دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
دانشکده جنگلداری و فناوری چوب

پایان نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد(M.Sc)
در رشته چوب شناسی و صنایع چوب

عنوان

اثر پیش تیمار قلیایی و دفیبره کردن بر بازده و روشنی خمیر کاغذ APMP کاه گندم استان گلستان

پژوهش و نگارش
سعید کامرانی

استاد راهنما
دکتر احمد رضا سرائیان

اساتید مشاور
دکتر حسین رسالتی
دکتر علی قاسمیان

تقدیر و تشکر

از جناب آقای دکتر **سرائیان**، استاد راهنمای گرامی که در تمامی مراحل تحقیق با راهنمایی های حکیمانه خویش مرا ارشاد و تشویق نمودند صمیمانه تشکر و قدردانی می کنم.

از آقای دکتر **رسالتی** وآقای دکتر **قاسمیان** که زحمت مشاوره این تز را تقبل نمودند و همچنین از راهنمایی های ارزنده شان کمال سپاسگذاری را دارم. از نماینده محترم تحصیلات تکمیلی جناب آقای دکتر **رفیقی** و اعضای محترم هیئت داوران آقایان دکتر **دهقانی** و دکتر **ذبیح زاده** که سعی در بهبود و تدوین تز داشتند کمال تشکر و امتنان را دارم.

از همکاری مسئولین آزمایشگاه چوب و کاغذ دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان جناب آقای **زاهدی** و خانم مهندس **حسین خانی** کمال تشکر و امتنان را دارم.

از همکاری مسئولین آزمایشگاه کاغذ سازی پارس به ویژه مهندس **صفی زاده** کمال قدر دانی و سپاسگذاری خالصانه دارم.

از مسئولین و پرسنل بخش سلولزی موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران خانمها مهندس **جاوید** و مهندس **بهزاد** که در انجام تست های کاغذ مرا یاری رساندند کمال تشکر را دارم.

از کلیه دوستان عزیزم آقایان **علی خلیلی گشت رودخانی ، رضا میرزا بیگی، جلیل روشناسان، میثم علی آبادی، ایمان اکبر پور، حسین شوب چاری، حسین مقدم** و کلیه عزیزانی که به نحوی در انجام این تحقیق مرا یاری رساندند تشکر و قدردانی می نمایم و از خداوند موفقیت و توفیق روزافزون آنها را خواستارم.

چکیده :

در این بررسی ضمن ثابت نگاه داشتن شرایط تیمار اصلی با دفیبره کردن کاه گندم قبل از تیمار اصلی و نیز اعمال پیش تیمار قلیایی از کاه گندم خمیر کاغذ APMP یک مرحله ای تهیه گردید. کاه گندم مورد مطالعه (رقم تجن) از موسسه تحقیقات علوم کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان تهیه شد. اندازه گیری ابعاد الیاف با استفاده از روش فرانکلین و ویژگیهای شیمیایی بر اساس استانداردهای TAPPI انجام گرفت. ابعاد الیاف شامل طول، قطرکلی ، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره به ترتیب ۳/۳۹،۱۱/۲۶،۱۸/۱۵،۱۱۸۰ میکرون و میانگین ترکیبات شیمیایی شامل سلولز ، لیگنین ، خاکستر و مواد استخراجی به ترتیب ۵۳/۷ ،۲۱/۱۱، ۸/۵ ،۵/۱ درصد تعیین گردید. برای تهیه خمیر کاغذ، کاه گندم مورد نظر به ابعاد ۳ تا ۵ سانتیمتر تبدیل گردید و سپس خمیر کاغذ آن در چهار حالت متفاوت تهیه گردید. درحالت اول، ابتدا تیمار APMP یک مرحله ای و سپس دفیبره شدن و پالایش، درحالت دوم ابتدا دفیبره شدن و سپس تیمار APMP یک مرحله ای و پالایش ،درحالت سوم پس از پیش تیمار قلیایی کاه، تیمار APMP یک مرحله ای، دفیبره شدن وپالایش و درحالت چهارم پس از پیش تیمار قلیایی و مرحله دفیبره شدن، تیمار APMP یک مرحله ای و پالایش انجام گرفت. پس از هریک از مراحل فرآوری خمیر کاغذ، بازده، مقادیر قلیای اولیه جذب شده و پراکسید مصرف شده تعیین گردید. از خمیر کاغذهای ساخته شده کاغذهای دست ساز تهیه و ویژگی های آن تعیین گردید. بیشترین بازده خمیر کاغذها مربوط به نمونه خمیر APMP یک مرحله ای بدون پیش تیمار قلیایی (۷۳/۵٪) و کمترین میزان بازده مربوط به خمیر کاغذ APMP یک مرحله ای پیش تیمارشده با قلیا و دفیبره شده (۶۲/۷٪) بود.بیشترین میزان روشنی خمیر(۳۱/۸٪) مربوط به خمیر کاغذ APMP یک مرحله ای دفیبره شده قبل از مرحله اصلی (حالت دوم)و کمترین میزان روشنی مربوط به خمیر کاغذهای تهیه شده از کاه گندم پیش تیمار شده با قلیا (۲۳/۴۱٪) بود.

واژه های کلیدی: کاه گندم، خمیر کاغذ APMP ، دفیبره کردن، پیش تیمار قلیایی، بازده، درجه روشنی.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل ۱ مقدمه و هدف	۱
فصل ۲ سابقه تحقیق	۳
۲-۱ ویژگی های ساختاری کاه گندم	۳
۲-۲ تاثیر دفیبره کردن یا آسیاب کردن	۷
۲-۳ تاثیر تیمار با قلیایی	۷
۲-۴ ساخت خمیر کاغذ مکانیکی از کاه گندم و رنگ بری آن	۹
فصل ۳ مواد و روشها	۱۹
۳-۱ نمونه برداری	۱۹
۳-۱-۱ محل نمونه برداری	۱۹
۳-۲ اندازه گیری نسبت وزنی اجزای کاه	۱۹
۳-۳ اندازه گیری ابعاد الیاف اجزای کاه گندم	۲۰
۳-۳-۱ تهیه نمونه از اجزای کاه گندم	۲۰
۳-۳-۲ اندازه گیری ابعاد الیاف	۲۰
۳-۴ تعیین ترکیبات شیمیایی کاه گندم و خمیر کاغذ	۲۰
۳-۴-۱ تهیه پودر	۲۰
۳-۴-۲ تعیین مقدار خاکستر	۲۱
۳-۴-۳ تعیین مقدار مواد استخراجی	۲۱
۳-۴-۴ تعیین مقدار سلولز	۲۲
۳-۴-۵ تعیین مقدار لیگنین	۲۲
۳-۵ تهیه خمیر کاغذ	۲۳
۳-۵-۱ آماده سازی کاه گندم	۲۳
۳-۵-۲ مراحل و شرایط تهیه پروکسید هیدروژن	۲۴
۳-۵-۳ مراحل و شرایط تهیه مایع پخت	۲۴
۳-۵-۴ مراحل و شرایط تهیه مایه پیش تیمار	۲۴
۳-۵-۵ مراحل و شرایط خمیر کاغذها	۲۴
۳-۵-۶ نحوه انجام پیش تیمار قلیایی کاه گندم و دفیبره کردن	۲۵
۳-۵-۷ نحوه انجام تیمار تیمار اصلی	۲۵
۳-۵-۸ خنثی سازی خمیر کاغذ	۳۱

۳-۵-۹ اندازه گیری مقدار قلیایی مصرف شده (توسط کاه گندم) ۳۱
۳-۵-۱۰ اندازه گیری مقدار پروکسید هیدروژن باقی مانده در مایع پخت ۳۲
۳-۵- ۱۱ تعیین بازده خمیر کاغذ ۳۲
۳-۵-۱۱-۱ تعیین بازده پس از مرحله پیش تیمار و دفیبره کردن ۳۳
۳-۵-۱۱-۲ تعیین بازده پس از تیمار اصلی ۳۳
۳-۵-۱۱-۳ تعیین بازده خمیر کاغذ پالایش شده ۳۳
۳-۵-۱۲ درجه روانی خمیر کاغذ ۳۴
۳-۵-۱۳ پالایش ثانویه خمیر کاغذ ۳۴
۳-۶ ساخت کاغذ دست ساز ۳۴
۳-۶-۱ اندازه گیری ویژگی های نوری کاغذ ۳۵
۳-۶-۲ تعیین ضخامت کاغذ ۳۶
۳-۶-۳ تعیین ویژگی های مقاومتی کاغذ ۳۶
۳-۶-۳-۱ شاخص مقاومت پارگی خمیر کاغذ ۳۶
۳-۶-۳-۲ طول پارگی خمیر کاغذ ۳۷
۳-۶-۳-۳ شاخص مقاومت در برابر ترکیدن خمیر کاغذ ۳۷
۳-۷ طرح آماری ۳۷

فصل ۴ – نتایج و بحث ۳۸
۴-۱ مشخصات ظاهری ۳۸
۴-۲ ابعاد و الیاف اجزای کاه گندم ۳۹
۴ـ ۳ ضرائب کاغذ سازی ۴۱
۴-۴ ترکیبات شیمیایی ۴۲
۴-۴-۱ خاکستر ۴۳
۴-۴-۲ مواد استخراجی محلول در الکل ـ استون ۴۳
۴-۴-۳ سلولز ۴۵
۴-۴-۴ لیگنین ۴۶
۴-۵ بازده خمیر کاغذ ۴۷
۴-۶ ویژگی های نوری خمیر کاغذ ۵۳
۴-۶-۱ درجه روشنی ۵۵
۴-۶-۱-۱ اثر دفیبره کردن بر درجه روشنی خمیر کاغذ ۵۹
۴-۶-۱-۲ اثر پیش تیمار قلیایی بر درجه روشنی خمیر کاغذ ۵۹
۴-۶-۱-۳ اثر پیش تیمار قلیایی و دفیبره کردن بر درجه روشنی خمیر کاغذ ۶۰
۴-۷ ماتی خمیر کاغذ ۶۱
۴-۸ ویژگی های مقاومتی خمیر کاغذ ۶۱

۴-۸-۱ طول پارگی خمیر کاغذ ۶۲
۴-۸-۱-۱ اثر دفیبره کردن بر طول پارگی خمیر کاغذها ۶۳
۴-۸-۱-۲ اثر پیش تیمار قلیایی بر طول پارگی خمیر کاغذ ۶۳
۴-۸-۱-۳ اثر پیش تیمار قلیایی و دفیبره کردن بر طول پارگی خمیر کاغذ ۶۴
۴-۸-۲ شاخص مقاومت به پاره شدن خمیر کاغذ ۶۴
۴-۸-۲-۱ اثر دفیبره کردن بر شاخص مقاومت به پاره شدن خمیر کاغذ ۶۶
۴-۸-۲-۲ اثر پیش تیمار قلیایی بر شاخص مقاومت به پاره شدن خمیر کاغذ ۶۶
۴-۸-۲-۳ اثر پیش تیمار قلیایی و دفیبره کردن بر شاخص مقاومت به پاره شدن خمیر کاغذ ۶۶
۴-۸-۳ شاخص مقاومت به ترکیدن کاغذ ۶۷
۴-۸-۳-۱ اثر دفیبره کردن بر شاخص مقاومت به ترکیدن خمیر کاغذ ۶۸
۴-۸-۳-۲ اثر پیش تیمار قلیایی بر شاخص مقاومت به ترکیدن خمیر کاغذ ۶۸
۴-۸-۳-۳ اثر پیش تیمار قلیایی و دفیبره کردن بر شاخص مقاومت به ترکیدن خمیر کاغذ ۶۹

فصل ۵ ـ پیشنهادات ۷۱
منابع و مآخذ ۷۲
ضمائم ۷۶

فهرست شکلها

عنوان	صفحه
۳-۱ مراحل ساخت خمیر APMP یک مرحله ای (حالت اول یا شاهد)	۲۷
۳-۲ مراحل ساخت خمیر APMP دو مرحله ای (حالت دوم)	۲۸
۳-۳ مراحل ساخت خمیر APMP یک مرحله ای (حالت سوم)	۲۹
۳-۴ مراحل ساخت خمیر APMP یک مرحله ای (حالت چهارم)	۳۰
۴-۱ نتایج میانگین خمیر کاغذهای APMP کاه گندم	۵۰
۴ـ۲ تغییرات بازده در خمیر نوع اول پس از هر یک از مراحل فرآوری آن	۵۱
۴ـ۳ تغییرات بازده در خمیر نوع دوم پس از هر یک از مراحل فرآوری آن	۵۱
۴ـ۴ تغییرات بازده در خمیر نوع سوم پس از هر یک از مراحل فرآوری آن	۵۲
۴ـ۵ تغییرات بازده در خمیر نوع چهارم پس از هر یک از مراحل فرآوری آن	۵۲
۴-۶ میزان قلیایی و پروکسید مصرف شده در خمیر نوع اول (شاهد)	۵۶
۴-۷ میزان قلیایی و پروکسید مصرف شده در خمیر نوع دوم	۵۶
۴-۸ میزان قلیایی و پروکسید مصرف شده در خمیر نوع سوم	۵۷
۴-۹ میزان قلیایی در خمیر و پروکسید جذب شده در خمیر نوع چهارم	۵۷
۴-۱۰ میزان روشنی خمیر کاغذهای APMP کاه گندم	۵۸
۴-۱۱ میزان ماتی خمیر کاغذهای APMP کاه گندم	۵۸
۴-۱۲ طول پارگی خمیر کاغذهایAPMP کاه گندم	۶۳
۴-۱۳ شاخص مقاومت به پاره شدن خمیر کاغذ APMP کاه گندم	۶۵
۴-۱۴ شاخص به ترکیدن خمیر کاه گندم	۶۷

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۲-۱ درصد ترکیبات شیمیایی کاه گندم سه منطقه از چین	۵
جدول ۳-۱ مراحل و شرایط تهیه خمیر کاغذ	۲۶
جدول ۴-۱ ابعاد الیاف کاه گندم تجن (استان گلستان)	۴۰
جدول ۴ـ ۲ ابعاد الیاف کاه گندم ارقام مختلف	۴۱
جدول ۴ـ۳ ضرائب کاغذ سازی محاسبه شده کاه گندم تجن(استان گلستان)	۴۲
جدول ۴-۴ ضرائب کاغذ سازی کاه گندم ارقام مختلف	۴۲
جدول ۴-۵ نتایج بازده خمیر کاغذها در مراحل مختلف فرآوری آن	۴۹
جدول ۴-۶ میزان درصد قلیا اولیه و جذب شده توسط کاه و میزان انحلال آن	۴۹
جدول ۴-۷ میزان روشنی و قلیای تزریق شده و جذب شده توسط خمیر	۵۴
جدول ۴-۸ تجزیه واریانس روشنی	۵۴
جدول ۴-۹ نتایج آزمون دانت	۵۴
جدول ۴-۱۰ میزان تغییرات مواد شیمیایی خمیر شاهد و خمیر نوع دوم	۵۹
جدول ۴-۱۱ میزان تغییرات مواد شیمیایی خمیر نوع سوم	۶۰
جدول ۴- ۱۲ میزان تغییرات مواد شیمیایی خمیر نوع چهارم	۶۱
جدول۴-۱۳ ویژگیهای مقاومتی خمیر کاغذ(APMP کاه گندم)	۶۱
جدول ۴-۱۴ تجزیه واریانس طول پارگی خمیر کاغذ	۶۲
جدول ۴-۱۵ نتایج آزمون دانت	۶۲
جدول ۴-۱۶ تجزیه واریانس شاخص مقاومت پارگی	۶۵
جدول ۴-۱۷ نتایج آزمون دانت	۶۵
جدول ۴-۱۸ تجزیه واریانس شاخص ترکیدن خمیر کاغذ	۶۸
جدول ۴-۱۹ نتایج آزمون دانت	۶۸

چکیده :

در این بررسی با دفیبره کردن کاه گندم قبل از تیمار اصلی و همچنین افزودن پیش تیمار قلیایی و با توجه به ثابت بودن شرایط تیمار اصلی از کاه گندم استان گلستان در چهار حالت خمیر کاغذ APMP یک مرحله ای،تهیه گردید. کاه گندم مورد مطالعه (رقم تجن) از موسسه تحقیقات علوم کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان تهیه گردید و ابعاد الیاف و ویژگیهایی شیمیایی آنها اندازه گیری و تعیین گردید . سپس از نمونه های آماده شده تحت شرایط زیر خمیر کاغذ تهیه گردید:

حالت اول : تیمار APMP یک مرحله ای + دفیبره شدن + پالایش

حالت دوم : دفیبره شدن + تیمار APMP یک مرحله ای+ پالایش

حالت سوم : پیش تیمار قلیایی+ تیمار APMP یک مرحله ای+ دفیبره شدن+پالایش

حالت چهارم : پیش تیمار قلیایی + دفیبره شدن + تیمار APMP یک مرحله ای + پالایش

پس از هریک از مراحل فرآوری خمیر کاغذ ، بازده و همچنین مقادیر قلیای اولیه جذب شده و پراکسید مصرف شده تعیین گردید.

بیشترین بازده خمیر کاغذها مربوط به نمونه ی خمیر APMP یک مرحله ای بدون پیش تیمار قلیایی (۷۳/۵٪) و کمترین میزان مربوطه به خمیر کاغذ APMP یک مرحله ای با پیش تیمار قلیایی و دفیبره شدن (۶۲/۷٪) بود. بیشترین میزان روشنی مربوط به خمیر کاغذ APMP یک مرحله ای بدون پیش تیمار قلیایی تحت شرایط دفیبره شدن الیاف، پیش از مرحله تیمار اصلی با میزان ۳۱/۸٪ و کمترین میزان روشنی مربوط به خمیر کاغذ تهیه شده از کاه گندم تحت شرایط پیش تیمار قلیایی با میزان ۲۳/۴۱٪ بود. به طور کلی با افزودن شرایط تیمار قلیایی،

میزان بازده کاهش و روشنی خمیر نیز کاهش یافت اما دفیبره کردن کاه گندم قبل از تیمار اصلی میزان روشنی خمیر را افزایش داد.

واژه های کلیدی: کاه گندم، خمیر کاغذ **APMP** ، دفیبره کردن، پیش تیمار قلیایی، بازده، درجه روشنی.

با افزایش روزافزون جمعیت بشر و پیشرفت تکنولوژی و صنایع، نیاز به کاغذ و فراورده های آن روند صعودی را در پیش گرفته است. کاهش میزان سطح جنگلها براثر عوامل تخریب کننده و بهره برداری بی رویه محققین، را بر آن داشته تا از منابع دیگری برای تهیه کاغذ و فراورده های آن استفاده نمایند. به عقیده برخی از محققین، کاشت و پرورش درختان سریع الرشدکه درکمترین زمان بتوانند بیشترین تولید و بازدهی را داشته باشند، راهی مناسب برای جبران کمبود مواد فیبری مورد نیاز صنایع چوب وکاغذ می باشد اما به عقیده گروهی دیگر از محققین، استفاده از منابع کشاورزی می تواند راهی دیگر برای حل این مساله باشد. در این رابطه عشوری (۲۰۰۶) طی مقاله ای تحت عنوان « الیاف گیاهان کشاورزی به عنوان منبعی برای تولید کاغذ» بیان کرده است که میزان نیاز به کاغذ طی۴۰سال اخیر معادل ۴/۷٪روند روبه رشدرا داشته است که تامین این میزان کاغذ به وسیله منابع چوبی امکان پذیر نیست و بایستی از منابع فیبری همچون پسماندهای کشاورزی درتولیدکاغذ استفاده نمود[۱۷].

در این رابطه یکی از منابع کشاورزی مورد استفاده صنعت کاغذ،کاه گندم می باشد. امروزه در بسیاری از مناطق دنیا برای تولید خمیر کاغذ از کاه گندم استفاده می نمایند.

بخش اصلی خمیر کاغذ تولید شده در کشور چین از گیاهان غیرچوبی با ظرفیت تولید سالانه معادل ۹۷۰۲ هزار تن از کاه،۷۲۰ هزارتن از باگاس،۴۴۸ هزار تن از بامبو و ۶۸۰۲ هزار تن از الیاف دیگر است. در بین سایر منابع (چوبی و غیر چوبی) مصرف کاه در درجه اول می باشد،کارخانه های خمیر و کاغذ بر پایه کاه در سراسر چین پراکنده اند که اگر چه اغلب آنها کوچک بوده و ظرفیتی معادل ۲۰ تا ۵۰ تن در روز دارند، ولی مقیاس تولید در حال افزایش است، به جز چین (با ظرفیت تولید سالانه ۹۷۰۲ هزار تن)، هند و کشورهای در حال توسعه دیگر نظیر پاکستان، ترکیه، مصر، الجزایر و اندونزی به ترتیب با ظرفیت تولید سالیانه ۲۹۶،۲۶۰،۱۸۷ ، ۶۷، ۲۵،۲۱ هزار تن، بخشی از کاغذ مورد نیاز خود را از کاه تولید می کنند.

علت استفاده گسترده تر صنایع تولید خمیر کاغذ ازکاه گندم در این حقیقت نهفته است که گندم از مهمترین گیاهان غیرچوبی است که به مقدار زیاد در مساحت وسیعی از زمین های کشاورزی دنیا وحتی در نواحی خشک کشت می شود. این گیاه از نظر تولید و سطح زیرکشت نیز با اهمیت ترین محصول کشاورزی ایران است[۴]. طبق آمار سالهای ۷۱ تا ۷۶ ، سطح زیر کشت گندم در ایران نزدیک به ۶/۵ میلیون هکتار (حدود دو سوم دیم و بقیه آبی) و تولید آن قریب به ۱۰/۴۴ میلیون تن (وزارت جهاد کشاورزی) تخمین زده شده است [۱۷].

با توجه به نسبت محصول دانه به کاه گندم که در حدود یک به۱/۳می باشد[۲]، بیش از۱۳ میلیون تن کاه گندم درکشور تولید می شود.

کاه گندم سابقاً برای تهیه کاه گل پشت بام ها و پوشش سقف و دیواره های داخلی ساختمان و حصارها بکار می رفت. بخشی از آن در مزارع با خاک شخم می خورد و یا سوزانده می شد. از زمانهای قدیم تاکنون بخش عمده ای از کاه گندم کشور به مصرف تغذیه دام می رسیده است و این در حالی است که قابلیت هضم وارزش غذائی آن ناچیز است [۱۵].

به دلایل تعیین کننده ای نظیر :

- تفاوت چشم گیر در مصرف سرانه کاغذ هر ایرانی درمقایسه با کشورهای پیشرفته و مقایسه آن به میانگین مصرف سرانه جهانی،
- عدم تولید چوب کافی و مناسب از منابع داخلی برای تکافوی ظرفیت اسمی کارخانه های کاغذ سازی و سایر صنایع چوب بزرگ و کوچک کشور،
- کاهش فشار بر منابع چوبی جنگلی ،
- تامین بخش عمده محصولات کاغذی از طریق واردات و ضرورت تامین این فراورده استراتژیک در حال و آینده،
- جلوگیری از خروج ارز،
- توجه زیاد به ویژه در کشورهای در حال توسعه به منابع غیرچوبی جهت فرآوری محصولات کاغذی خود با استفاده از این منابع، تحقیق و بررسی گسترده در استفاده از منابع غیر چوبی موجود در کشور،خصوصاً به منظور خمیر کاغذ سازی با روش های نوین پربازده و با آلودگی کمتر، اهمیت می یابد.لذا این پژوهش با هدف بررسی تاثیر پیش تیمار قلیا و دفیبره کردن برروی روشنی و بازده خمیرکاغذ پربازده سفید با روش مکانیکی پراکسید قلیایی(APMP) از کاه گندم گلستان (رقم تجن) انجام گرفت.از طرف دیگر تحقیقات در مورد تهیه خمیر کاغذ به روش مکانیکی پروکسید قلیایی (APMP)از کاه گندم در سالهای اخیر بسیار اندک بوده است. نتایج همین تحقیقات نشان می دهد که روشنی خمیر کاغذ مکانیکی به روش پراکسید قلیایی حاصل از کاه گندم نسبت به روشنی گونه های چوبی نظیر صنوبر کمتر می باشد لذا هدف این پژوهش بررسی تاثیر پیش تیمار و دفیبره کردن بر روی بازده و روشنی خمیر کاغذ مکانیکی پراکسید قلیایی(APMP) از کاه گندم می باشد.

عوامل متعددی در تبدیل مواد لیگنوسلولزی به خمیر و کاغذ دخالت دارند که شناخت هرچه بیشتر این عوامل می تواند نقش موثری درکاهش مشکلات در چنین فرآیندی داشته باشد یکی از مواد لیگنوسلولزی که از دیر باز جهت ساخت خمیر کاغذ مورد استفاده قرار گرفته و هم اکنون نیز به عنوان یکی از مهمترین منابع غیر چوبی جایگزین چوب مطرح است کاه غلات مخصوصا کاه گندم است لذا مرور بررسی های به عمل آمده در زمینه های مختلف از جمله ساختار فیزیکی، شیمیایی و مورفولوژی الیاف خمیر کاغذ سازی از کاه گندم می تواند گامی در راستای بهبود یا تغییر روش های موجود در خمیرکاغذ سازی و فناوری تبدیل این ماده به کاغذ بوده و امکان بکارگیری بیشتر و آسان تر آن را فراهم کند.

۲-۱ ویژگیهای ساختاری کاه گندم

ساقه گندم راست، قابل انعطاف و لوله مانند است و در فواصلی به نام بند مسدود می گردد. در محل بند دستجات آوندی به هم فشرده و پیچیده شده و پرده محکمی را در میان بندها ایجاد می کند. برگها که از محل بندها شروع می شوند دارای یک قسمت غلاف مانند هستند که چسبیده به ساقه به طرف زیاد قرار دارد (در واقع نقش دمبرگ را بعهده دارد) و قسمت دیگر پهن و باریک و آزاد است (تیغه برگ) که در ادامه بخش غلافی قرار دارد. سنبله یا خوشه در انتهای ساقه قرار دارد و شامل محور سنبله، پوسته ها و دانه های گندم است ساقه معمولا شامل سه بخش میان بندی بوده و بسته به نژاد، آب و هوا و شرایط خاک از نیم تا یک و نیم متر رشد می کند، طول میان بندهای ساقه معمولاً از سمت پایین به زیادی ساقه افزایش می یابد به طوری که میان بند زیادئی (بخش زیر سنبله تا اولین گره از زیاد) بیشترین طول را دارد ضخامت دیواره ساقه نیز از پایین به زیادی ساقه کاهش می یابد[۳۶].

اجزاء کاه گندم بسته به ارقام آن می تواند تا اندازه ای متفاوت باشد با این حال بخش عمده کاه را میان بندها و سپس برگ ها و بندها تشکیل می دهد در روش های قدیمی برداشت گندم (خرمن کوبی) بخشی از اجزاء (سنبله، محور سنبله پوست دانه، سیخک ها و ذرات و دانه های گندم) نیز در کاه باقی می ماند ولی در روش های ماشینی بسته بندی کاه این قسمت کمتر در مخلوط کاه مشاهده می گردد.

مهدوی (۱۳۷۳) درصد وزنی اجزای کاه گندم را برای میان بندها ۵۴/۱درصد برگ ها ۱۶/۹درصد ، خوشه ها ۱۴/۴درصد محور سنبله ۱۰/۷درصد و بندها ۴/۲درصد گزارش کرده است [۱۳].

مکین و جکوبس[۱] (۱۹۹۷) مقادیر اجزا کاه گندم،رقم مدسن[۲] ایالت واشنگن را برای حالت برداشت شده با دست ۴۸درصد میان بند، ۴۶درصد برگ و ۶درصد بند و برای حالت عدل بندی شده (برداشت ماشینی) ۸۰ درصد میان بند، ۹درصد برگ و ۱۱درصد بند گزارش کرده اند. در اثر برداشت به شیوه مکانیکی مقدار برگ کاه کم می شود[۳۴].

در ساخت خمیر کاغذ از کاه گندم منبع اصلی الیاف سلول های قسمت بست کاه می باشد که غالبا در میان بندها وجود دارند الیاف بست با سلول های بشره ای، اجسام کوچک مسطح، سلول های دندانه دار و مارپیچ ها که خیلی کوچک می باشند و ویژگیهای فیبری ندارند ، همراه می باشند الیاف از نوع بست اساساً از مغز یا قسمت داخلی ساقه و تا اندازه ای (کمتر) از بندها، غلاف ها و مواد پوشالی کاه به دست می آید.

یعقوب زاده (۱۳۵۵) در بررسی که بر روی چند گونه چوبی و غیر چوبی از جمله کاه گندم، کلش برنج، کاه جو و ساقه ذرت انجام داد، مقادیر خاکستر، مواد استخراجی، پنتوزان ها، لیگنین و سلولز کاه گندم (کرج) را به ترتیب ۵/۰۶، ۶/۰۱ درصد ، ۲۹/۵درصد، ۲۹/۲۱ و ۴۴/۰۴ درصد تعیین نمود[۱۷].

سلیمانی (۱۳۵۵) در مطالعه ای در مورد ویژگی های مورفولوژیکی الیاف مهم ترین منابع لیگنوسلولزی ایران از جنبه کاغذ سازی طول، قطربیرونی، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره الیاف کاه گندم (کرج) را به ترتیب ۹۴۰، ۳/۱۰،۸۹/۱۸،۳۴/۴۶ میکرون و ضریب درهم رفتگی، انعطاف پذیری و مقاومت در برابر پاره شدن الیاف را به ترتیب ۵۲/۵۶، ۱۰/۳۴، ۳/۸۹ ارائه داد[۵].

میسرا [۳] (۱۹۸۳) مقادیر خاکستر، مواد قابل حل در آب گرم، لیگنین ، پنتوزانها و آلفاسلولز را به ترتیب برای کاه گندم امریکا ۴/۶، ۲۸/۱۶،۲/۷،۷/۴ و۳۹/۹ درصد، اروپا ۲۶/۱۶،۸/۱۲،۳/۹،۶/۱و۳۴/۷ درصد، دانمارک ۳/۷، ۴۱/۳۱،۶/۲۰،۳/۷،۵/۹ درصد و هلند، ۲۴/۱۵،۶/۱۲،۶/۵و۳/۳ درصد همچنین مقادیر مواد قابل حل در الکل ـ بنزن کاه گندم آمریکا و دانمارک را به ترتیب ۳/۷ و۲/۷ درصد و هولوسلولز کاه های اروپا و دانمارک را ۷۳/۷ و۷۲/۹ درصد گزارش کرد.

نامبرده در مورد کاه گندم هلند،مواد قابل حل در آب گرم میان بندهای ساقه،گره ها، برگها و خوشه ها را به ترتیب ۱۳/۱۶،۶/۱۲،۱و۱۲/۵درصد، لیگنین را ۱۳/۱۸،۱/۱۸،۲/۹و۵/۱ درصد آلفا سلولز آنها را ۳۹/۵، ۳۰/۶، ۳۳/۵و۲۹/۸ درصد گزارش کرد[۳۵].

۱- Mckean & Jacobs

۲—Madsen

۳- Misra

زانگ[1] (۱۹۸۳) میانگین طول پهنا و ضخامت دیواره الیاف کاه گندم چین را به ترتیب ۱/۳۲۴ میلی متر، ۱۴/۲ میکرون و ۵/۲ میکرون بیان می دارد[۴۹].

جدول ۲-۱- درصد ترکیبات شیمیایی کاه گندم سه منطقه از چین

منطقه	هبی	شانکسی	جیانکسی
خاکستر	۶/۰۴	۸/۲۲	۷/۹۷
سلولز	۴۰/۴۰	۴۴/۳۳	۴۲/۰۹
پنتوزان	۲۵/۵۶	۲۲/۸۰	۲۵/۰۵
لیگنین	۲۲/۳۴	۱۷/۰۵	۲۶/۳۶
مواد قابل استخراج در:			
آب گرم	۲۳/۱۵	-	۱۳/۰۲
آب سرد	۵/۳۶	۷/۱۴	۱۱/۳۰
الکل ــ بنزن	-	۵/۱۱	۳/۴۷
اتر	۱۵درصد	-	-
سود سوزآور ۱درصد	۴۴/۵۶	۴۶/۸۲	۴۶/۷۰

پاتل[5] و همکاران(۱۹۸۴) مقادیرخاکستر،مواد قابل حل در آب سرد،آب گرم،سودسوزآور۱درصد ،الکل ـ بنزن، و همچنین هولوسلولز و پنتوزانها و لیگنین کاه گندم هند را به ترتیب ۵۲/۲۱،۵/۱۸،۷/۱۰،۸/۵، ۱۹/۶۳،۸/۴،۸/۸، ۱۴/۷ درصد ارائه کرده اند[۴۰].

منصور[3](۱۹۸۶)مقادیرخاکستر،رزین موم ،لیگنین، هولوسلولز،پنتوزان ها و نسبت سیلیس به خاکسترکاه گندم و یونان را به ترتیب ۲۷،۴۴/۶۸،۶/۱۹،۷/۲،۳/۵، ۶/۹ درصد بیان کرده است[۳۲].

اچیسون و مک گاورن[4] (۱۹۸۷) میانگین طول و قطر الیاف کاه گندم را به ترتیب ۱/۵ میلی متر و ۱۵ میکرون اعلام کرده اند[۲۱].

هارتر[5] (۱۹۸۸) از کانادا مقادیرخاکستر، سیلیس، پنتوزانها، لیگنین، آلفا سلولز و سلولز،کاه گندم کراس و بوان را به ترتیب ۹-۴،۷-۳،۳۲-۲۶،۲۱-۱۶،۳۵-۲۹ و۵۴-۴۹ درصد ذکر کرده است [۲۷].

۱-- Zhong

۲- Patel

۳- Mansour

۴- Atchison & Mcgovern

زانگ و همکاران(۱۹۹۰) دریافتند که در کاه گندم چین، طول الیاف ساقه بلندتر از طول الیاف بند است هولوسلولز آن بیشتر و خاکسترش کمتر از برگ است،بنابراین میان بندها جهت تهیه خمیر کاغذ مناسب ترند. آنها مقادیر خاکستر میان بندها و برگ ها را به ترتیب ۵/۹۳ و ۱۳/۵ درصد تعیین نموده اند[۴۹].

گویال و ری [۱] (۱۹۹۱) از هند مقادیر خاکستر، سیلیس و مواد قابل حل در آب سرد،آب گرم،سود سوزآور ۱درصد ، الکل ــ بنزن، همچنین لیگنین و پنتوزانهای کاه گندم را به ترتیب ۶/۱۰،۳/۲، ۴،۲۳/۲۸،۷/۲۱،۸/۲۰ و۲۸/۹درصد گزارش کرده اند[۲۵].

علی [۲] و همکاران(۱۹۹۱) از پاکستان مقادیر خاکستر،سیلیس و سیلیکاتها،مواد قابل حل درآب گرم، سود سوزآور ۱درصد و الکل ــ بنزن،و همچنین لیگنین، پنتوزانها،آلفا سلولز و هولوسلولز کاه گندم را به ترتیب ۸/۵-۷/۵ ، ۵/۵-۴/۵، ۱۴-۱۲، ۴۵-۴۲، ۵/۸ ،۱۷-۱۶، ۳۳/۲۵،۷ و ۵۸/۵ درصد بیان کرده اند[۲۰].

جیاسینگام[۳] (۱۹۹۱) طول، قطرکلی، قطر حفره الیاف گندم ترکیه را به ترتیب ۱/۱۷۰ میلی متر، ۱۵/۵ میکرون و ۵/۸ میکرون و مقادیر خاکستر، سیلیس و سیلیکات ها، مواد قابل حل در آب سرد، آب گرم، سود سوزآور ۱درصد و الکل ــ بنزن، پنتوزان ها،هولوسلولز(تصحیح شده برای خاکستر)، سلولز(عاری از خاکستر) آلفاسلولز(عاری از خاکستر) و لیگنین(عاری از خاکستر) این کاه را نیز به ترتیب۴/۴، ۷/۲،۶/۶، ۷۳،۴۸/۳۰،۹/۵،۷/۴۰،۳/۱۰،۱/۵، ۳۸/۹ و۱۵/۷ درصد گزارش داده اند[۲۸].

عبداکریم[۴] و همکاران(۱۹۹۴)مقادیر خاکستر، مواد قابل حل در الکل– بنزن، لیگنین، هولوسلولز، پنتوزان و آلفا سلولز کاه گندم مجارستان را به ترتیب ۶/۵، ۲/۸، ۲۰/۷۷، ۷۸/۳۵، ۴۶/۲۱،۴۱/۴۵ درصد برآورد کردند[۱۹].

مهدوی (۱۳۷۳) میانگین طول الیاف میان بندهای ساقه گندم (کرج)را ۱/۱۴ میلی متر، میانگین طول الیاف محور سنبله آن را ۰/۸۳ میلی متر و ضریب درهم رفتگی، انعطاف پذیری و مقاومت در برابر پاره شدن الیاف ساقه را به ترتیب۵۱/۹۳،۴۴/۷۰و ۲۴/۷۹ درصد و مقادیر خاکستر، مواد قابل حل در الکل ــ بنزن، سلولز و لیگنین کاه را نیز به ترتیب ۵/۵، ۳/۶، ۵۳/۰۶ و۱۸/۲۹ اندازه گیری نمود[۱۳].

۱- Goyal & Ray

۲- Ali

۳- Jeyasingam

۴- Abdol - karim

کاشانی(۱۳۷۶) میانگین طول،قطر خارجی،دیواره و قطر حفره الیاف کاه گندم (گرگان) را به ترتیب۱۵۲۰، ۱۷/۰۸، ۵/۵۳ و۶/۳۴ میکرون و ضریب درهم رفتگی، انعطاف پذیری و مقاومت در برابر پاره شدن این الیاف را نیز به ترتیب ۸۹/۳، ۱۷۴/۳۷،۵۲/۱۴ تعیین کرد و میانگین مقادیر خاکستر، مواد استخراجی(قابل حل در الکل ـ استن)، لیگنین و سلولز این کاه را به ترتیب ۷/۸۱، ۵/۶۷، ۲۱/۶۶ و ۴۶/۳۳ درصد اندازه گرفت[۹].

مکین و جاکوبس (۱۹۹۷) گزارش کرده اند که در کاه گندم برداشت شده با دست ۴۹درصد الیاف در میان بندها، ۴۵درصد در برگ ها و ۶درصد در گره ها وجود دارند.بلندترین الیاف در میان بندها دیده می شود و طول الیاف برگ ها در مقایسه با بندها بلندتر است.دامنه قطر شاخص برای الیاف (تراکئیدها)، سلولهای پارانشیمی و آوندهای کاه گندم به ترتیب ۲۴-۵،۱۴۲-۵۸ و۷۹- ۴۲ میکرون می باشد قطر الیاف عمدتاً (حدود ۶۰درصد موارد) در محدوده ۲۰-۱۰ میکرون و سپس (نزدیک به۲۰درصد موارد)در دامنه۳۰-۲۰ میکرون بوده ولی در مورد کل سلول ها به ترتیب قطرها بیشتر (حدود ۲۷درصد) در محدوده ۳۰- ۲۰ و سپس (نزدیک به ۲۲درصد) در دامنه ۴۰-۳۰ و (تقریبا ۱۴درصد) در محدوده ۲۰-۱۰ میکرون قرار دارند[۳۴].

مرادیان (۱۳۸۱) میانگین طول، قطر کلی، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی را برای کاه گندم (فیروز آباد فارس)را به ترتیب ۱۱۷۰، ۵/۹۸ و۱۰/۲۴ و۲/۸۲ میکرون و مقدار خاکستر، مواد قابل حل درالکل ـ استن، لیگنین و سلولزرا نیز به ترتیب ۹/۸۶، ۵/۶۲، ۴۹/۳ درصد تعیین نمود[۱۲].

۲-۲ تاثیر دفیبره کردن یا آسیاب کردن

در اثر دفیبره کردن ،رشته های کاه گندم به ذرات کوچک دستجات الیاف و خرده های الیاف تبدیل می گردد،که این سبب افزایش سطح ویژه کاه و افزایش کارایی تیمار اصلی (ماده رنگ بر) شده ،که این خود روشنی خمیرکاغذ را افزایش می دهد.

۲-۳ تاثیر تیمار با قلیایی

پیش تیمار با قلیایی و مواد قلیایی می تواند باعث حذف بعضی از ترکیبات مثل کربوهیدراتهایی با وزن مولکولی کم، (که شامل همی سلولز و سلولز تخریب یافته می باشد) و همچنین مقداری از ترکیبات لیگنین گردد (علاوه براین، مواد قلیایی می توانند مواد قابل حل در آب و همچنین بخشی از خاکستر را نیز در خود حل نمایند.)

زانگ (۱۹۸۳) مقادیر مواد قابل حل در محلول هیدروکسید سدیم یک درصد را برای کاه گندم سه منطقه، شانکسی، جیانکسی و چیانهانگ چین بترتیب ۴۶/۴۴،۸۲/۵۶ و ۴۶/۷۰ درصد گزارش کرده است [۴۹].

پاتل و همکاران (۱۹۸۵) از هند مقدار مواد قابل حل در محلول هیدروکسید سدیم یک درصد را برای کاه گندم ۵۲/۵ درصد ارائه کرده اند[۴۰].

گویال و ری (۱۹۹۱) از هند نیز این مقدار را برای کاه گندم ۲۸/۸ درصد گزارش کردند[۲۵].

علی و همکاران (۱۹۹۱) از پاکستان مقدار مواد قابل حل در سود سوزآور یک درصد را برای کاه گندم ۴۵- ۴۲ درصد مشخص کرده است[۲۰].

جیاسینگام (۱۹۹۱) مقدار این مواد را برای کاه گندم ترکیه ۴۰/۱ درصد تعیین نموده است[۲۸].

سرائیان (۱۳۸۲) مقدار مواد قابل حل در سود سوزآور یک درصد برای کاه گندم را معادل ۴۳/۳۳ درصد تعیین نمود [۶].

گوادلیکس [۱] و همکاران (۲۰۰۵) مقدار مواد قابل حل در سود سوزآور یک درصد کاه گندم رقم پلوروتوس فرانسه را معادل ۴۱/۲۸ درصد تعیین نمود[۲۳].

با توجه به اینکه مقدار مواد قابل حل در سودسوزآور یک درصد برای کاه گندم در مقایسه با چوب بمراتب بیشتر است و از آنجا که این مقدار بیانگر زیاد بودن میزان همی سلولزهاست، می توان نتیجه گرفت که کاه گندم نسبت به چوب قابلیت آبدوستی بیشتر و نفوذ پذیری راحت تری داشته باشد. از طرفی چون اکثر خمیر کاغذهای تهیه شده از کاه با استفاده از قلیائی تهیه می گردد و با توجه به اینکه نسبت همی سلولزها یا مواد قابل حل در هیدروکسید سدیم۱درصد درصد برای کاه زیاد می باشد، بدیهی است که بازده خمیر کاغذهای بدست آمده از کاه گندم در مقایسه با چوب کمترباشد.

تحقیقات نشان می دهدکه در فرآیند تولید خمیر مواد رنگ بر از قبیل پروکسید هیدروژن با سایر موادی که درحین فرآیند تولید خمیر در مراحل نهایی آن حذف می گردند (حل می گردند) نیز واکنش نشان می دهد که این کار کارایی پروکسید هیدروژن را کاهش می دهد،در این رابطه جونز[۲۴] بیان می دارد که در رنگ بری پروکسید هیدروژن، فقط ۴۰درصد از لیگنین و۶۰ درصد از هلوسلولزهای خمیر در واکنش داده با ماده رنگ بر در راستای پروسه باقی مانده و مابقی مواد از فرآیند خمیر سازی خارج می گردند، لذا حذف برخی از مواد اولیه از قبیل مواد سبک مولکول یا تخریب شده در قبل از فرآیند (به صورت پیش تیمار) احتمالا بتواند کارآیی مواد

۱- Guadalix

رنگ بر را زیاد ببرد در این رابطه همان طور که ذکر شد انجام پیش تیمار با مواد قلیایی می تواند باعث حذف بعضی از ترکیبات سبک مولکول گردد و بدین ترتیب پروکسید با مقدار مواد اولیه کمتری واکنش دهد، و کارآیی آن افزایش پیدا کند،اگرچه تیره شدن قلیایی نیز رخ می دهد.

۲-۴ساخت خمیر کاغذ مکانیکی از کاه گندم و رنگ بری آن

کاه غلات از قدیمی ترین منابع اولیه کاغذ سازی بوده و اولین بار تولید تجاری خمیر کاغذ از آن با استفاده از مواد شیمیایی در سال ۱۸۲۷یعنی۱۳سال قبل از فرآیند خمیرکاغذ سازی بر مبنای چوب ابداع شد [۳۰].در مورد خمیر سازی مکانیکی ازکاه گزارش های محدودی وجود دارد.ابتدا بعضی از فرآیندهای شیمی مکانیکی برای خمیر کاغذ سازی مستقیم در خمیرساز توسعه یافته است در این روش خمیرمکانیکی زبر با بازده زیاد در خمیر کن و در دمای حدود۱۰۰درجه سانتیگراد بدون استفاده از مواد شیمیایی بدست می آید، و در واقع خمیر در حدود۳۰تا ۹۰ دقیقه با درصدخشکی۱۰درصد تولید شده است.البته این خمیر کاغذ از کیفیت خوب برخوردار نبود و برای تولید تخته فیبر عایق مصرف شده است[۴۲].

ازفرآیند های شیمیایی متعددی که بعضی از آنها را می توان جزو فرآیند شیمی ــ مکانیکی طبقه بندی کرد برای خمیر سازی کاه استفاده می شود. فرآیند های آهک،یا سودا ــ آهک روش های قدیمی برای خمیر سازی کاه و تولید خمیرهای زبر جهت تولید مقوا،بسته بندی ارزان وکاغذ های بسته بندی و لایه مواج میانی می باشند. فرآیندسودا ،کرافت وسولفیت خنثی برای تولید انواع کاغذ رنگ بری شده نرم به کارگرفته میشوند[۳۵].

راموس [۱] و همکاران (۱۹۹۶) دربررسی خمیر CMP با روشنی زیاد از اکالیپتوس گلوبولوس[۲] با استفاده از پیش تیمار اسید نیتریک نتیجه گرفتند که شرایط بهینه خمیر سازی برای فرآیند تولید خمیر شیمی مکانیکی از این اکالیپتوس عبارت از یک درصد اسید نیتریک در حین مرحله اول پخت و هفت درصد سودا در مرحله دوم آن بود. هر دو مرحله پخت در مدت ۶۰دقیقه با حرارت ۸۰ درجه سانتیگراد انجام شد. خمیر های بدست آمده در این فرآیند پاسخ خوبی به رنگ بری با پروکسید هیدروژن نشان دادند.به نحوی که افزایش روشنی بیش از۲ واحد با افزودن نیم درصد پروکسید و بیش از ۳۰ واحد با استفاده از ۵ درصد پروکسید ایجاد شد.روشنی

۱- Ramos

۲-Eucalyptus globulus