

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ





دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گیلان

دانشکده مهندسی چوب و کاغذ

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته صنایع خمیر و کاغذ

## اثر بازیابی لیکور پیش استخراج شده بر قابلیت رنگبری خمیر کاغذ سودا- آنتراکینون کاه گندم

پژوهش و نگارش

صدیقه حسین خانی

اساتید راهنما

دکتر حسین رسالتی

دکتر احمد رضا سرائیان

استاد مشاور

دکتر محمد رضا دهقانی

شهریور ۱۳۹۰



### **تعهدنامه پژوهشی**

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان‌نامه (رساله)‌های تحصیلی دانشجویان دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان مبین بخشی از فعالیت‌های علمی- پژوهشی بوده و همچنین با استفاده از اعتبارات دانشگاه انجام می‌شود، بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش‌آموختگان این دانشگاه نسبت به موارد ذیل متعهد می‌شوند:

۱) قبل از چاپ پایان‌نامه (رساله) خود، مراتب را قبلاً بطور کتبی به مدیریت تحصیلات تکمیلی دانشگاه اطلاع داده و کسب اجازه نمایند.

۲) در انتشار نتایج پایان‌نامه (رساله) در قالب مقاله، همایش، اختراع و اکتشاف و سایر موارد ذکر نام دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان الزامی است.

۳) انتشار نتایج پایان‌نامه (رساله) باید با اطلاع و کسب اجازه از استاد راهنما صورت گیرد.

اینجانب **صدیقه حسین‌خانی** دانشجوی رشته **صنایع خمیر و کاغذ مقطع کارشناسی ارشد** تعهدات فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده و به آن ملتزم می‌شوم.



تقدیم به

سرزمینم ایران

خانواده عزیزم و مادر بزرگم خوبم  
که همواره مشوق و پشتیبانم بوده اند

و همه آمانی که هستی علم، مدیون وجود آنهاست





## مشکر و قدردانی

اکنون که با استعانت از نگاه پروردگار متعال گامی دیگر از مرحله علمی را پشت سر نهادم، با خشوع و افتادگی تام بر خود لازم می‌دانم مراتب سپاس و قدردانی صمیمانه خویش را تأثیر به‌کسانی کنم که در این مدت مریداری نمودند.

از استاد راهنمای بزرگوارم جناب آقای دکتر حسین رسالتی که افتخار شاگردی ایشان را دارم به خاطر تمام راهنمایی‌ها و مساعدت‌های بی‌دریغ‌شان در طی انجام قدوم این پایان‌نامه نهایت تشکر و قدردانی را دارم. از استاد راهنمای ارجمندم جناب آقای دکتر احمد رضا سرانیان که در طول این پژوهش از بهنگری ایشان بهره‌سایر برده‌ام صمیمانه تشکر و قدردانی می‌کنم. از استاد مشاور ارجمندم جناب آقای دکتر محمد رضا دهقانی بخاطر راهنمایی‌های ارزنده‌ای که برای این تحقیق ارائه نمودند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌کنم. از هیئت محترم داوران جناب آقای دکتر علی قاسمیان و دکتر الیاس افرا که قبول زحمت داوری پایان‌نامه را نمودند کمال تشکر و قدردانی را دارم. از یاننده محترم تحصیلات تکمیلی سرکار خانم دکتر شهبانو که زحمت مطالعه این پایان‌نامه را متقبل شدند تشکر و قدردانی می‌کنم.

از دوستان و بهکاران عزیزم خانم مهندس نیک اختر و مهندس رفیعی و همچنین سرکار خانم کاظمی و سرکار خانم دکتر پیام نور به خاطر بهکاری و بهنگری صمیمانه‌شان کمال تشکر و قدردانی را دارم. از بهکاران ارجمندم در آزمایشگاه، آقایان زاهدی، مهندس رضا نژاد، ملک، فیروز مقدس زاده و آقای دبلی که به نحوی در طول انجام این پایان‌نامه بهکاری نمودند تشکر و قدردانی می‌کنم.

از بهکاران ارجمندم در دانشکده خانم‌ها، ساوری، نفسی، موسوی، الازسنی و آقایان مقدم، زین العابدین پور، مهندس یلدا، مهندس میرزائی، رجبی، کردی، حق‌شناس به خاطر بهکاری‌های بی‌دریغ‌شان کمال تشکر و قدردانی را دارم.

در پایان از کلیه دانشجویان ورودی ۸۷ خمیر و کاغذ و آقای مهندس مختار فیض‌مندان شجوی دانشگاه شهید بهشتی و سرکار خانم فاطمه رحیمی به خاطر تمام کمک‌های بی‌دریغ‌شان صمیمانه سپاسگزاری می‌کنم.

## چکیده

در این تحقیق تاثیر پیش‌استخراج و بازگردانی لیکور حاصل از مرحله پیش‌استخراج با قلیا و استفاده مجدد آن در مرحله بعدی پیش‌استخراج، بر تولید و رنگ بری خمیر سودا- آنتراکینون کاه گندم بررسی شد. پیش‌استخراج کاه گندم با محلول قلیایی در دمای ۱۴۰ درجه سانتیگراد و زمان ۹۰ دقیقه به منظور دستیابی به کاهش وزن حدود ۱۰-۸ درصد انجام شد، تحت شرایط فرایندی پیش‌استخراج با قلیا، از لیکور حاصل از این مرحله به عنوان مایع پیش‌استخراج کاه در مرحله بعدی (مرحله اول بازگردانی لیکور)، و از لیکور حاصل از مرحله اول بازگردانی نیز به عنوان مایع پیش‌استخراج کاه در مرحله بعدی (مرحله دوم بازگردانی لیکور) استفاده شد. نتایج تولید خمیر کاغذ از کاه پیش‌استخراج شده با قلیا و لیکور بازگردانی شده در مقایسه با کاه پیش‌استخراج نشده، جهت دستیابی به عدد کاپای حدود ۱۲ برای تولید خمیر قابل رنگ‌بری نشان داده است که بازده کل براساس وزن اولیه کاه، در کلیه تیمارهای پیش‌استخراج شده با پخت کاه شاهد پیش‌استخراج نشده تقریباً برابر بوده است. این در حالی است که بازده خمیرسازی در تیمارهای پیش‌استخراج شده بیشتر از کاه شاهد پیش‌استخراج نشده، بوده است. از توالی‌های متعددی برای رنگ‌بری خمیر شاهد بدون پیش‌استخراج استفاده شد و با توجه به درجه روشنی مورد نظر حدود ۸۰ درصد در نهایت از توالی ADEpDP برای تمام تیمارهای پیش‌استخراج شده استفاده شد. عکس‌العمل خمیرهای رنگ‌بری شده سودا- آنتراکینون کاه پیش‌استخراج شده به پالایش نسبت به خمیر کاغذ شاهد پیش‌استخراج نشده ضعیف‌تر بوده است. نتایج ویژگی‌های نوری نشان‌داد تیمارهای شاهد پیش‌استخراج نشده و پیش‌استخراج شده به لحاظ درجه روشنی اختلاف معنی‌داری در سطح ۹۵ درصد با هم نداشتند. اما بین تیمار شاهد پیش‌استخراج شده و تیمارهای بازگردانی لیکور اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. ماتی کاغذ با پیش‌استخراج به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. نتایج ویژگی‌های فیزیکی و مقاومتی نشان داد که بین تیمار شاهد پیش‌استخراج نشده و شاهد پیش‌استخراج شده در سطح ۹۵ درصد اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. به‌علاوه بین تیمار شاهد پیش‌استخراج شده و تیمارهای بازگردانی لیکور نیز اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

**واژه‌های کلیدی:** کاه گندم، پیش‌استخراج با قلیا، بازگردانی لیکور، خمیر سودا- آنتراکینون، رنگ‌بری

## فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول: مقدمه و کلیات.....	۱
۱-۱ مقدمه.....	۲
۲-۱ کلیات.....	۶
۱-۲-۱ کاه ماده لیگنوسلولزی مناسب برای صنایع خمیر کاغذ.....	۶
۲-۲-۱ خمیرسازی.....	۹
۱-۲-۲-۱ خمیرسازی سودا-آنتراکینون.....	۹
۳-۲-۱ پیش تیمار مواد لیگنوسلولزی به منظور استخراج همی سلولزها.....	۱۳
۱-۳-۲-۱ روش های پیش تیمار.....	۱۴
۲-۳-۲-۱ متغیرهای فرایندی مرحله پیش تیمار.....	۱۴
۴-۲-۱ رنگ بری.....	۱۵
۱-۴-۲-۱ مواد شیمیایی رنگ بری.....	۱۶
۵-۲-۱ فرضیه ها.....	۱۸
۶-۲-۱ اهداف تحقیق.....	۱۹
فصل دوم: مروری بر مطالعات انجام شده.....	۲۱
فصل سوم: مواد روش ها.....	۳۵
۱-۳ تهیه ماده اولیه.....	۳۶
۱-۱-۳ آماده سازی کاه گندم.....	۳۶
۲-۱-۳ تعیین درصد رطوبت کاه.....	۳۶
۲-۳ پیش استخراج خرده های کاه.....	۳۶
۱-۲-۳ مرحله شاهد پیش استخراج شده.....	۳۷
۲-۲-۳ بازگردانی اول لیکور.....	۳۷
۳-۲-۳ بازگردانی دوم لیکور.....	۳۸
۴-۲-۳ تعیین pH مایع پیش استخراج.....	۴۰
۵-۲-۳ تعیین درصد رطوبت و کاهش وزن خرده های کاه پیش استخراج شده.....	۴۰

## فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۳-۳ تهیه خمیر کاغذ.....	۴۰
۳-۳-۱ شرایط خمیرسازی.....	۴۰
۳-۳-۲ جداسازی الیاف و هوا خشک نمودن خمیر کاغذها.....	۴۱
۳-۳-۴ تعیین عددکاپای خمیر کاغذ.....	۴۲
۳-۴ رنگبری شیمیایی خمیر کاغذ.....	۴۲
۳-۴-۱ نحوه انجام فرایند رنگبری.....	۴۴
۳-۵ تعیین درجه روانی خمیر کاغذ.....	۴
۳-۶ پالایش خمیر کاغذ.....	۴۴
۳-۷ تهیه کاغذهای دست ساز.....	۴۴
۳-۸ اندازه گیری ویژگی های فیزیکی کاغذهای دست ساز.....	۴۵
۳-۸-۱ گراماژ.....	۴۵
۳-۸-۲ ضخامت.....	۴۵
۳-۸-۳ دانسیته.....	۴۵
۳-۹ اندازه گیری ویژگی های نوری.....	۴۵
۳-۹-۱ درجه روشنی و زردی.....	۴۵
۳-۹-۲ ماتی.....	۴۶
۳-۱۰ اندازه گیری ویژگی های مقاومتی کاغذهای دست ساز.....	۴۶
۳-۱۰-۱ مقاومت به کشش.....	۴۶
۳-۱۰-۲ مقاومت به پارگی.....	۴۶
۳-۱۰-۳ مقاومت به ترکیدن.....	۴۶
۳-۱۱ روش تجزیه تحلیل آماری.....	۴۶
فصل چهارم: نتایج و بحث.....	۴۷
۴-۱ پیش استخراج کاه گندم.....	۴۸
۴-۲ پخت سودا آنتراکینون.....	۴۹

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۴۹	۱-۲-۴ کاه شاهد بدون پیش استخراج.....
۵۲	۲-۲-۴ کاه پیش استخراج شده.....
۵۳	۳-۴ رنگبری خمیر کاغذ.....
۵۵	۱-۳-۴ بازده خمیر رنگبری شده.....
۵۶	۴-۴ درجه روانی اولیه.....
۵۶	۵-۴ پالایش پذیری.....
۵۸	۶-۴ ویژگی های کاغذ دست ساز حاصل از خمیر رنگبری شده.....
۵۸	۱-۶-۴ ویژگی های نوری و ظاهری.....
۵۸	۱-۱-۶-۴ درجه روشنی.....
۶۰	۲-۱-۶-۴ ماتی.....
۶۲	۳-۱-۶-۴ زردی.....
۶۴	۲-۶-۴ ویژگی های فیزیکی.....
۶۷	۳-۶-۴ ویژگی های مقاومتی.....
۷۲	۷-۴ نتیجه گیری.....
۷۴	پیشنهادات.....
۷۵	منابع مورد استفاده.....

## فهرست جداول

صفحه

عنوان

جدول ۱-۱	مشخصات مورفولوژیک الیاف کاه گندم	۸
جدول ۲-۱	مشخصات شیمیایی الیاف کاه گندم	۸
جدول ۳-۱	درصد وزنی قسمت‌های مختلف تشکیل دهنده گیاه کاه گندم	۸
جدول ۴-۱	مزایا و معایب مواد شیمیایی رنگ‌بری	۱۷
جدول ۱-۳	شرایط رنگ‌بری شیمیایی خمیر سودا-آنتراکینون کاه گندم	۴۳
جدول ۱-۴	نتایج آزمایش‌های پیش‌استخراج تیمار شاهد کاه گندم	۴۸
جدول ۲-۴	شرایط بهینه پیش‌استخراج کاه گندم	۴۹
جدول ۳-۴	نتایج آزمایش‌های پخت سودا-آنتراکینون برای نمونه‌های کاه پیش‌استخراج نشده	۵۰
جدول ۴-۴	نتایج آزمایش‌های پخت سودا-آنتراکینون برای نمونه‌های کاه پیش‌استخراج شده	۵۲
جدول ۵-۴	تأثیر توالی‌های مختلف رنگ‌بری بر درجه روشنی خمیر کاغذ	۵۴
جدول ۶-۴	درجه روانی اولیه خمیر کاغذهای رنگ‌بری شده	۵۶
جدول ۷-۴	تأثیر پیش‌استخراج و بازگردانی لیکور بر میزان پالایش و درجه روانی خمیر	۵۷
جدول ۸-۴	تأثیر پیش‌استخراج و بازگردانی لیکور بر درجه روشنی خمیرهای رنگ‌بری شده	۵۸
جدول ۹-۴	تجزیه واریانس درجه روشنی خمیرکاغذهای حاصل از خرده‌های کاه پیش‌استخراج شده با قلیا و پیش‌استخراج نشده	۵۸
جدول ۱۰-۴	تجزیه واریانس درجه روشنی خمیرکاغذهای حاصل از خرده‌های کاه پیش‌استخراج شده با قلیا و بازگردانی لیکور	۵۹
جدول ۱۱-۴	تأثیر پیش‌استخراج و بازگردانی لیکور بر ماتی خمیرهای رنگ‌بری شده	۶۰
جدول ۱۲-۴	تجزیه واریانس ماتی خمیرکاغذهای حاصل از خرده‌های کاه پیش‌استخراج شده با قلیا و پیش‌استخراج نشده	۶۰
جدول ۱۳-۴	تجزیه واریانس درجه روشنی خمیرکاغذهای حاصل از خرده‌های کاه پیش‌استخراج شده با قلیا و بازگردانی لیکور	۶۱
جدول ۱۴-۴	تأثیر پیش‌استخراج و بازگردانی لیکور بر زردی خمیرهای رنگ‌بری شده	۶۳
جدول ۱۵-۴	تجزیه واریانس زردی خمیرکاغذهای حاصل از خرده‌های کاه پیش‌استخراج شده با قلیا و پیش‌استخراج نشده	۶۳

## فهرست جداول

صفحه

عنوان

جدول ۴-۱۶ تجزیه واریانس زردی خمیرکاغذهای حاصل از خرده‌های کاه پیش استخراج شده با قلیا و بازگردانی لیکور .....	۶۳
جدول ۴-۱۷ میانگین گراماژ، ضخامت و دانسیته کاغذهای دست ساز رنگ بری شده .....	۶۵
جدول ۴-۱۸ تجزیه واریانس دانسیته خمیرکاغذهای حاصل از خرده‌های کاه پیش استخراج شده با قلیا و بازگردانی شده .....	۶۶
جدول ۴-۱۹ میانگین شاخص مقاومت کششی، شاخص مقاومت به ترکیدن و شاخص مقاومت به پارگی کاغذهای دست‌ساز .....	۶۷
جدول ۴-۲۰ تجزیه واریانس شاخص مقاومت کششی خمیرکاغذهای حاصل از خرده‌های کاه پیش استخراج شده با قلیا و پیش استخراج نشده .....	۶۸
جدول ۴-۲۱ تجزیه واریانس شاخص مقاومت کششی خمیرکاغذهای حاصل از خرده‌های کاه پیش استخراج شده با قلیا و بازگردانی لیکور .....	۶۸
جدول ۴-۲۲ تجزیه واریانس شاخص مقاومت به ترکیدن خمیرکاغذهای حاصل از خرده‌های کاه پیش استخراج شده با قلیا و پیش استخراج نشده .....	۷۰
جدول ۴-۲۳ تجزیه واریانس شاخص مقاومت به ترکیدن خمیرکاغذهای حاصل از خرده‌های کاه پیش استخراج شده با قلیا و بازگردانی شده .....	۷۰
جدول ۴-۲۴ تجزیه واریانس شاخص مقاومت به پارگی خمیرکاغذهای حاصل از خرده‌های کاه پیش استخراج شده با قلیا و پیش استخراج نشده .....	۷۱

## فهرست اشکال

صفحه

عنوان

- شکل ۱-۱ فراورده‌های قابل تولید از همی سلولزها ..... ۴
- شکل ۲-۱ خمیرسازی سودا- آنتراکینون ..... ۱۲
- شکل ۱-۳ شست و شوی خرده کاه پیش استخراج شده با آب مقطر ..... ۳۸
- شکل ۲-۳ اندازه‌گیری حجم لیکور جمع‌آوری شده ..... ۳۸
- شکل ۳-۳ تنظیم pH لیکور جمع‌آوری شده ..... ۳۸
- شکل ۱-۴ تاثیر نوسانات شرایط پخت بر عدد کاپا خمیر سودا آنتراکینون کاه گندم ..... ۵۱
- شکل ۲-۴ تاثیر نوسانات شرایط پخت بر بازده خمیر سودا کاپا خمیر سودا آنتراکینون کاه گندم ..... ۵۱
- شکل ۳-۴ رابطه بین بازده و عدد کاپای خمیر سودا- آنتراکینون کاه گندم ..... ۵۲
- شکل ۴-۴ اثربخشی استخراج و بازگردانی لیکور پیش استخراج بر دور پالایشگر برای دست‌یابی به درجه روانی ثابت ..... ۵۷
- شکل ۵-۴ تاثیر پیش استخراج و بازگردانی لیکور بر درجه روشنی خمیرهای رنگ بری شده ..... ۵۹
- شکل ۶-۴ تاثیر پیش استخراج و بازگردانی لیکور بر ماتمی خمیرهای رنگ بری شده ..... ۶۱
- شکل ۷-۴ تاثیر پیش استخراج و بازگردانی لیکور بر زردی خمیرهای رنگ بری شده ..... ۶۴
- شکل ۸-۴ تاثیر پیش استخراج و بازگردانی لیکور بر زردی خمیرهای رنگ بری شده ..... ۶۶
- شکل ۹-۴ تاثیر پیش استخراج و بازگردانی لیکور بر روی شاخص مقاومت کششی ..... ۶۸
- شکل ۱۰-۴ تاثیر پیش استخراج و بازگردانی لیکور بر روی شاخص مقاومت به ترکیدن ..... ۶۹
- شکل ۱۱-۴ تاثیر پیش استخراج و بازگردانی لیکور بر روی شاخص مقاومت به پارگی ..... ۷۱



## فهرست رابطه‌ها

صفحه	عنوان
۴۰	رابطه ۱-۳ تعیین درصد رطوبت کاه.....
۴۰	رابطه ۲-۳ تعیین درصد کاهش وزن خرده‌های کاه پیش استخراج شده.....
۴۱	رابطه ۳-۳ تعیین بازده خمیر کاغذ.....



فصل اول

مقدمه و کلیات

## ۱-۱ مقدمه

محدودیت سطح جنگل های تجاری و کاهش چوب مصرفی صنایع از یک طرف و وابستگی تولید کاغذ و مواد چند سازه چوبی به منابع جنگلی و برداشت بی رویه از آنها از طرف دیگر، باعث ایجاد نگرانی های جدی در زمینه تامین چوب مورد نیاز صنایع چوب و همچنین اثرات منفی زیست محیطی کاهش سطح جنگل ها شده است. یکی از راه کارهای جلوگیری از تخریب جنگل ها و رفع کمبود منابع چوبی، استفاده گسترده از منابع لیگنوسلولزی غیر چوبی می باشد (مهدوی، ۱۳۸۲). استفاده از منابع الیاف سلولزی غیر چوبی نظیر ضایعات کشاورزی و گیاهان غیر چوبی که به مقدار نسبتاً فراوان در کشور وجود دارند و هزینه تامین آنها ناچیز است می تواند کشور را در جهت قطع وابستگی به محصولات مختلف یاری کند (مهدوی فیض آبادی و همکاران، ۱۳۸۰).

اقتصاد تجاری مدرن رقابت را بین شاخه های صنایع تا سطح بالایی افزایش داده است. هر اقدام مهمی به صورت تحقیق برای افزایش ظرفیت ها و استفاده از مواد خام تا حد امکان به منظور افزایش سود انجام شده است. صنعت خمیر و کاغذسازی نمونه خوبی از این اقدام است. برای سال های زیادی کارخانه های خمیر کرافت ظرفیت های تولید را به وسیله نصب تجهیزات مقرون به صرفه تر، افزایش بازده خمیر و کاهش تعداد موانع و توقف ها در کارخانه ها افزایش داده اند. کارخانه ها دارای سیستم های هوشمند بازگردانی لیکور مصرف شده به منظور بازیابی انرژی و مواد شیمیایی پخت هستند. افزایش قیمت انرژی برای مثال روغن های معدنی، بر هزینه های مواد اولیه برای سنتز مواد شیمیایی گوناگون اثر می گذارد. کارخانه های خمیر کاغذ می توانند به عنوان یک منبع با ارزش مواد خام مثل همی سلولزها باشند، که این مواد را می توان قبل از شروع فرایند پخت و در مرحله پیش استخراج از مواد خام سلولزی استخراج نمود (تستوا، ۲۰۰۶).

بیومس لیگنوسلولزی می تواند پتانسیل خوبی برای کمک به سوخت های حمل و نقل باشند. اخیراً بیومس قابل دسترس در ایالات متحده آمریکا، به عنوان ماده ای برای انرژی زیستی، ۳۶۸ میلیون تن در سال بیومس مشتقات جنگلی و ۱۹۵ میلیون تن در سال باقیمانده های کشاورزی هستند. پیش استخراج قادر به تهیه بخش کوچکی از کل سوخت زیستی حمل و نقل در کشورهای اصلی تولیدکننده خمیر است. یک کارخانه تولیدکننده ۴۲۶۶۴۰ تن در سال خمیر کاغذ از چوب کاج تدا قادر است ۱۸۹۳۰ تن در سال اتانول به ازای استخراج ۶ درصد وزن چوب و ۷۴۸۸۱ تن در