید خمیر سودا - آنتراکینون از کاه گندم بررسی شد. عمل پیش استخراج کاه گندم با محلول قلیایی در دمای ۱۴۰ درجه سلسیوس و زمان ۹۰ دقیقه به منظور دست یابی به کاهش وزن حدود ۸-۱۰ درصد انجام شد. در شرایط فرایندی پیش استخراج با قلیا از مایع به دست آمده از این مرحله به عنوان مایع پیش استخراج کاه در مرحله پسی (مرحله اول بازگردانی مایع یا لیکور) و از مایع به دست آمده از مرحله اول بازگردانی نیز به عنوان مایع پیش استخراج کاه در مرحله پسی (مرحله دوم بازگردانی مایع) استفاده شد. نتایج تولید خمیر کاغذ برای همه تیمارهای پیش استخراج شده در مقایسه با کاه پیش استخراج نشده (شاهد)، برای دست یابی به عددکاپای حدود ۱۲ برای خمیر قالی رنگ بری نشان داده است که بازده بر پایه وزن خشک کاه اولیه (بازده کل)، برای همه تیمارهای پیش استخراج شده و نیز نمونه شاهد بدون پیش استخراج تا حدودی یکسان بوده است. این در حالی است که بازده خمیر کاغذ بر پایه وزن خشک کاه پیش استخراج شده (بازده خمیرسازی) در کاه پیش استخراج شده بیشتر از کاه شاهد بدون پیش استخراج بوده است. واکنش خمیر کاغذهای سودا - آنتراکینون کاه پیش استخراج شده به پالایش نسبت به خمیر کاغذ شاهد پیش استخراج نشده ضعیف تر بوده است. نتایج ویژگی های مقاومتی نشان داد که با پیش استخراج شاخص مقاومت به کشش و ترکیدن کاهش یافت در حالی که بازگردانی مایع پیش استخراج تاثیر معنی داری بر این مقاومتها نداشت. همچنین پیش استخراج و بازگردانی مایع پیش استخراج بر روی شاخص مقاومت به پارگی تاثیر معنی دار نداشت.

واژگان کلیدی: کاه گندم، پیش استخراج با قلیا، بازگردانی مایع پیش استخراج شده، تولید خمیر سودا-آنتراکینون

## مقدمه

خمیرسازی با آب داغ، اسید ضعیف و قلیا انجام می‌شود که در این تحقیق از قلیا کاربرد شده است. اگر در پیش استخراج، ۱۵ تا ۲۰ درصد همی‌سلولزها پیش از فرآیند خمیرسازی استخراج شود و بازده خمیر ساخته شده از خرده چوب‌های تیمار شده با بازده خمیرهای تیمار نشده یکسان باشد بازده تولید کارخانه خمیر در مقایسه با شرایط متداول (بدون پیش استخراج) ثابت می‌ماند. بدون آنکه به مقدار چوب بیشتری نیاز باشد. در حالی که مقدار مواد جامد لیکور سیاه که به کوره‌های بازیابی می‌روند کاهش یافته است [۱].

گروهی از محققان به بررسی تأثیر پیش استخراج با آب داغ کاج تدا بر روی رفتار ویژگی‌های کاغذسازی خمیر کاغذ کرافت پرداختند. خرده چوب‌های کاج تدا با آب داغ در فشار در دمای زیاد ۱۷۰ درجه سلسیوس تارسیدن به عامل  $H^{1.4}$ ، ۲۰۰ و ۵۰۰ تیمار شده بودند. نتایج خمیرسازی نشان داد که سرعت لیگنین‌زدایی خرده چوب‌های پیش استخراج شده در فرآیند کرافت، ۴۰ تا ۶۰ درصد بیشتر از پخت‌های شاهد کرافت با شرایط مشابه می‌باشد. بازده کل خمیر کاغذ به دست آمده از خرده چوب‌های پیش استخراج شده (بر پایه چوب اولیه) در عدد کاپای در حدود ۳۰، در  $H$  عامل‌های ۲۰۰ و ۵۰۰ مربوط به عملیات پیش استخراج، به ترتیب ۳ و ۶ درصد کمتر از خمیر کاغذ شاهد گزارش شد. واکنش خمیر کاغذ کرافت پیش استخراج شده با آب داغ نسبت به پالایش کاهش یافت. کاغذهای دست ساز تهیه شده از خمیر کاغذهای قابل رنگ بری، پس از خمیرسازی کرافت خرده چوب‌های پیش استخراج شده با آب داغ برای عامل  $H$  حدوداً ۴۰۰ به علت درصد کمتر همی‌سلولزها در مقایسه با شاهد، مقاومت کششی کمتری نسبت به شاهد نشان دادند اما چسبندگی

همه صنایع برای ماندن در عرصه رقابت نیازمند ارایه و گسترش روش‌های نوین می‌باشند، صنایع خمیر و کاغذ از جمله صنایع پر هزینه در سطح جهان است. همچنین با افزایش قیمت نفت خام بحث‌های زیادی در مورد تولید اتانول از زیست‌توده چوب صورت گرفته است. تحقیق‌های انجام شده شامل تهیه گاز از زیست توده چوب، استخراج همی‌سلولز پیش از فرآیند خمیرسازی و تجدید نظر درباره فرایند کرافت هستند. امروزه کارخانه‌های خمیر کاغذ علاوه بر تولید خمیر کاغذ، از بازیابی مایع سیاه پخت انرژی تولید می‌کنند. بیشتر همی‌سلولزها در فرآیند خمیرسازی حذف شده و به کوره‌های بازیابی انتقال داده می‌شوند و در آنجا برای تولید انرژی سوزانده می‌شوند. بیشتر این انرژی در چرخه بازیابی مصرف می‌شود. روشن است که همی‌سلولزها ۳ تا ۴/۵ برابر برای تولید اتانول نسبت به تولید انرژی با ارزش‌تر هستند، به عبارت دیگر، بهتر است از همی‌سلولز برای تولید اتانول استفاده شود تا اینکه برای تولید انرژی در کوره‌های بازیابی سوزانده شود. چون ارزش سوختی همی‌سلولز نسبت به لیگنین پایین می‌باشد و همچنین به دلیل تغییر ساختار همی‌سلولزها در فرآیند پخت بهتر است پیش از خمیرسازی همی‌سلولزها با پیش استخراج که منجر به تغییر ساختار کمتر آنها می‌شود و مناسب برای تخمیر می‌باشند، از ماده لیگنوسلولزی استخراج شوند [۱]. لذا یکی از محدودیت‌های موجود، غلظت پایین همی‌سلولزها در محلول‌های استخراج شده است که برای تبخیر آب همراه آن و افزایش غلظت آنها هزینه به نسبت زیادی به صنعت تحمیل خواهد شد. لذا در این تحقیق تأثیر تعداد دفعات کاربرد از محلول‌های استخراج شده از کاه گندم برای افزایش غلظت همی‌سلولزها در محلول نهائی استخراج و نیز ارزیابی تأثیر تعداد دفعات بازگردانی بر شرایط خمیرسازی و ویژگی‌های کاغذ به دست آمده مورد بررسی قرار گرفت. پیش استخراج همی‌سلولزها پیش از فرآیند

<sup>1</sup> -H-Factor

خمیر شاهد بود. نفوذپذیری، درجه روشنی و زبری خمیرهای تیمار شده بیشتر از خمیر شاهد بود. مقاومت به پارگی خمیرهای تیمار شده کمتر از خمیر شاهد بود اما با افزایش میزان پالایش، خمیرهای ساخته شده از خرده چوب های پیش استخراج شده‌ای که از فرآیند پیش استخراج بازده بالا به دست آمدند ( ۹۵ درصد)، مقاومت به پارگی آنها برابر خمیر شاهد شد. مقاومت به ترکیدن و مقاومت کششی خمیرهای پیش تیمار شده کمتر از خمیر شاهد است [۴].

### مواد و روش ها

در این تحقیق کاه گندم (رقم کوهدشت) از منطقه اطراف گرگان تهیه شد. کاه در آغاز به خرده های ۳-۴ سانتی متری تبدیل شد و سپس این خرده ها با آب شست و شو داده شدند. برای جلوگیری از حل شدن مواد استخراجی شست و شوی خرده های کاه گندم به سرعت انجام شد. این شست و شو صرفاً برای زدودن گرد و غبار خرده های کاه انجام گرفت. پس از شست و شو، خرده های کاه هوا خشک شده و درصد رطوبت آنها تعیین شد.

#### مرحله پیش استخراج

مرحله پیش استخراج خرده‌های کاه در یک دیگ پخت ناپیوسته چرخان با ۶ مخزن به گنجایش ۲/۵ لیتر انجام شد. شرایط پیش استخراج شامل: درجه حرارت ۱۴۰ درجه سلسیوس، زمان ۹۰ دقیقه، نسبت حجم مایع به کاه گندم ۶ به ۱ (L/W) و PH محلول مورد کاربرد برای پیش استخراج حدود ۱۲ که با هیدروکسید سدیم تنظیم شد. دما در این مرحله ثابت ولی زمان ها متغیر ۳۰، ۶۰ و ۹۰ گزینش شد. هدف از تغییر زمان رسیدن به شرایط بهینه یعنی افت ۱۰ درصدی کاه (بر پایه وزن اولیه) در این مرحله بوده است. پیش استخراج در سه حالت صورت گرفت که عبارتند از: - شاهد پیش استخراج شده ۲- بازگردانی اول مایع ۳- بازگردانی دوم مایع

خمیر کاغذ، مقاومت کششی دهانه صفر<sup>۱</sup> و مقاومت به پارگی قابل مقایسه با شاهد بودند [۲].

محققان دیگر تاثیر پیش استخراج با آب داغ را بر روی خمیرسازی قلیای باگاس بررسی کردند در این بررسی مقدار مواد جامد و لیگنین محلول لیکور استخراج با افزایش دما و زمان استخراج افزایش یافت. آنها همچنین گزارش دادند که، ۱۳ درصد از وزن باگاس در دمای ۱۶۰ درجه سلسیوس و زمان ۳۰ دقیقه در مرحله پیش استخراج وارد لیکور پیش استخراج شد. خمیر باگاس تیمار شده دارای شاخص کششی و ترکیدن پایینتر اما بالک<sup>۲</sup>، شاخص پارگی<sup>۳</sup>، و ماتی<sup>۴</sup> بالاتر در مقایسه با خمیر باگاس تیمار نشده دارد. ویژگی های مقاومتی، هنگامی که افت بازده (بر پایه وزن اولیه کاه) فرآیند پیش استخراج ۱۵ درصد (بیشتر از ۱۳ درصد) باشد، هنوز قابل مقایسه می باشد [۳].

در تحقیق دیگر به بررسی امکان پذیری استخراج همی سلولزهای چوب توس پیش از پخت کرافت و همچنین واکنش فرآیند پخت و ویژگی های خمیر کاغذ به دست آمده از خرده چوب های پیش استخراج شده پرداخته شد. بازده کل و بازده فرآیند خمیرسازی برای خرده چوب هایی که ۵ تا ۶ درصد جرم آنها در فرآیند پیش استخراج با آب داغ و اسید سولفوریک رقیق استخراج شده بود، کمتر از بازده کل و بازده خمیرسازی خمیر شاهد به دست آمد. بازده کل و بازده فرآیند خمیرسازی برای خرده چوب هایی که ۹ تا ۱۳ درصد جرم آنها در فرآیند پیش استخراج با آب داغ و اسید سولفوریک رقیق استخراج می شود، کمتر از بازده کل و بازده خمیرسازی، خمیر شاهد بود. میزان پالایش مورد نیاز برای خمیرهای پیش تیمار شده با آب داغ و تیمار شده با اسید سولفوریک نسبت به خمیر شاهد کمتر بود. چگالی (دانسیته) خمیرهای پیش استخراج شده کمتر از

<sup>1</sup> - Zero- Span Tensile Strength

<sup>2</sup>- Bulk

<sup>3</sup>- Tear Strength

<sup>4</sup>- Opacity

## ۱- شاهد پیش استخراج شده :

در این مرحله ۱۰۰ گرم (بر پایه وزن خشک) از خرده های کاه توزین و به درون مخازن دیگ پخت منتقل شد. با انجام آزمایش های مقدماتی وبا توجه به نسبت مایع به خرده های کاه (۶ به ۱)، مشخص شد که با افزودن ۵ میلی لیتر هیدروکسید سدیم ۳ درصد ((معادل ۰/۱۵ گرم هیدروکسید سدیم به ازای ۱۰۰ گرم از خرده های کاه) به حجم آب مقطر، PH مایع سفید به حدود ۱۲ می رسد. محلول مورد نظر به مخازن دارای خرده های کاه اضافه و اشباع سازی به مدت ۴۵-۳۰ دقیقه انجام شد. دمای دیگ بر روی ۱۴۰ درجه سلسیوس و زمان ۹۰ دقیقه تنظیم شد. پس از پایان زمان مورد نظر محتوی درون مخازن بر روی الک ۲۰۰مش با آب مقطر شست و شو شدند. به دلیل کاربرد از این مایع در مرحله پس یعنی بازگردانی اول مایع، شست و شو طوری انجام شد که حجم مایع جمع آوری شده از شست و شو بیشتر از حجم اولیه آب استفاده شده برای این مرحله نباشد.

## ۲- بازگردانی اول مایع:

در این مرحله نیز مانند مرحله پیش ۱۰۰ گرم (بر پایه وزن خشک) از خرده های کاه توزین و به درون مخازن دیگ پخت منتقل شد و در ادامه مایع به دست آمده از مرحله شاهد پیش استخراج شده به حجم مورد نظر (۶ به ۱) رسانده و برای رسیدن به PH حدود ۱۲، ۲۰ میلی لیتر از محلول هیدروکسید سدیم ۳ درصد (معادل ۰/۶ گرم هیدروکسید سدیم به ازای ۱۰۰ گرم کاه) به آن اضافه شد. پس از پایان زمان مورد نظر مانند مرحله پیش خرده کاه های پیش استخراج شده، با آب مقطر روی الک ۲۰۰ مش شست و شو داده شدند. به دلیل استفاده از این مایع در مرحله پس بازگردانی دوم، شست و شو طوری انجام شد که حجم لیکور جمع آوری شده از شست و شوی این مرحله پیش استخراج بیشتر از حجم اولیه آب استفاده شده برای این مرحله نباشد.

## ۳- بازگردانی دوم مایع:

این مرحله نیز مانند دو مرحله پیش انجام شد با این تفاوت که به لیکور به دست آمده از مرحله اول پیش استخراج برای رسیدن به pH حدود ۱۲، ۲۵ میلی لیتر از محلول هیدروکسید سدیم ۳ درصد (معادل ۰/۷۵ گرم هیدروکسید سدیم به ازای ۱۰۰ گرم کاه) اضافه شد قابل یادآوری که برای همه مراحل پیش استخراج از کاه تازه استفاده شد.

## تهیه خمیر کاغذ

فرآیند خمیرسازی به روش سودا - آنتراکینون و توسط همان دیگ پخت ناپیوسته چرخان برای هر سه حالت پیش استخراج و همچنین خرده های کاه پیش استخراج نشده (شاهد) انجام شد. شرایط خمیرسازی برای هر دو نوع خرده های کاه پیش استخراج شده و پیش استخراج نشده شامل : مقدار خرده های کاه، ۱۰۰ گرم (بر پایه وزن خشک)، قلیابیت بر مبنای هیدروکسید سدیم، ۱۶ درصد (بر پایه وزن خشک خرده های کاه)، مقدار آنتراکینون ۰/۱ درصد (بر پایه وزن خشک خرده های کاه)، نسبت مایع پخت به خرده های کاه، ۶ به ۱، دمای بیشینه پخت، ۱۶۰ درجه سلسیوس و زمان ۳۰ دقیقه (برای شاهد پیش استخراج نشده و شاهد پیش استخراج شده) و ۴۵ دقیقه (برای مراحل بازگردانی اول و دوم). پس از پایان زمان پخت، تخلیه مایع سیاه و شست شوی اولیه خمیرهای به دست آمده، بر روی الک با مش ۲۰۰ انجام گردید. خمیرهای به دست آمده هوا خشک شده و درصد رطوبت آنها تعیین شد. با توجه به درصد رطوبت به دست آمده بازده آنها تعیین شد. اندازه گیری عدد کاپای خمیر کاغذ برابر با استاندارد تاپی به شماره ۹۹ - T ۲۳۶ om صورت گرفت. پالایش خمیر کاغذ برابر استاندارد شماره ۰۰ - T ۲۴۸ sp انجام شد. درجه روانی مورد نظر در این تحقیق ۳۵۰±۲۰ (ml,CSF) در نظر گرفته شده بود. به منظور تهیه کاغذ های دست ساز ۶۰ گرمی از استاندارد شماره ۰۲ - T ۲۰۵ sp کاربرد گردید.

با توجه به نتایج جدول ۱ در دمای ثابت با افزایش زمان، مقدار کاهش وزن بیشتر و PH مایع استخراج شده کمتر شد. به دلیل اینکه افزایش دما یا زمان پیش استخراج، از یک سو انحلال یا خروج بیشتر ترکیبات به ویژه همی سلولزها و تا حدودی لیگنین و مواد استخراجی و از سو دیگر خروج بیشتر گروه‌های اسیدی به ویژه گروه‌های استیل همی سلولزها و تشکیل اسید استیک را به همراه دارد [۵،۴،۲].

با توجه به شرایط بهینه برای دستیابی به افت بازده حدود ۱۰ درصد در تیمار شاهد پیش استخراج شده، از دمای ۱۴۰ درجه سلسیوس، زمان ۹۰ دقیقه برای پیش استخراج تیمارهای بازگردانی اول و دوم مایع کاربرد شد و نتایج در جدول ۲ نشان داده شده است. لازم به تاکید است که مقدار سود سوز آور مورد نیاز برای تامین PH اولیه حدود ۱۲ در بازگردانی اول مایع ۱/۱۶ گرم در لیتر و در بازگردانی دوم مایع ۱/۳۵ گرم در لیتر در مقایسه با ۰/۲۵ گرم در لیتر تیمار شاهد پیش استخراج شده بوده است.

اندازه‌گیری ویژگی‌های مقاومتی کاغذهای دست ساز  
۱- مقاومت به کشش<sup>۱</sup>

مقاومت به کشش کاغذهای دست ساز تهیه شده برابر استاندارد تاپی به شماره ۰۱- om T۴۰۴ اندازه‌گیری شد.

## ۲- مقاومت به ترکیدن<sup>۲</sup>

برای اندازه‌گیری این مقاومت از استاندارد تاپی به شماره ۰۲- om T۴۰۳ استفاده شد

## ۳- مقاومت به پارگی<sup>۳</sup>

این آزمون برابر استاندارد تاپی به شماره ۰۴- om T۴۱۴ انجام شد.

روش تجزیه و تحلیل آماری

همه محاسبات آماری بر پایه طرح کاملاً تصادفی انجام شد. برای مقایسه میانگین‌ها در آغاز جدول تجزیه واریانس با کاربرد از نرم افزار SPSS تشکیل و سپس مقایسه میانگین‌ها با توجه به سطح معنی دار بودن، به روش گروه بندی دانکن انجام شد.

## نتایج و بحث

پیش استخراج کاه گندم

مقادیر کاهش وزن خرده‌های کاه پیش استخراج شده و PH مایع پس از پیش استخراج در دمای ثابت ۱۴۰ درجه سلسیوس در زمان‌های مختلف (۹۰، ۶۰، ۳۰) در جدول ۱ نشان داده شده است. برای دست یابی به درصد استخراج یا افت بازده حدود ۱۰ درصد در تیمار پیش استخراج، پیش آزمون‌های مختلفی انجام شد و شرایط تیمار شامل: دما ۱۴۰ درجه سلسیوس، زمان تیمار ۹۰ دقیقه، PH اولیه حدود ۱۲ با کاربرد از ۰/۲۵ گرم در لیتر هیدروکسید سدیم، نسبت مایع به وزن خشک خرده کاه ۶ به ۱ به عنوان شرایط بهینه پیش تیمار گزینش شد.

<sup>۱</sup>- Tensile

<sup>۲</sup>- Burst Strength

<sup>۳</sup>- Tear Strength

جدول ۱- نتایج آزمایش های پیش استخراج تیمار شاهد کاه گندم

تیمارپیش استخراج شده	دما (درجه سلسیوس)	زمان (دقیقه)	pH مایع استخراج شده	کاهش وزن (درصد)
	۱۴۰	۳۰	۴/۷۷	۸
شاهد	۱۴۰	۶۰	۴/۷۳	۸/۲۳
	۱۴۰	۹۰	۴/۶۴	۱۰/۲۷

جدول ۲- شرایط بهینه پیش استخراج کاه گندم

تیمارپیش استخراج شده	دما (درجه سلسیوس)	زمان (دقیقه)	مقدار قلا یا (گرم در لیتر)	PH مایع پیش استخراج شده	افت بازده (درصد)
شاهد	۱۴۰	۹۰	۰/۲۵	۴/۶۴	۱۰/۲۷
بازگردانی اول مایع	۱۴۰	۹۰	۱/۱۶	۴/۸۹	۸/۳۱
بازگردانی دوم مایع	۱۴۰	۹۰	۱/۳۵	۴/۹۰	۸/۰۶

میزان قلیای موردنیاز برای تامین PH ثابت، در بازگردانی اول و دوم مایع بیشتر از تیمار پیش استخراج شاهد بوده است که دلیل آن خنثی سازی گروه های اسیدی مانند گروه های استیل همی سلولزها و تشکیل اسید استیک است که در مراحل پیش استخراج تولید شده اند [۸، ۷، ۶]. با توجه به جدول ۲ در زمان و دمای یکسان، کاهش وزن یا درصد افت در مراحل بازگردانی مایع نسبت به مرحله شاهد پیش استخراج کمتر شده است که می تواند به دلیل غلظت بیشتر مایع در این مراحل و وجود مواد حل شده از مرحله پیش و رسوب مواد به ویژه همی سلولزها بر روی دیواره الیاف که مانع از خروج مواد جدید می شود باشد [۶].

پخت سودا-آنتراکینون

#### کاه شاهد بدون پیش استخراج

برای دستیابی به خمیر کاغذ قابل رنگ بری با عدد کاپای حدود ۱۲ برای کاه گندم پیش استخراج نشده، با ثابت گرفتن درجه حرارت پخت ۱۶۰ درجه سلسیوس و در دوسطح درصد قلیابیت و سه سطح زمان، پخت های بسیاری انجام شد که نتایج آن در جدول ۳ نشان داده شده است. همان طور که دیده می شود با افزایش دما، زمان پخت و درصد قلیابیت، بازده و عدد کاپا در خمیر شاهد پیش استخراج نشده کاهش یافته است. لذا با توجه به اینکه خمیر کاغذ به دست آمده به خوبی دفیبره شده و بدون دسته های الیاف جدا نشده کاه بوده است در نتیجه برای تولید خمیر کاغذ قابل رنگ بری مناسب تر می باشد. لذا خمیر کاغذ سودا آنتراکینون با عدد کاپای ۱۲/۴ و بازده ۴۸/۴ به عنوان پخت بهینه گزینش شد.

جدول ۳- نتایج آزمایش های پخت سودا آنتراکینون برای نمونه پخت شاهد بدون پیش استخراج از کاه گندم

عددی کاپا	بازده (%)	زمان در دمای بیشینه (دقیقه)	قلیابیت %
۱۴/ ۶	۵۰/۳	۳۰	۱۴
۱۳	۵۰/۶۵	۶۰	
۱۱	۴۹	۹۰	
۱۲/۳۵	۴۸/۴۳	۳۰	۱۶
۱۱	۴۸/۱	۶۰	
۱۰	۴۷/۷	۹۰	

دمای بیشینه ۱۶۰ درجه سلسیوس و نسبت مایع پخت به کاه ۶ به ۱ و مقدار آنتراکینون ۰/۱ درصد می باشد.

کاه پیش استخراج شده می شود، در شرایط پخت یکسان به لحاظ دمای پخت و درصد قلیابیت مصرفی، زمان پخت برای دستیابی به عدد کاپای حدود ۱۲ برای شاهد پیش استخراج شده ۳۰ دقیقه و برای مرحله اول و دوم بازگردانی مایع پیش استخراج ۴۵ دقیقه بوده است.

تولید خمیر کاغذ از کاه پیش استخراج شده با هدف دستیابی به خمیر کاغذ قابل رنگ بری با عدد کاپا حدود ۱۲ برای تیمار شاهد پیش استخراج شده و تیمار های مربوط به بازگردانی مایع پیش استخراج شده مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۴). همان گونه که در جدول ۴ دیده

جدول ۴- نتایج پخت سودا آنتراکینون برای نمونه های کاه پیش استخراج شده\*

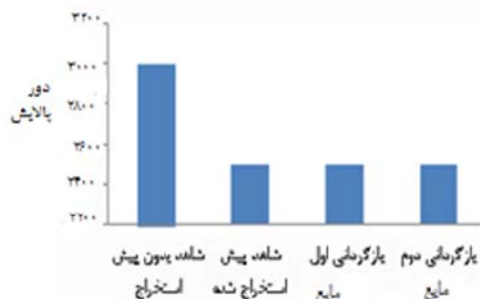
عددی کاپا	بازده کل خمیر *** (درصد)	بازده خمیرسازی ** (درصد)	زمان در دمای بیشینه (دقیقه)	تیمار پیش استخراج شاهد پیش استخراج شده مرحله اول بازگردانی مایع مرحله دوم بازگردانی مایع
۱۲/۳۳	۴۸/۳۸	۵۳/۷۶	۳۰	شاهد پیش استخراج
۱۰	۴۷/۲۸	۵۲/۵۳	۶۰	شده
۱۴/۵	۴۸/۱۵	۵۳/۵۴	۳۰	مرحله اول بازگردانی
۱۲	۴۸/۱۲	۵۳/۴	۴۵	مایع
۱۳/۹	۴۸	۵۳	۳۰	مرحله دوم بازگردانی
۱۲/	۴۷/ ۱	۵۲/۹	۴۵	مایع

\*سودسوزآور ۱۶٪، دمای بیشینه ۱۶۰ سلسیوس و آنتراکینون ۰/۱ درصد

\*\*نسبت به وزن خشک کاه پیش استخراج شده

\*\*\*نسبت به وزن خشک کاه اولیه

الیاف بیشتر صورت می‌گیرد و موجب انعطاف پذیری بیشتر الیاف می‌گردد [۹].



شکل ۱- اثر پیش استخراج و بازگردانی مایع پیش استخراج بر دور پالایشگر مورد نیاز برای دست یابی به درجه روانی ثابت

#### چگالی کاغذ

چگالی کاغذهای به دست آمده از خمیر کاغذ شاهد بدون پیش استخراج در مقایسه با خمیر کاغذهای پیش استخراج شده، و بازگردانی شده، در جدول ۵، نشان داده شده است. هر عاملی که باعث افزایش اتصال بین الیاف، فشردگی کاغذ و کاهش خلل و فرج کاغذ شود، ضخامت کاغذ را کاهش و چگالی را افزایش می‌دهد. با افزایش درجه پالایش ضخامت کاغذهای دست ساز کاهش می‌یابد [۹]. با توجه به این که تیمار شاهد پیش استخراج نشده به دور پالایش بیشتری نیاز داشت لذا ضخامت کاغذ به دست آمده از آن کمتر و چگالی آن بیشتر بوده است و در مقابل دارای بالک کمتری می‌باشد که می‌تواند دلیلی بر افزایش مقاومت های آن نسبت به تیمارهای پیش استخراج شده باشد.

به عبارت دیگر، کاه پیش استخراج شده در نتیجه بازگردانی مایع پیش استخراج، به واکنش های لیگنین زدایی در مرحله پخت مقاومت بیشتری نشان می‌دهد و به زمان بیشتری نیاز دارد اگر چه به لحاظ بازده خمیر کاغذ اختلاف قابل ملاحظه ای بین آنها دیده نشده است. با توجه به نتایج مندرج در جدول ۳ و ۴، برای دستیابی به یک عدد کاپای مشخص، پخت کاه شاهد بدون پیش استخراج و کاه شاهد پیش استخراج شده را می‌توان در زمان و دمای یکسان انجام داد. لازم به تاکید است که بازده خمیر کاغذ سودا- آنتراکینون بر پایه وزن خشک کاه اولیه (بازده کل) در محدوده عدد کاپای ثابت حدود ۱۲، برای همه تیمارهای پیش استخراج شده و نیز نمونه شاهد بدون پیش استخراج کاه گندم نزدیک به یکسان و در حدود ۴۸ درصد بوده است که با نتایج محققان دیگر همخوانی دارد [۹]. در حالی که بازده خمیر کاغذ سودا- آنتراکینون بر پایه وزن خشک کاه پیش استخراج شده به مراتب بیشتر از بازده خمیر کاغذ کاه گندم بدون پیش استخراج می‌باشد (بازده خمیر کاغذ ۵۳/۸، ۵۳/۴ و ۵۲/۹ درصد به ترتیب برای کاه شاهد پیش استخراج شده و مرحله اول و دوم بازگردانی مایع در مقایسه با بازده خمیر کاغذ ۴۸/۴ درصد برای نمونه کاه گندم شاهد بدون پیش استخراج).

#### پالایش خمیر کاغذ

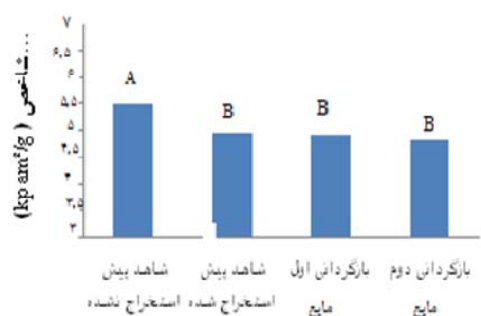
پالایش پذیری ویا واکنش خمیرهای مختلف به تیمار پالایش به منظور دستیابی به درجه روانی نهایی و مورد نظر  $20 \pm 350$  انجام گرفت که نتایج در شکل ۱ ارائه شده است. به نظر می‌رسد تیمارهای پیش استخراج با حذف همی سلولزها ی موجود در خمیر کاغذ برای رسیدن به درجه روانی مورد نظر نیاز به دور پالایش کمتری دارند. بنابراین پیش استخراج تأثیر مثبتی بر پالایش خمیر ساخته شده از کاه های تیمار شده داشته است [۲، ۶]. اما بازگردانی مایع پیش استخراج تأثیری بر پالایش خمیرهای پیش استخراج شده نداشته است. خمیرهایی که دارای همی سلولز بیشتری هستند در پالایش عمل فیبریله شدن در آنها نسبت به کوتاه شدن





شکل ۲- تاثیر پیش استخراج و بازگردانی مایع پیش

استخراج بر روی شاخص مقاومت به کشش



شکل ۳- تاثیر پیش استخراج و بازگردانی مایع

پیش استخراج بر روی شاخص مقاومت به ترکیدن

#### مقاومت پارگی

مقاومت پارگی کاغذهای تهیه شده از کاه گندم تیمار نشده و تیمار شده اندازه گیری شده و نتایج آن در شکل ۴ دیده می‌شود. مقاومت پارگی کاغذهای به دست آمده از تیمار شاهد بدون پیش استخراج در مقایسه با تیمارهای پیش استخراج شده در شکل ۴ نشان داده است که بین شاخص مقاومت پارگی کاغذ در نمونه های پیش استخراج شده و نمونه شاهد بدون پیش استخراج تفاوت معنی داری وجود ندارد [۱۰]. بازگردانی مایع پیش استخراج نیز بر روی مقاومت تاثیر معنی داری نداشته است. کاهش اتصال بین الیاف که با کاهش چگالی کاغذ همراه بوده است، افت نکردن مقاومت پارگی را علیرغم کاهش مقاومت‌های کششی و ترکیدهای توجیه می‌نماید.

جدول ۵- چگالی کاغذ های به دست آمده از تیمار

شاهد بدون پیش استخراج در مقایسه با تیمارهای پیش

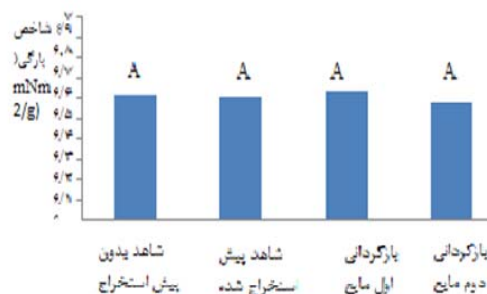
استخراج شده

تیمار	دانسیته (gr/cm <sup>3</sup> )
شاهد بدون استخراج	۰/۸۸
شاهد پیش استخراج شده	۰/۷۶
مرحله اول بازگردانی مایع	۰/۷۶
مرحله دوم بازگردانی مایع	۰/۷۶

#### ویژگی های مقاومتی کاغذ

ویژگی های مقاومتی مرتبط با پیوند بین الیاف (مقاومت کششی و ترکیدهای) کاغذهای به دست آمده از تیمار شاهد بدون پیش استخراج در مقایسه با تیمارهای پیش استخراج شده به ترتیب در شکل های ۲ و ۳ نشان داده شده است. همان گونه که ملاحظه می گردد. مقاومت کششی و ترکیدهای کاغذ در تیمارهای پیش استخراج به دلیل افت بیشتر همی سلولز ها و اتصال ضعیف تر بین الیاف در مقایسه با نمونه شاهد بدون پیش استخراج کاهش معنی دار یافته است و از آنجایی که در پالایش این نوع از خمیرها کوتاه شدن الیاف نسبت به فیبره شدن بیشتر رخ می دهد به همین دلیل طول الیاف خمیر شاهد بدون پیش استخراج بلندتر از خمیرهای پیش استخراج شده بوده و به مقاومت به ترکیدن بیشتری از خود نشان می دهد. که با نتایج محققان دیگر همخوانی دارد [۹۶]. لازم به تاکید است که بازگردانی مایع پیش استخراج در مرحله اول و دوم تاثیر معنی داری بر شاخص مقاومت های کششی و ترکیدهای نداشته است .

پیش استخراج شده (بازده خمیر سازی) به مراتب بیشتر از بازده خمیر کاغذ کاه گندم بدون پیش استخراج می باشد. تاثیر پیش استخراج و بازگردانی مایع پیش استخراج در کاهش دور پالایشگر برای رسیدن به درجه روانی مورد نظر کاملا مشهود بود. چنان که شاهد پیش استخراج نشده با دور پالایش بیشتری نسبت به شاهد پیش استخراج شده و مراحل بازگردانی مایع به درجه روانی مورد نظر رسید. نتایج ویژگی‌های مقاومتی نشان داد که با پیش استخراج شاخص کشش و شاخص ترکیدن خمیر کاغذهای به دست آمده کاهش یافته، در حالی که بازگردانی مایع تاثیر معنی داری بر این مقاومت ها نداشته است. بعلاوه تاثیر پیش استخراج و بازگردانی مایع بر روی مقاومت به پارگی نیز معنی دار نبوده است. با توجه به نتایج به دست آمده هر چند در اثر پیش استخراج بعضی از مقاومت های کاغذ کاهش یافته است اما این افت با حفظ بازده کل و افزایش بازده خمیر سازی می تواند جبران شود. همچنین بازگردانی که هدف اصلی این تحقیق بوده است تاثیر منفی بر بازده خمیر و مقاومت های آن نداشته است.



شکل ۴- تاثیر پیش استخراج و بازگردانی مایع پیش استخراج بر روی شاخص مقاومت به پارگی

### نتیجه گیری

نتایج مرحله پیش استخراج نشان داد که با بازگردانی مایع، درصد افت (کاهش وزن) کاه گندم پیش استخراج شده با قلیا کاهش می یابد. این کاهش وزن برای شاهد پیش استخراج شده حدود ۱۰ درصد و برای مراحل بازگردانی اول و دوم حدود ۸ درصد به دست آمد. نتایج خمیر سازی نشان داد که با افزایش دما، مقدار قلیابیت و زمان پخت، بازده و عدد کاپای خمیر کاغذ کاهش می یابد. بازده خمیر کاغذ سودا- آنتراکینون بر پایه وزن خشک کاه اولیه (بازده کل) در محدوده عدد کاپای ثابت حدود ۱۲، برای همه تیمارهای پیش استخراج شده و نیز نمونه شاهد بدون پیش استخراج کاه گندم تقریباً یکسان و در حدود ۴۸ درصد بوده است در حالی که بازده خمیر کاغذ سودا - آنتراکینون بر پایه وزن خشک کاه

## مراجع

- [1] Retsina, Theodora and Pylkkanen Vesa. 2007. AVAP<sup>TM</sup>, A Novel Biorefinery Concept. Tappi Web Exclusives 1-4.
- [2] Yoon, S-H. and van Heiningen, A., 2008. Kraft pulping and papermaking properties of hot-water pre-extracted loblolly pine in an integrated forest products biorefinery. TAPPI JOURNAL, 7(7): 22-26.
- [3] Goel, Ankur. and Ramaswamy Shri, . 2006. Coparison of Refining Response of Soda AQ and Organosolv Wheat Straw Pulps with Traditional Wood Pulps. Tappi Journal. 1 to 1.
- [4] Testova, L. 2006. Hemicelluloses Extraction from Birch Wood Prior to Kraft Cooking: Extraction Optimisation and Pulp Properties Investigation. MSc Thesis, Department of Chemical Engineering and Geosciences, Division of Chemical Technology, Lulea University of Technology, Sweden.
- [5] Mao, H., Genco, J.M., van Heiningen, A. Zou, H., Luo, J., and Pendse, H., 2008. Technical economic evaluation of a hardwood biorefinery using the “near-neutral” hemicellulose pre-extraction process. In TAPPI Engineering, Pulping, & Environmental Conference, August 24–27, Portland, Oregon, 165p.
- [6] Lei, Yichao and et al. 2006. Effect of Hot-Water Extraction on Alkaline Pulping of Bagasse. presentation. 1-35.
- [7] Yoon, S-H., Macewan, K., and van Heiningen, A. 2008. Hot-water pre-extraction from loblolly pine (*Pinus taeda*) in an integrated forest products biorefinery. TAPPI JOURNAL, 7(6): 27–32.
- [8] Al-Dajani, W.W., and Tschirner, U.W. 2008. Pre-extraction of hemicelluloses and subsequent kraft pulping. Part I: alkaline extraction. TAPPI JOURNAL, 7(6): 3–8.
- [9] Biermann, Christopher., J. 1996. Handbook of pulping and papermaking.
- [10] Yoon, S-H., Cullinan, H., and Krishnagopalan, G. A. 2009. The Effect of Modified Alkaline Pulping of Southern Pine, Integrated with Hemicellulose Pre-extraction on Pulp Properties. In TAPPI Engineering, Pulping, & Environmental Conference, October 11–14, Memphis, Tennessee, 146 p.

## Effect of pre- extraction liquid reuse on and soda-AQ pulp properties made up of wheat straw

S. Hoseinkhani<sup>\*1</sup>, H. Resalati<sup>2</sup>, A.R. Saraeian<sup>3</sup> and M.R. dehghani<sup>4</sup>

<sup>1\*</sup> M. Sc, <sup>2</sup> Professor, <sup>3 and 4</sup> Assistant Prof, Wood and Paper Sciences and Technology Faculty, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

### Abstract

In this study, the effect of recycle liquor resulted from alkaline pre- extraction step and its reuse on next pre- extraction step was investigated to produce soda-AQ pulp from wheat straw. This pre-extraction was done at a temperature of 140°c and 90 minute to get its weight decrease about 8-10 percent. Under alkaline pre-extraction, liquor of this step was used as pre extracted liquor of wheat straw in next step (first recycle liquor step), and liquor from first recycle liquor step was used as pre-extracted liquor of wheat straw in next step (second recycle liquor step). According to produced pulp from alkaline pre-extracted straw and recycled liquor compared with un pre-extracted one and in order to gain kappa number 12, results have shown that total yield based on primary weight of straw particles in pre-extracted cook was equal to un pre- extracted straw. The pre-extracted soda-AQ pulp had weaker reactions to refine than un the pre-extracted control pulp. Pre-extracted Straw pulp had equal tearing strength, and lower bursting and tensile strengths than the control pulp.

**Key words:** wheat straw, alkaline pre-extraction, recycle liquid, producing soda-anthraquinone pulp.

---

\* Corresponding author: hoseinkhanis@gmail.com