



دانشکده مهندسی چوب و کاغذ

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد در رشته
صنایع خمیر و کاغذ

تأثیر استفاده از خمیر مرکب زدایی شده مخلوط کاغذهای باطله‌ی اداری بر ویژگی‌های خمیر کاغذ مکانیکی پروکسید قلیایی ساقه‌ی پنبه

پژوهش و نگارش:

مهرنوش توکلی

استاد راهنما:

دکتر احمدرضا سرائیان

استاد مشاور:

دکتر حسین رسالتی

دکتر علی قاسمیان

زمستان ۱۳۹۱

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:

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

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.

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

اینجانب مهنوش توکلی دانشجوی رشته صنایع خمیر و کاغذ مقطع کارشناسی ارشد تعهدات فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده و به آن ملتزم می‌شوم

چکیده:

این پژوهش با هدف بررسی تأثیر استفاده از خمیرکاغذ مرکب‌زدایی شده‌ی مخلوط کاغذهای باطله‌ی اداری (MOW) بر ویژگی‌های خمیر کاغذ APMP ساقه‌ی پنبه انجام گرفت. به این منظور خمیرکاغذهای APMP با استفاده از عوامل کی‌لیت‌ساز سیلیکات سدیم و DTPA (نمونه شاهد) و بدون استفاده از این ترکیبات از ساقه پنبه بدون پوست به صورت دو مرحله‌ای با نسبت مایع خمیرسازی به ماده اولیه ۱ : ۶، زمان ۲۰ دقیقه و درجه حرارت ۷۰°C در مرحله اول، زمان ۶۰ دقیقه و درجه حرارت ۷۵°C در مرحله دوم تهیه شدند. همچنین خمیر حاصل از مخلوط کاغذهای باطله اداری که با روش متداول شناورسازی مرکب‌زدایی شدند، تهیه گردید و تا رسیدن به درجه روانی حدود ۳۰۰ ml CSF پالایش شدند. از خمیرکاغذهای نمونه شاهد، APMP بدون استفاده از عوامل کی‌لیت‌ساز، خمیرکاغذ مرکب‌زدایی شده‌ی مخلوط کاغذهای باطله‌ی اداری و اختلاط ۱۰٪ و ۲۰٪ این خمیرکاغذ با APMP شاهد کاغذهای دست‌ساز ساخته شد و ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی آنها بر اساس استانداردهای تاپی تعیین گردید. بیشترین مقادیر مربوط به دانسیته، درجه روشنی و ویژگی‌های مقاومتی مربوط به خمیرکاغذ مرکب‌زدایی شده MOW و کمترین مقادیر مربوط به خمیرکاغذ APMP بدون عوامل کی‌لیت‌ساز بود. از بین کاغذهای حاوی خمیرکاغذ APMP، خمیر کاغذ APMP حاوی ۲۰٪ خمیر مرکب‌زدایی شده MOW بیشترین مقادیر دانسیته (۰/۳۴ g/cm^۳)، درجه روشنی (۰/۴۷/۵۸)، شاخص مقاومت به ترکیدن (۱/۴۲ kPa.m^۲/g) و پاره شدن (۶/۶۶ mN.m^۲/g) را داشت.

واژه‌های کلیدی: خمیرکاغذ APMP، ساقه پنبه، خمیر مرکب‌زدایی شده MOW، دانسیته، درجه

روشنی، شاخص مقاومت به ترکیدن

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل اول مقدمه و کلیات

۲	۱- کلیات
۲	۱-۱- مقدمه
۳	۱-۲- ویژگی‌های الیاف گیاهان غیر چوبی
۳	۱-۲-۱- ویژگی‌های شیمیایی
۳	۱-۲-۲- ویژگی‌های فیزیکی
۳	۱-۳- الیاف غیر چوبی
۳	۱-۳-۱- مزایای گیاهان غیر چوبی
۳	۱-۳-۱-۱- شرایط رویش
۴	۱-۳-۱-۲- محصولات یکساله
۴	۱-۳-۱-۳- ارزش افزوده
۴	۱-۳-۱-۴- کمک به طبیعت
۴	۱-۳-۲- معایب گیاهان غیر چوبی
۴	۱-۳-۳- جمع آوری و نگهداری
۵	۱-۳-۳-۱- تولید در مقیاس کوچک
۵	۱-۳-۳-۲- الیاف کوتاه و درصد سیلیس زیاد
۵	۱-۴- کاربرد نهایی الیاف گیاهان غیر چوبی
۷	۱-۵- پنبه
۷	۱-۵-۱- خصوصیات گیاهی پنبه
۷	۱-۵-۲- ارقام پنبه
۷	۱-۵-۳- سطح زیر کشت پنبه
۸	۱-۵-۴- میزان تولید ساقه پنبه
۹	۱-۶- میزان تولید خمیر و کاغذ

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۷-۱- خمیرسازی شیمیایی مکانیکی.....	۱۱
۷-۱-۱- تقسیم‌بندی فرآیندهای شیمیایی مکانیکی.....	۱۲
۷-۱-۱-۱- وضعیت مرحله تیمار شیمیایی در فرآیند.....	۱۲
۷-۱-۲- نوع تیمار شیمیایی.....	۱۲
۸-۱- فرآیند APMP.....	۱۳
۸-۱-۱- روند فرآیند APMP.....	۱۴
۸-۱-۱-۱- آغشته‌سازی خرده چوب‌ها.....	۱۴
۸-۱-۲- پالایش و شستشوی خمیر.....	۱۵
۹-۱- صنعت بازیافت کاغذهای باطله.....	۱۶
۱۰-۱- مرکب‌زدایی.....	۱۸
۱۱-۱- طرح مسئله تحقیق.....	۱۹
۱۲-۱- اهداف تحقیق.....	۱۹
۱۳-۱- فرضیات تحقیق.....	۱۹

فصل دوم مرور منابع

۱-۲- تحقیقات انجام شده در داخل کشور.....	۲۲
۲-۲- تحقیقات انجام شده در خارج از کشور.....	۲۶

فصل سوم مواد و روش‌ها

۱-۳- تهیه نمونه‌های ساقه پنبه و آماده سازی آنها برای تهیه خمیر و کاغذ.....	۳۶
۲-۳- اندازه‌گیری درصد پوست ساقه پنبه.....	۳۶
۳-۳- تعیین رطوبت نمونه‌ها.....	۳۶
۴-۳- شرایط انجام تیمارهای فرآیند APMP.....	۳۷

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۳-۵- تعیین بازده در مرحله خمیرسازی	۳۷
۳-۶- اندازه‌گیری مقدار قلیای مصرف شده	۳۸
۳-۶-۱- روش تهیه محلول ۱ درصد فنل قرمز	۳۸
۳-۷- اندازه‌گیری مقدار پروکسید هیدروژن باقیمانده	۳۹
۳-۸- تهیه خمیر	۴۰
۳-۹- دفیبره کردن خرده‌ساقه‌ها	۴۱
۳-۱۰- خنثی سازی خمیر کاغذ	۴۱
۳-۱۱- الک کردن خمیر کاغذ	۴۱
۳-۱۲- تعیین بازده خمیر	۴۱
۳-۱۳- تعیین پس‌زده‌های خمیر	۴۲
۳-۱۴- تعیین بازده خمیر کاغذ	۴۲
۳-۱۵- پالایش خمیر	۴۲
۳-۱۶- مرکب‌زدایی	۴۳
۳-۱۶-۱- خمیر کاغذسازی مجدد	۴۳
۳-۱۶-۲- مرکب‌زدایی به روش شناورسازی	۴۵
۳-۱۷- ساخت کاغذ دست‌ساز	۴۶
۳-۱۸- تعیین خواص فیزیکی، مقاومتی و نوری کاغذ	۴۷
۳-۱۸-۱- اندازه‌گیری ضخامت کاغذ	۴۷
۳-۱۸-۲- دانسیته کاغذ	۴۸
۳-۱۸-۳- حجم ویژه کاغذ	۴۸
۳-۱۸-۴- بررسی ویژگی‌های مقاومت به عبور هوا	۴۸
۳-۱۸-۵- شاخص مقاومت به ترکیدن	۴۸
۳-۱۸-۶- شاخص مقاومت به پاره شدن	۴۹

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۱۹-۳- اندازه‌گیری ویژگی‌های نوری.....	۴۹
۱-۱۹-۳- درجه روشنی.....	۴۹
۲-۱۹-۳- ماتی.....	۵۰
۲۰-۳- روش تجزیه و تحلیل آماری.....	۵۰

فصل چهارم نتایج

۱-۴- ویژگی‌های کاغذهای حاصل از تیمارهای مختلف.....	۵۲
۱-۱-۴- ویژگی‌های فیزیکی کاغذهای حاصل از تیمارهای مختلف.....	۵۲
۱-۱-۱-۴- ضخامت.....	۵۲
۲-۱-۱-۴- دانسیته.....	۵۵
۳-۱-۱-۴- حجم ویژه.....	۵۷
۴-۱-۱-۴- مقاومت به عبور هوا.....	۵۹
۲-۱-۴- مقاومت‌های مکانیکی کاغذ.....	۶۲
۱-۲-۱-۴- مقاومت به ترکیدن.....	۶۲
۲-۲-۱-۴- مقاومت به پاره شدن.....	۶۵
۳-۱-۴- ویژگی‌های نوری کاغذهای حاصل از تیمارهای مختلف.....	۶۸
۱-۳-۱-۴- درجه روشنی.....	۶۸
۲-۳-۱-۴- ماتی.....	۷۰

فصل پنجم بحث و نتیجه‌گیری

۱-۵- ویژگی‌های فیزیکی کاغذ.....	۷۴
۱-۱-۵- ضخامت.....	۷۴
۲-۱-۵- دانسیته.....	۷۴

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۷۴	۳-۱-۵- حجم ویژه
۷۵	۴-۱-۵- مقاومت به عبور هوا
۷۵	۲-۵- مقاومت‌های مکانیکی کاغذ
۷۵	۱-۲-۵- مقاومت به ترکیدن
۷۶	۲-۲-۵- مقاومت به پاره شدن
۷۶	۳-۵- ویژگی‌های نوری کاغذ
۷۶	۱-۳-۵- درجه روشنی
۷۷	۲-۳-۵- ماتی
۷۸	۴-۵- نتیجه‌گیری نهایی
۷۸	۵-۵- پیشنهادات
۸۲	منابع

فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل ۱-۱- سطح زیر کشت پنبه در استان‌های گلستان و مازندران.....	۸
شکل ۱-۲- میزان تولید خمیر و کاغذ در مقیاس جهانی و از منابع غیر چوبی.....	۱۰
شکل ۱-۳- تولید خمیر با روش‌های مختلف در سال ۲۰۰۶.....	۱۱
شکل ۱-۴- مراحل مختلف فرآیند APMP با استفاده از صنوبر.....	۱۶
شکل ۴-۱- تغییرات ضخامت کاغذهای حاصل از تیمارهای مختلف.....	۵۴
شکل ۴-۲- تغییرات دانسیته کاغذهای حاصل از تیمارهای مختلف.....	۵۷
شکل ۴-۳- تغییرات حجم ویژه کاغذهای حاصل از تیمارهای مختلف.....	۵۹
شکل ۴-۴- تغییرات مقاومت به عبور هوای کاغذهای حاصل از تیمارهای مختلف.....	۶۲
شکل ۴-۵- تغییرات شاخص مقاومت به ترکیدن کاغذهای حاصل از تیمارهای مختلف.....	۶۵
شکل ۴-۶- تغییرات شاخص مقاومت به پاره شدن کاغذهای حاصل از تیمارهای مختلف.....	۶۷
شکل ۴-۷- تغییرات روشنی کاغذهای حاصل از تیمارهای مختلف.....	۷۰
شکل ۴-۸- تغییرات ماتی کاغذهای حاصل از تیمارهای مختلف.....	۷۲

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۱-۱- میزان تولید پسماندهای کشاورزی و گیاهان غیرچوبی در سال ۲۰۰۷.....	۵
جدول ۱-۲- میزان مصرف مواد اولیه فیبری برای کاغذسازی در جهان.....	۹
جدول ۱-۳- شرایط انجام تیمارهای APMP ساقه پنبه.....	۳۷
جدول ۲-۳- مواد شیمیایی مورد استفاده در فرآیند مرکب‌زدایی.....	۴۳
جدول ۳-۳- مواد شیمیایی مورد استفاده در مرحله‌ی خمیر کاغذسازی.....	۴۴
جدول ۳-۴- شرایط خمیر کاغذسازی.....	۴۴
جدول ۳-۵- شرایط شناورسازی.....	۴۶
جدول ۳-۶- درصد استفاده از خمیر کاغذ در هر تیمار.....	۴۷
جدول ۴-۱- مقادیر ضخامت کاغذها (میکرون).....	۵۳
جدول ۴-۲- نتایج آزمون تجزیه واریانس مقادیر ضخامت کاغذها.....	۵۳
جدول ۴-۳- نتایج آزمون دانکن مقادیر ضخامت کاغذها.....	۵۴
جدول ۴-۴- مقادیر دانسیته‌ی کاغذها (g/cm^3).....	۵۵
جدول ۴-۵- نتایج آزمون تجزیه واریانس مقادیر دانسیته‌ی کاغذها.....	۵۶
جدول ۴-۶- نتایج آزمون دانکن مقادیر دانسیته‌ی کاغذها.....	۵۶
جدول ۴-۷- مقادیر حجم ویژه کاغذها (cm^3/g).....	۵۷
جدول ۴-۸- نتایج آزمون تجزیه واریانس مقادیر حجم ویژه کاغذها.....	۵۸
جدول ۴-۹- نتایج آزمون دانکن مقادیر حجم ویژه کاغذها.....	۵۹
جدول ۴-۱۰- مقادیر مقاومت به عبور هوای کاغذها (ثانیه).....	۶۰
جدول ۴-۱۱- نتایج آزمون تجزیه واریانس مقاومت به عبور هوای کاغذها.....	۶۱
جدول ۴-۱۲- نتایج آزمون دانکن مقادیر مقاومت به عبور هوا.....	۶۱
جدول ۴-۱۳- مقادیر شاخص مقاومت به ترکیدن کاغذها ($\text{kPa.m}^2/\text{g}$).....	۶۳
جدول ۴-۱۴- نتایج آزمون تجزیه واریانس شاخص مقاومت به ترکیدن کاغذها.....	۶۴
جدول ۴-۱۵- نتایج آزمون دانکن مقادیر شاخص مقاومت به ترکیدن کاغذها.....	۶۴

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۴-۱۶- مقادیر شاخص مقاومت به پاره شدن کاغذها (mN.m ² /g).....	۶۶
جدول ۴-۱۷- نتایج آزمون تجزیه واریانس شاخص مقاومت به پاره شدن کاغذها.....	۶۷
جدول ۴-۱۸- نتایج آزمون دانکن مقادیر شاخص مقاومت به پاره شدن کاغذها.....	۶۷
جدول ۴-۱۹- مقادیر درجه روشنی کاغذها (درصد).....	۶۸
جدول ۴-۲۰- نتایج آزمون تجزیه واریانس درجه روشنی کاغذها.....	۶۹
جدول ۴-۲۱- نتایج آزمون دانکن مقادیر درجه روشنی کاغذها.....	۶۹
جدول ۴-۲۲- مقادیر ماتی کاغذها (درصد).....	۷۱
جدول ۴-۲۳- نتایج آزمون تجزیه واریانس ماتی کاغذها.....	۷۱
جدول ۴-۲۴- نتایج آزمون دانکن مقادیر ماتی کاغذها.....	۷۲

فصل اول

مقدمه و کلیات

۱- کلیات

۱-۱- مقدمه

با توجه به اینکه مواد خام چوبی داخلی مورد نیاز برای صنایع کاغذ کشور در حال کاهش و پاسخگوی نیازهای روزافزون نمی‌باشد و از طرفی استفاده‌ی حداکثر از منابع اولیه غیرچوبی سلولزی موجود، عاملی در جهت تحقق اهداف توسعه پایدار می‌باشد. بنابراین لازم است تا در مورد انواع مواد خام داخلی مناسب برای این صنعت بررسی‌هایی به عمل آید.

در صورت استفاده‌ی بهینه از پسماندهای منابع کشاورزی به‌عنوان منابعی تجدید شونده در صنعت چوب و کاغذ از یک طرف می‌توان مانع تخریب بی‌رویه‌ی جنگل‌های مورد استفاده در این صنعت شده و از طرف دیگر به دلیل کوتاه بودن دوره رشد این منابع، تا حد زیادی می‌توان نیازهای فیبری صنعت چوب و کاغذ را تأمین کرد (سرائیان، ۱۳۸۲). الیاف غیرچوبی به‌رغم مقادیر نسبتاً کم بخصوص در کشورهای در حال توسعه که استفاده از مواد خام بومی آنها می‌تواند تا حد زیادی سبب کاهش هزینه واردات کاغذ گردد، دارای اهمیت هستند. مهمترین منابع الیاف غیرچوبی شامل باگاس، بامبو، جوت، رامی، کنف، کتان و پنبه است. البته انواع علف‌ها مانند علف اسپارتو و کاه و کلش گندم، چاودار و برنج نیز در این زمینه مطرح هستند (میرشکرایی، ۱۳۸۱). از جمله پسماندهای کشاورزی ساقه پنبه می‌باشد، این ساقه دارای درصد قابل توجهی سلول‌های مغزی همراه با پوست خارجی تیره رنگ می‌باشد که وجود پوست مشکلاتی را در خمیرسازی و فرآیند کاغذسازی ایجاد می‌کند. دو مشکل اصلی که مانع استفاده‌ی تجاری از ساقه‌های پنبه در تولید خمیر و کاغذ شده است: اول حمل و نقل آن است که به دلیل حجیم بودن مواد اولیه می‌باشد که این مشکل را می‌توان تا حدی با عدل بندی آنها با تکنیک‌های متراکم کننده حل کرد. مورد دوم پوست کنی آن است که از آنجا که این ساقه تا حدودی بوته ای و کمی شاخه دار است این کار نیز مشکل می‌باشد.

استفاده از پسماندهای کشاورزی برای خمیرسازی و کاغذسازی در حال افزایش است. خمیرسازی مکانیکی با پروکسید قلیایی (APMP) روش خمیرسازی موفقی برای پهن برگان به ویژه گونه‌های با دانسیته‌ی کم، مانند صنوبر بوده است. مزایای فرآیند APMP شامل کیفیت مطلوب خمیر، حذف واحد رنگبری و صرفه جویی در مصرف انرژی می‌باشد که مزایای آن بیش از فرآیندهای متداول مثل CMP می‌باشد. فرآیند APMP بر انجام رنگبری با پروکسید در مراحل آغشته‌سازی شیمیایی و

پالایش بنا نهاده شده که عمل رنگ‌بری نه تنها جایگزین شده و تیرگی قلیایی خرده چوب‌ها را برطرف می‌سازد بلکه آنها را تا سطوح روشنی معینی روشن می‌سازد. مشابه سولفوردار شدن، کربوکسیل دار شدن لیگنین با پروکسید قلیایی جداسازی آسان‌تر الیاف را طی پالایش نتیجه می‌دهد و پیوندیابی الیاف را در کاغذسازی بهبود می‌بخشد. انطباق فرآیند APMP چوب نسبت به الیاف کشاورزی موفقیت آن را برای کنف، شاهدانه، و باگاس ثابت کرده است (پان و لیری، ۲۰۰۰).

۱-۲- ویژگی‌های الیاف گیاهان غیر چوبی

تفاوت‌های قابل ملاحظه‌ای بین گیاهان غیر چوبی وجود دارد، که این تفاوت به نوع گیاه، خاک و شرایط رویشی آنها بستگی دارد.

۱-۲-۱- ویژگی‌های شیمیایی

گیاهان غیر چوبی معمولاً مقدار لیگنین کمتر و پنتوزان‌ها و همی سلولز بیشتری نسبت به چوب دارند. الیاف ساقه‌ی گیاهان غیر چوبی از لحاظ شیمیایی به پهن برگان نزدیک بوده و اختلاف اصلی آنها در وجود درصد خاکستر و سیلیس بیشتر می‌باشد.

۱-۲-۲- ویژگی‌های فیزیکی

تنوع گیاهان غیر چوبی از نظر انواع سلول‌ها و اندازه‌ی آنها بیشتر از چوب است. تک لپه‌ای‌ها نظیر ساقه‌ی غلات، باگاس و ساقه‌ی ذرت تا حدودی نظیر پهن برگان می‌باشند، اما ناهمگن‌تر بوده و دارای مقادیر قابل ملاحظه‌ای از سلولهای پارانشیمی، آوندها، و سلولهای اپیدرمی می‌باشند (رابرت و همکاران، ۲۰۰۶).

۱-۳- الیاف غیر چوبی

۱-۳-۱- مزایای گیاهان غیر چوبی

۱-۳-۱-۱- شرایط رویش

بیشتر این الیاف پسماندهای محصولات کشاورزی می‌باشند که معمولاً در جاهایی که خاک دارای کیفیت ضعیف‌تر و کم ارزش‌تر بوده و مناسب رشد درختان نمی‌باشد، کشت می‌شوند.

۱-۳-۱-۲- محصولات یکساله

اکثر این الیاف، حاصل گیاهان یکساله می‌باشند که هر سال در زمینهای زراعی کشت و برداشت شده، و دارای بازده زیادی می‌باشند که در مقایسه با الیاف گیاهان چوبی قابلیت تجدیدپذیری دارند (جدول ۱).

۱-۳-۱-۳- ارزش افزوده

پسماندهای محصولات کشاورزی فرآورده‌های جانبی بوده که به‌طور نسبی ارزان و فراوان می‌باشند که با استفاده از آنها ارزش افزوده‌ی محصولات کاغذی افزایش می‌یابد.

۱-۳-۱-۴- کمک به طبیعت

با بهره‌برداری از پسماند ضایعات کشاورزی می‌توان مقداری از مواد اولیه‌ی مورد نیاز صنایع را تأمین کرد که باعث می‌شود از فشارهای وارده بر جنگل‌ها کاسته شده و نیز از تولید و انتشار منواکسیدکربن و دی‌اکسید کربن ناشی از سوزاندن این مواد ممانعت به عمل می‌آید.

۱-۳-۱-۲- معایب گیاهان غیر چوبی

۱-۳-۱-۲-۱- جمع‌آوری و نگهداری

این گونه از گیاهان یک‌ساله می‌باشند، لذا باید در یک دوره‌ی رویشی کوتاه برداشت شوند. و نیز برای نگهداری از آنها به جایگاه‌های بزرگ و وسیع و برای حفاظت از آنها به عملیات ویژه‌ای نیاز است.

جدول ۱-۱- میزان تولید پسماندهای کشاورزی و گیاهان غیر چوبی در سال ۲۰۰۷ (رابت، ۲۰۰۷).

BDMI / Year (میلیون تن)	کل گیاهان غیر چوبی انتخاب شده
۱۲۵۰	کاه غلات (گندم، برنج، جو دوسر، جو، چاودار)
۱۱۰۴	گیاهان غیر چوبی مغزدار (ساقه‌های ذرت و ذرت خوشه‌ای شیرین، باگاس نیشکر)
۸۴	گیاهان دارای الیاف پوست (کنف، شاهدانه، جوت، ساقه پنبه، کتان پارچه)
۶۸۲	نی‌ها (بامبو، پاپیروس، علف سابی، کاه علف دانه‌ای)
۲۱	پنبه (لیتر، الیاف مو)
۰/۶	گیاهان دارای الیاف برگی (سیزال، آباکا، الیاف صبار، عود آمریکایی)
۲۵۲۷/۸۰۰	مجموع

۱-۳-۲- تولید در مقیاس کوچک

چون این نوع محصولات در مناطق پراکنده کشت می‌شوند و باید در یک محدوده زمانی کوتاه برداشت شوند برای کاهش هزینه‌های حمل و نقل و نگهداری، کارخانه‌ها بصورت واحدهای کوچک و پراکنده احداث می‌شوند به طوری که در چین ۵۳۶۰ واحد و در هند ۳۱۱ واحد از این کارخانجات با مقیاس تولید کمتر از ۲۰۰۰ تن در سال وجود دارد.

۱-۳-۲-۳- الیاف کوتاه و درصد سیلیس زیاد

مواد اولیه حاصل از تعدادی از گیاهان غیر چوبی دارای الیاف کوتاه و درصد سیلیس زیاد می‌باشند که در موقع مصرف باید عمل جداسازی صورت گیرد و عمل جداسازی راحت نبوده و بازده تولید خمیر کاغذ نیز کاهش می‌یابد (مور، ۱۹۹۶).

۱-۴- کاربرد نهایی الیاف گیاهان غیر چوبی

استفاده از خمیرهای غیر چوبی در واقع برای تهیه هر نوع کاغذی امکان‌پذیر است و تنها به موارد زیر محدود نشده است:
- کاغذهای چاپ و تحریر

- مقوای روکش^۱
- لایه میانی کنگره ای^۲
- کاغذ روزنامه
- کاغذهای نازک^۳
- کاغذهای مخصوص^۴

معمولا خمیرهای غیر چوبی متداول به جای خمیرهای پهن برگ، در مجتمع‌های کارخانه‌ای خمیر و کاغذ مستقر و در نزدیکی محل تولید این الیاف (گیاهان غیر چوبی) تولید می‌شوند، چرا که به دلیل طبیعت حجیم (دانسیته‌ی حجمی کم) گیاهان غیر چوبی متداول از قبیل کاه‌های غلات و ساقه‌های ذرت مشکلی برای حمل و نقل آنها در مسافت‌های طولانی می‌باشد. خمیر کرافت سوزنی برگان برای تأمین نیازمندی‌های مقاومتی به کاغذ اضافه می‌شود. در بعضی موارد، خمیر کاغذ بازیافتی با خمیر آماده برای کاغذسازی^۵ مخلوط می‌شود. نسبت خمیر غیر چوبی مورد استفاده می‌تواند از ۵۰ تا ۹۰٪ و حتی تا ۱۰۰٪ بسته به کیفیت و نوع کاغذ مورد نیاز متغیر باشد. خمیرهای غیر چوبی می‌تواند به صورت یک افزودنی به کاغذهای بر پایه‌ی چوب به دلایل مختلفی از قبیل موارد زیر مورد استفاده قرار گیرد:

- تهیه‌ی کاغذهایی با خواص معین مورد نظر یعنی تولید کاغذهای با وزن فوق العاده سبک یا کاغذهایی با ماتی افزایش یافته یا بالک بهتر و غیره
- جبران کردن هزینه‌های زیادتر مربوط به استفاده از چوب
- امکان افزایش در ظرفیت کارخانه در منطقه‌ای که منابع چوبی محدود می‌باشند (رابرت و همکاران، ۲۰۰۲).

-
- 1- Linerboard
 - 2- Corrugating Medium
 - 3- Tissue
 - 4- Specialty Papers
 - 5- Furnish

۱-۵-۰- پنبه

۱-۵-۱- خصوصیات گیاهی پنبه

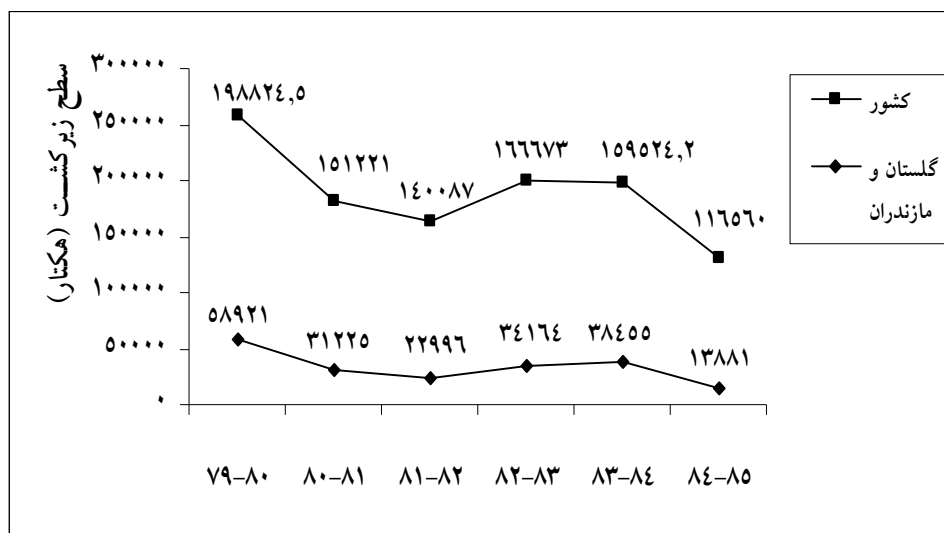
پنبه گیاهی است از جنس گوسپیوم (*Gossypium*) و تیره‌ی پنیرک^۱ که جزء گیاهان یک‌ساله می‌باشد. در بسیاری از ارقام، بوته‌ی پنبه بصورت نیمه درختچه‌ای کوچک به ارتفاع ۶۰ تا ۲۰۰ سانتیمتر و غالباً به فرم کروی رشد می‌کند. طول دوره‌ی رشد گیاه بسته به رقم و شرایط محیطی از ۱۳۰ تا ۲۰۰ روز متغیر است. پنبه در تمام نواحی گرم دنیا در محدوده‌ی عرض جغرافیایی حدود ۳۲ درجه جنوبی در استرالیا تا ۴۷ درجه شمالی در اوکراین کشت می‌شود. در ایران، در نواحی با زمستان ملایم تا کمی سرد و نیز در بعضی نواحی با زمستان نیمه سرد و از ارتفاع صفر تا کمتر از ۱۷۰۰ متر از سطح دریا کشت می‌گردد (خواجه پور، ۱۳۸۵).

۱-۵-۲- ارقام پنبه

در ایران ارقام مختلفی از پنبه کشت می‌شوند، رقم ورامین بیشترین سطح زیر کشت پنبه‌ی کشور (۴۰٪) را به خود اختصاص داده است و ارتفاع بوته‌ی آن به ۱۲۰ سانتیمتر می‌رسد. رقم ساحل به‌طور وسیع در استان‌های گلستان و مازندران کشت می‌شود و ارتفاع بوته‌ی آن به ۱۱۰ تا ۱۳۰ سانتیمتر می‌رسد. ارقام دیگر آن شامل آکالا، کرکر و لایتینگ اکسپرس (در ورامین، گلستان و مازندران) و دلنا پایین ۱۶ (در خوزستان و جیرفت) می‌باشند (خواجه پور، ۱۳۸۵).

۱-۵-۳- سطح زیر کشت پنبه

سطح زیر کشت پنبه در سال‌های اخیر به دلایل مختلفی کاهش یافته است. همان‌طور که در شکل ۱-۱ نشان داده شده است، سطح زیر کشت پنبه در سال زراعی ۸۵ به کمترین حد خود طی سال‌های گذشته رسیده است. رقم ساحل در استان‌های گلستان و مازندران کشت می‌شود و از سال ۸۰ تا ۸۵ بطور میانگین حدود ۲۰٪ سطح زیر کشت پنبه کشور را به خود اختصاص داده است، که البته طی سال‌های اخیر به شدت کاهش یافته است. سطح زیر کشت پنبه رقم ساحل طی شش سال گذشته روند نزولی داشته به‌طوری که در سال ۸۵ به کمترین حد خود رسیده است (شکل ۱-۱).



شکل ۱-۱- سطح زیر کشت پنبه در استان‌های گلستان و مازندران (نجفیان و همکاران، ۱۳۸۴).

۱-۵-۴- میزان تولید ساقه پنبه

در بررسی بر روی پسماندهای قابل استفاده در صنعت چوب و کاغذ میزان ماده‌ی خشک تولید شده از ساقه پنبه در هر متر مربع ۱۹۵۰ گرم (۱۹۵۰۰ کیلوگرم در هکتار) اعلام شده است. همچنین ساقه‌ی پنبه در بین سایر پسماندهای کشاورزی استان گلستان بیشترین وزن خشک را داراست (سرائیان و کامرانی، ۱۳۸۶). با توجه به سطح زیر کشت پنبه رقم ساحل در سال ۱۳۸۵ (۱۳۸۸۱ هکتار)، میزان ماده‌ی خشک تولید شده در این سال حدود $۲۷۰۶۷/۹۵$ تن می‌باشد که در حد خود رقم قابل توجهی می‌باشد و در مقایسه با درختان جنگلی که سال‌های زیادی نیاز است تا به بهره‌برداری برسند این میزان تولید ساقه‌ی پنبه در یک سال آن هم در سالی که سطح زیر کشت پنبه در این دو استان کمترین مقدار را داشته است، قابل توجه می‌باشد.