





دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

دانشکده مهندسی چوب و کاغذ

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد
در رشته صنایع خمیر و کاغذ

مقایسه خمیرهای سودا و سودا-آنتراکینون ساقه توتون

پژوهش و نگارش

زینب عسکری جویباری

استاد راهنما

دکتر محمدرضا دهقانی فیروزآبادی

استاد مشاور

دکتر حسین رسالتی

زمستان ۱۳۹۰

تعهدنامه پژوهشی

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان مبین بخشی از فعالیت های علمی- پژوهشی بوده و همچنین با استفاده از اعتبارات دانشگاه انجام می شود، بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به موارد ذیل متعهد می شوند:

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

۲) در انتشار نتایج پایان نامه (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 پایان نامه (رساله) باید با اطلاع و کسب اجازه از استاد راهنما صورت گیرد.

اینجانب زینب عسکری جویباری دانشجوی رشته صنایع خمیر و کاغذ مقطع کارشناسی ارشد تعهدات فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده و به آن ملتزم می شوم.

تقدیم به بال‌های پروازم

پدر و مادر عزیزم

آنان که نگاه‌شان و کلام‌شان سرمایه جاودانی زندگی من است. وجودشان برایم همه مهر است و وجودم برای‌شان همه رنج. توان‌شان رفت تا به توانی برسم و موی‌شان سفید شد تا رویم سپید بماند. پدرم معنای خوشبختی است. او سلطان احساس بودم در تکرار زندگی است و مادرم معنای عشق است. چشم‌های خیشش شاه کلید درهای بسته زندگی‌ام است.

پدر و مادر عزیزم به دستان پرمهرتان هزاران بار بوسه می‌زنم و
قدرتان تمام زحمات شما خواهم بود و همیشه دوست‌تان دارم.

خواهران نازنینم

من با بودن شما آموختم، تا شقایق هست زندگی باید کرد و خدا را قسم می‌دهم به
حرمت تمام گل‌های شقایق به همه آرزوهای‌تان برسید.

تقدیر و سپاس

ستایش خداوندی را سزااست که خواص پنج‌گانه او را درک نکنند و مکان‌ها او را در بر نگیرند، دیدگان او را ننگرند و پوشش‌ها او را پنهان نسازند. با حدوث آفرینش، ازلی بودن خود را ثابت کرد و با پیدایش انواع پدیده‌ها، وجود خود را اثبات فرمود و با همانند داشتن مخلوقات ثابت شد که خدا همانندی ندارد. خدا یکی است نه با شمارش، همیشگی است نه با محاسبه زمان، بر پاست نه با نگاه‌دارنده‌ای، اندیشه‌ها او را می‌شناسند نه با درک حواس، نشانه‌های خلقت به او گواهی می‌دهند نه به حضور مادی. بزرگی خدا در مقام و رتبت، و عظمت او در قدرت و حکومت اوست. او را می‌ستایم در برابر تمام مهربانی‌ها و نعمت‌های فراگیرش و از او یاری می‌طلبم در سپاس‌گزاری از بزرگواری که در طول زندگی هدایت‌گرم بودند.

از جناب آقای دکتر دهقانی استاد راهنمای ارجمندم که در تمامی مراحل تحقیق با راهنمایی‌های حکیمانه خویش مرا ارشاد و تشویق نمودند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نمایم.

از جناب آقای دکتر رسالتی که زحمت مشاوره این پایان‌نامه را تقبل نمودند و همواره با رهنمودها و تیزبینی‌های خویش باعث انجام هرچه بهتر این تحقیق شدند، کمال تشکر و امتنان را دارم.

از نماینده محترم تحصیلات تکمیلی جناب آقای دکتر شتایی و اعضای محترم هیأت داوران جناب آقای دکتر سرائیان و دکتر قاسمیان که سعی در بهبود تدوین و نگارش پایان‌نامه را داشتند، صمیمانه سپاس‌گزارم.

از مسئولین و کارشناسان محترم انستیتو توتون ایران - تیرتاش بهشهر به ویژه آقای مهندس محسن‌زاده صمیمانه قدردانی می‌نمایم.

از مسئولین و پرسنل محترم آزمایشگاه صنایع چوب و کاغذ دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان به ویژه خانم مهندس حسین‌خانی که در انجام بخشی از این تحقیق این‌جانب را یاری نمودند، قدردانی می‌نمایم.

از دیگر دوستان و بزرگواری که بی‌شک حضورشان موجب دلگرمی و وجودشان باعث پیشرفت هر چه بهتر این تحقیق گردید، صمیمانه سپاس‌گزارم.

در پایان سپاس ویژه خود را تقدیم می‌کنم به سایبانان آرامش و تکیه‌گاهان زندگی‌ام، پدر و مادر مهربانم و به گوه‌ران‌ها، خواهران که نه تنها در طول تحصیل بلکه در تمام مراحل زندگی، از محبت‌ها و حمایت‌های بی‌دریغشان بهره‌مند بوده‌ام.

از خداوند متعال سلامتی و سربلندی همه را آرزومندم

چکیده

این تحقیق با هدف ساخت خمیر کاغذ با دو فرآیند سودا و سودا-آنتراکینون با ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی مناسب از ساقه توتون ویرجینیا و مقایسه ویژگی‌های کاغذسازی آنها انجام گرفته است. میانگین طول الیاف ساقه توتون ویرجینیا برابر با ۱/۰۲۱ میلی‌متر و میانگین قطر، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی الیاف به ترتیب برابر با ۳۱/۶۲، ۲۴/۵۷ و ۳/۵۲ میکرومتر اندازه‌گیری شد. میانگین مقادیر سلولز، لیگنین، مواد استخراجی محلول در استن و خاکستر به ترتیب برابر با ۴۵/۹، ۲۰/۴۷، ۲/۱۵ و ۳/۴ درصد به دست آمد.

شرایط پخت، شامل ماده شیمیایی (سود سوزآور) به مقدار ۲۵ درصد بر مبنای وزن خشک ساقه توتون ویرجینیا، درجه حرارت پخت ۱۶۵ سانتی‌گراد، زمان پخت ۶۰، ۱۲۰، ۱۸۰، ۲۴۰ و ۲۵۵ دقیقه، نسبت مایع پخت به ساقه ۶ به ۱ انتخاب گردید. در روش پخت سودا-آنتراکینون ۰/۱ درصد آنتراکینون بر مبنای وزن خشک ساقه توتون به مایع پخت اضافه شد. با افزایش زمان پخت در هر دو روش، از مقدار بازده کل، عدد کاپا و وازده خمیر کاغذ کاسته شد. عمل پالایش خمیر کاغذ برای هر یک از پخت‌های منتخب به منظور دستیابی به درجه روانی ۳۷۰ (ml, CSF) انجام شد. از این خمیرها کاغذ دست‌ساز ۶۰ گرمی تهیه شد و ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی آنها تعیین گردید. میانگین مقادیر ضخامت و حجیمی کاغذهای تهیه شده به روش سودا بیشتر از روش سودا-آنتراکینون به دست آمد. در مقابل، میانگین مقادیر دانسیته، شاخص مقاومت در برابر ترکیدن، شاخص مقاومت در برابر کشش و طول پاره شدن کاغذهای تهیه شده به روش سودا-آنتراکینون بیشتر از روش سودا حاصل گردید. در مجموع کاغذ حاصل از خمیر سودا-آنتراکینون دارای ویژگی‌های بهتری نسبت به روش سودا بوده است.

کلمات کلیدی: سودا، سودا-آنتراکینون، ساقه توتون، عدد کاپا، بازده خمیر کاغذ

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل اول: مقدمه

.....	مقدمه
.....	کلیات
.....	تاریخچه ساخت کاغذ
.....	منابع اولیه متداول در صنعت خمیر و کاغذ
.....	گیاه توتون
.....	۱-۳-۲- تاریخچه توتون
.....	۲-۳-۲- سطح زیر کشت توتون در جهان
.....	۳-۳-۲- سطح زیر کشت توتون در ایران
.....	۴-۳-۲- مشخصات گیاه‌شناسی و زراعی توتون
.....	۵-۳-۲- مشخصات ظاهری توتون
.....	۶-۳-۲- ابعاد الیاف ساقه توتون
.....	روش‌های تهیه خمیرکاغذ
.....	۱-۴-۲- فرآیندهای تولید خمیرکاغذ از منابع فیبری غیرچوبی
.....	۱-۱-۴-۲- فرآیند سودا
.....	۲-۱-۴-۲- فرآیند سودا-آنتراکینون
.....	هدف

فصل دوم: بررسی منابع

.....	بررسی منابع
-------	-------------

فصل سوم: مواد و روش‌ها

.....	مواد و روش‌ها
.....	۱-۳- تهیه و آماده‌سازی نمونه‌ها
.....	۲-۳- اندازه‌گیری مشخصات الیاف توتون

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

.....	۳-۳- اندازه گیری ترکیب شیمیایی
.....	۳-۳-۱- تعیین درصد مواد استخراجی
.....	۳-۳-۲- تعیین درصد لیگنین غیر محلول در اسید
.....	۳-۳-۳- تعیین درصد سلولز
.....	۳-۳-۴- تعیین درصد خاکستر
.....	۳-۴- عملیات خمیرسازی
.....	۳-۴-۱- روش خمیرسازی
.....	۳-۴-۲- دیگ پخت
.....	۳-۴-۳- شرایط پخت
.....	۳-۴-۴- تهیه خمیر کاغذ
.....	۳-۵- تعیین بازده خمیر کاغذ
.....	۳-۶- تعیین عدد کاپای خمیر کاغذ
.....	۳-۷- آماده سازی خمیر کاغذ برای ساخت کاغذ دست ساز
.....	۳-۸- تعیین درجه روانی خمیر کاغذ
.....	۳-۹- پالایش خمیر کاغذ
.....	۳-۱۰- ساخت کاغذ دست ساز
.....	۳-۱۱- تعیین وزن پایه کاغذ
.....	۳-۱۲- تعیین خصوصیات فیزیکی و مکانیکی کاغذ
.....	۳-۱۲-۱- تعیین ضخامت کاغذ
.....	۳-۱۲-۲- دانسیته کاغذ
.....	۳-۱۲-۳- حجیمی کاغذ
.....	۳-۱۲-۴- شاخص مقاومت در برابر پاره شدن کاغذ
.....	۳-۱۲-۵- شاخص مقاومت در برابر ترکیدن کاغذ
.....	۳-۱۲-۶- شاخص مقاومت در برابر کشش کاغذ
.....	۳-۱۲-۷- طول پاره شدن

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

..... ۱۳-۳- روش تجزیه و تحلیل آماری

فصل چهارم: نتایج

..... نتایج

..... ۱-۴- ابعاد الیاف

..... ۲-۴- ترکیب‌های شیمیایی

..... ۳-۴- خمیر کاغذ

..... ۴-۴- تجزیه و تحلیل آماری نتایج خمیر کاغذ تولید شده به دو روش سودا و سودا-آنتراکینون

..... ۱-۴-۴- بازده بعد از الک خمیر کاغذ تهیه شده به روش سودا

..... ۲-۴-۴- عدد کاپای خمیر کاغذ تهیه شده به روش سودا

..... ۳-۴-۴- بازده بعد از الک خمیر کاغذ تهیه شده به روش سودا-آنتراکینون

..... ۴-۴-۴- عدد کاپای خمیر کاغذ تهیه شده به روش سودا-آنتراکینون

..... ۵-۴-۴- رابطه بازده با عدد کاپای خمیر در دو روش سودا و سودا-آنتراکینون

..... ۵-۴- انتخاب تیمار مناسب ساخت خمیر کاغذ از ساقه توتون به روش سودا و سودا-آنتراکینون

..... ۶-۴- پالایش خمیر کاغذ

..... ۷-۴- بررسی ویژگی‌های کاغذ دست‌ساز

..... ۱-۷-۴- خصوصیات فیزیکی کاغذ

..... ۱-۱-۷-۴- ضخامت

..... ۲-۱-۷-۴- دانسیته

..... ۳-۱-۷-۴- حجیمی

..... ۲-۷-۴- خصوصیات مکانیکی کاغذ

..... ۱-۲-۷-۴- شاخص مقاومت در برابر پاره شدن

..... ۲-۲-۷-۴- شاخص مقاومت در برابر ترکیدن

..... ۳-۲-۷-۴- شاخص مقاومت در برابر کشش

..... ۴-۲-۷-۴- طول پاره شدن

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل پنجم: بحث

..... بحث

..... پیشنهادات

..... منابع مورد استفاده

فهرست جداول

صفحه

عنوان

جدول ۱-۲: وضعیت سطح زیر کشت توتون (و تنباکو) به تفکیک استان.....	
جدول ۱-۳: مقایسه ابعاد و ضرایب بیومتریکی الیاف ساقه توتون با الیاف برخی منابع لیگنوسلولزی.....	
جدول ۴-۱: مقادیر میانگین ابعاد الیاف ساقه توتون ویرجینیا.....	
جدول ۴-۲: ضرایب بیومتریکی الیاف ساقه توتون ویرجینیا.....	
جدول ۴-۳: مقادیر میانگین ترکیب‌های شیمیایی ساقه توتون ویرجینیا.....	
جدول ۴-۴: تغییرات میانگین بازده کل، بازده بعد از الک، وازده و عدد کاپا خمیر کاغذ سودا.....	
جدول ۴-۵: تغییرات میانگین بازده کل، بازده بعد از الک، وازده و عدد کاپا خمیر کاغذ سودا-آنتراکینون.....	
جدول ۴-۶: نتایج آزمون تجزیه واریانس بازده بعد از الک خمیر کاغذ سودا.....	
جدول ۴-۷: مقایسه میانگین بازده بعد از الک خمیر کاغذ سودا در مقادیر مختلف زمان پخت.....	
جدول ۴-۸: نتایج آزمون تجزیه واریانس عدد کاپای خمیر کاغذ سودا.....	
جدول ۴-۹: مقایسه میانگین عدد کاپای خمیر کاغذ سودا در مقادیر مختلف زمان پخت.....	
جدول ۴-۱۰: نتایج آزمون تجزیه واریانس بازده بعد از الک خمیر کاغذ سودا-آنتراکینون.....	
جدول ۴-۱۱: مقایسه میانگین بازده بعد از الک خمیر کاغذ سودا-آنتراکینون در مقادیر مختلف زمان پخت.....	
جدول ۴-۱۲: نتایج آزمون تجزیه واریانس عدد کاپای خمیر کاغذ سودا-آنتراکینون.....	
جدول ۴-۱۳: مقایسه میانگین عدد کاپای خمیر کاغذ سودا-آنتراکینون در مقادیر مختلف زمان پخت.....	
جدول ۴-۱۴: مشخصات تیمارهای انتخاب شده برای تهیه کاغذ دست‌ساز.....	
جدول ۴-۱۵: تعداد دور پالایشگر PFI و درجه روانی نهایی خمیر کاغذها.....	
جدول ۴-۱۶: مقادیر میانگین ضخامت کاغذهای دست‌ساز دو روش سودا و سودا-آنتراکینون.....	
جدول ۴-۱۷: مقایسه میانگین ضخامت کاغذهای دست‌ساز دو روش سودا و سودا-آنتراکینون.....	
جدول ۴-۱۸: مقادیر میانگین دانسیته کاغذهای دست‌ساز دو روش سودا و سودا-آنتراکینون.....	
جدول ۴-۱۹: مقایسه میانگین دانسیته کاغذهای دست‌ساز دو روش سودا و سودا-آنتراکینون.....	
جدول ۴-۲۰: مقادیر میانگین حجمی کاغذهای دست‌ساز دو روش سودا و سودا-آنتراکینون.....	
جدول ۴-۲۱: مقایسه میانگین حجمی کاغذهای دست‌ساز دو روش سودا و سودا-آنتراکینون.....	
جدول ۴-۲۲: مقادیر میانگین شاخص مقاومت در برابر پاره شدن کاغذهای دست‌ساز دو روش سودا و سودا-آنتراکینون.....	

فهرست جداول

صفحه

عنوان

جدول ۴-۲۳: مقایسه میانگین شاخص مقاومت در برابر پاره شدن کاغذهای دست‌ساز دو روش سودا و سودا- آنتراکینون.....	
جدول ۴-۲۴: مقادیر میانگین شاخص مقاومت در برابر ترکیدن کاغذهای دست‌ساز دو روش سودا و سودا- آنتراکینون.....	
جدول ۴-۲۵: مقایسه میانگین شاخص مقاومت در برابر ترکیدن کاغذهای دست‌ساز دو روش سودا و سودا- آنتراکینون.....	
جدول ۴-۲۶: مقادیر میانگین شاخص مقاومت در برابر کشش کاغذهای دست‌ساز دو روش سودا و سودا- آنتراکینون.....	
جدول ۴-۲۷: مقایسه میانگین شاخص مقاومت در برابر کشش کاغذهای دست‌ساز دو روش سودا و سودا- آنتراکینون.....	
جدول ۴-۲۸: مقادیر میانگین طول پاره شدن کاغذهای دست‌ساز دو روش سودا و سودا-آنتراکینون.....	
جدول ۴-۲۹: مقایسه میانگین طول پاره شدن کاغذهای دست‌ساز دو روش سودا و سودا-آنتراکینون.....	

فهرست اشکال

صفحه

عنوان

- شکل ۱-۱- گسسته شدن پیوندهای β -آریل اتر و تثبیت پلی ساکاریدها در محیط قلیایی به وسیله آنتراکینون.....
- شکل ۱-۳- نحوه تهیه نمونه های آزمایشی جهت اندازه گیری خصوصیات فیزیکی و مکانیکی کاغذ.....
- شکل ۱-۴- مقایسه میانگین بازده بعد از الک خمیر کاغذ سودا در مقادیر متفاوت زمان پخت.....
- شکل ۲-۴- مقایسه میانگین عدد کاپای خمیر کاغذ سودا در مقادیر متفاوت زمان پخت.....
- شکل ۳-۴- مقایسه میانگین بازده بعد از الک خمیر کاغذ سودا-آنتراکینون در مقادیر متفاوت زمان پخت.....
- شکل ۴-۴- مقایسه میانگین عدد کاپای خمیر کاغذ سودا-آنتراکینون در مقادیر متفاوت زمان پخت.....
- شکل ۵-۴- رابطه بازده کل با عدد کاپای خمیر در دو روش سودا و سودا-آنتراکینون.....
- شکل ۶-۴- رابطه بازده بعد از الک با عدد کاپای خمیر در دو روش سودا و سودا-آنتراکینون.....
- شکل ۷-۴- مقایسه مقادیر میانگین ضخامت کاغذهای دست ساز دو روش سودا و سودا-آنتراکینون.....
- شکل ۸-۴- مقایسه مقادیر میانگین دانسیته کاغذهای دست ساز دو روش سودا و سودا-آنتراکینون.....
- شکل ۹-۴- مقایسه مقادیر میانگین حجمی کاغذهای دست ساز دو روش سودا و سودا-آنتراکینون.....
- شکل ۱۰-۴- مقایسه مقادیر میانگین شاخص مقاومت در برابر پاره شدن کاغذهای دست ساز دو روش سودا و سودا-آنتراکینون.....
- شکل ۱۱-۴- مقایسه مقادیر میانگین شاخص مقاومت در برابر ترکیدن کاغذهای دست ساز دو روش سودا و سودا-آنتراکینون.....
- شکل ۱۲-۴- مقایسه مقادیر میانگین شاخص مقاومت در برابر کشش کاغذهای دست ساز دو روش سودا و سودا-آنتراکینون.....
- شکل ۱۳-۴- مقایسه مقادیر میانگین طول پاره شدن کاغذهای دست ساز دو روش سودا و سودا-آنتراکینون.....

فصل اول

مقدمه

۱- مقدمه

صنایع سلولزی به‌عنوان شاخه‌ای از صنعت و فناوری جهان معاصر، با پشتوانه‌ای از فراز و نشیب‌های تاریخی و با قدمت و ریشه‌ای سنتی، پدیده‌ای است که با سرنوشت، تاریخ، تمدن و زندگی بشری عجین شده است. کاغذ در مسیر تحول خود، نه تنها همواره انسان‌ها و جوامع و نسل‌ها را به خود وابسته کرده است، بلکه به عنوان واقعیتهای انکارناپذیر، گستره آن را می‌توان بر شاخه‌ها و نظام‌های صنعتی به وضوح مشاهده کرد. تنوع بیش از حد صنایع مختلف وابسته به این شاخه از صنعت، با تولید بیش از ۴۵۰۰ محصول و فرآورده مختلف، از چنان اهمیت والا و ویژه‌ای برخوردار است که تنها مشتقات نفت می‌توانند بر آن پیشی گیرند. بنابراین وجود چوب و یا دیگر مواد لیگنوسلولزی و منابع متنوع آن را می‌بایست موهبتی عظیم و خدادادی تلقی کرد که به لحاظ امکان تجدیدشوندگی می‌توانند در سرنوشت اجتماعی، رفاه، رشد و توسعه اقتصادی بسیاری از جوامع و ملت‌ها و سرزمین‌های صاحب آن نقش بسزا و پراهمیتی را ایفا کند. در میان محصولات تولید شده از چوب، کاغذ از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. اهمیت کاغذ و فرآورده‌های کاغذی در زندگی نوین بر همگان آشکار شده است. کاغذ در طول تاریخ پیدایش خود تاکنون پیوسته پایدارترین و قابل اعتمادترین ابزار اندیشه بشری بوده است و بی‌تردید تا مدت‌های مدید نیز چنین خواهد بود. کاغذ وسیله‌ای برای ثبت، ذخیره‌سازی و انتقال اطلاعات است. در واقع بخش عظیمی از ذخیره دانش بشری که مجموعه بزرگی از تجربیات و تفکرات او را در بر دارد، به برکت کاغذ به دست ما رسیده و از نسلی به نسل دیگر انتقال یافته است. به طور کلی از زمانی که بشر کوشش کرد تا دانسته‌ها و تجربیات خود را به راحت‌ترین شیوه ضبط و ثبت کرده و به دیگران انتقال دهد، نقش اساسی کاغذ به عنوان عاملی پایا با دامنه‌ای بسیار گسترده شکل گرفته و به سبب ویژگی‌های خاص خود در این عرصه یکه تاز بوده است. موارد کاربرد و استفاده از کاغذ و فرآورده کاغذی بی‌انتهاست. هر روز فرآورده جدیدی به بازار می‌آید. به طوری که می‌توان علاوه بر نقش اساسی فوق، کاربرد بسیار زیاد کاغذ و مقوا را در صنایع بسته‌بندی و کارهای ساختمانی ذکر کرد. بدین ترتیب می‌توان چنین نتیجه گرفت که به طور کلی افزایش مصرف سرانه کاغذ، نشان‌دهنده غنای نظام ارتباطی و تنوع تولیدات ناشی از نظام مختلف بسته‌بندی جامعه است که در مجموع بیانگر رشد و تحول تکنولوژیک جامعه به حساب می‌آید.

۲- کلیات

۲-۱- تاریخچه ساخت کاغذ

کلمه پیپر به زبان انگلیسی و یا Papier به زبان آلمانی (به معنای کاغذ) ریشه در نام گیاهی از گونه نی‌ها، پاپیروس^۱، دارد. مصریان باستان اولین قومی بودند که از نوعی نی مصرفی به نام پاپیروس صفحاتی ساختند و بر روی آن می‌نوشتند. آنها نوارهای نازکی از این گیاه را در کنار یکدیگر قرار داده و با اعمال فشار و صیقل دادن، آنها را به شکل ورق در می‌آوردند. هر چند که مصریان از ورق‌های ساخته شده از این گیاه با شیوه جدید و ابداعی خود به جای صفحات سنگی و پوستی برای نوشتن استفاده می‌کردند، ولی با توجه به چگونگی ساخت کاغذ که در فرآیند تولید آن، الیاف مواد لیگنوسلولزی جدا گشته و سپس شکل ورق را به خود می‌گیرند، نمی‌توان نام حقیقی کاغذ را بر آن گذاشت. روش پیشرفته ساخت کاغذ برای اولین بار در سال ۱۰۵ میلادی توسط چینی‌ها (تس‌آی‌لون^۲)، یکی از اعضای گارد امپراتور چین) ابداع شد. چینی‌ها هنر کاغذسازی را با تولید خمیر از الیاف و تبدیل این الیاف به کاغذ کشف کردند. در نتیجه، چینی‌ها به عنوان کاشفان ساخت کاغذ به روش نوین معروف شدند. آنها برای این منظور از کنف، بامبو و درخت توت کاغذی استفاده می‌کردند. ساخت کاغذ از چین به ژاپن و از آنجا به خاورمیانه گسترش یافت و پس از گذشت ۶۵۰ سال، مسلمانان صنعت کاغذسازی دستی را از چینی‌ها آموختند. مسلمانان به منظور تأمین ماده اولیه برای ساخت کاغذ به جای چوب از البسه کهنه^۳ استفاده می‌کردند. پس از گذشت چندین سال، صنعت کاغذسازی به اروپا رسید. مورهای^۴ اسپانیا اولین کارخانه کاغذسازی اروپا را در سال‌های حدود ۱۰۸۵ میلادی در تولدو^۵ و سپس کارخانه معروف‌تری در والنسیا^۶ ساختند. مهم‌ترین کمکی که اسپانیایی‌ها در توسعه و پیشرفت کاغذ به وجود آوردند، استفاده از آسیاب‌های آبی در تولید خمیر کاغذ بود. اولین کارخانه کاغذسازی در فرانسه در سال‌های حدود ۱۱۸۹ میلادی شروع به فعالیت کرد. در آن زمان فرانسوی‌ها هنر زیادی را در کاغذسازی به کار بردند. به طوری که نه تنها نیاز خود بلکه نیاز کشورهای مجاور را

-
1. Papyrus
 2. Ts ai lun
 3. Rag
 4. Moors
 5. Toledo
 6. Valencia

نیز برآورده می‌کردند. مردم هلند نیز نظیر فرانسوی‌ها اقدام به توسعه هنر ساخت کاغذ نمودند. هلندی‌ها افتخار اختراع موتور کوبنده^۱ در حدود سال ۱۷۵۰ میلادی که حتی در زمان حاضر نیز با همان اصول کار می‌کند را دارند. ایتالیا نیز نظیر فرانسه هنر ساخت کاغذ را در حدود ۱۲۰۰ میلادی از اسپانیا یاد گرفت. بین قرن سیزدهم و چهاردهم، هنر علامت‌گذاری کاغذ به وسیله کاغذسازان ایتالیایی اختراع شد.

اولین کارخانه کاغذسازی آلمان در سال ۱۳۳۶ میلادی شروع به فعالیت کرد. یکی از اولین کارخانه‌های کاغذسازی آلمان در نورمبرگ^۲ و دیگری در راونزبرگ^۳ احداث شد. شاید بتوان از اختراع پرس چاپ به عنوان مهم‌ترین کمک آلمانی‌ها به پیشرفت صنعت کاغذسازی نام برد. البته در آلمان اختراع ماشین چاپ در حدود سال ۱۴۵۰ میلادی به وسیله گوتنبرگ^۴ در شهر استراسبورگ^۵ کمک زیادی به پیشرفت صنعت کاغذ آن کشور نمود. تا این‌که به طور تقریبی ۱۶۰۰ سال بعد از آن‌که تس آی لون کاغذسازی را در چین اختراع کرد این فرآیند در ایالات متحده تأسیس گردید. اختراع ماشین کاغذ فوردرینیر در سال ۱۸۰۴ میلادی، منحصراً مهم‌ترین اختراع در تاریخ کاغذسازی می‌باشد و این اختراع در مجموع تأثیر بسیار زیادی بر پیشرفت تمدن داشته است. زیرا بدون آن هیچ‌گونه موفقیتی در توسعه ماشین‌آلات و تکنیک‌های قرن نوزدهم و بیستم امکان‌پذیر نبود. قرن بیستم شاهد اصلاح و تکمیل سریع این تکنولوژی بود و فنونی از قبیل پخت پیوسته، رنگ‌بری چندمرحله‌ای پیوسته، اندود کردن، کاغذسازی با الیاف سنتزی، کنترل کامپیوتری فرآیندها و... به این صنعت راه یافت.

اولین کارخانه تولید کاغذ در ایران در سال ۱۳۲۸ شمسی در کهریزک احداث شده است که از کاغذهای باطله برای تولید کاغذ شبه کرافت و مقوا استفاده می‌نماید. از کاغذسازی نوظهور می‌توان به عنوان یکی از واحدهای مدرن که از خمیر وارداتی کاغذهای بهداشتی تولید می‌نماید، نام برد. پس از آن در سال ۱۳۴۹ شمسی کارخانه کاغذسازی پارس واقع در هفت تپه خوزستان تأسیس گردید که به عنوان اولین کارخانه مدرن تولید خمیر و کاغذ در ایران مطرح می‌باشد. این کارخانه با یک خط تولید به ظرفیت ۴۰۰۰۰ تن شروع به کار نموده و به مرور اقدام به احداث خط دوم و سوم کرد که در حال

-
1. Hollander Beater
 2. Noremborg
 3. Ravensberg
 4. Gutenberg
 5. Strassburg

حاضر ظرفیت اسمی آن به ۱۰۰۰۰۰۰ تن در سال افزایش یافته است. این کارخانه با استفاده از تفاله نیشکر^۱ و خمیر وارداتی در حال تولید کاغذهای چاپ و تحریر می‌باشد. کارخانه جامع دیگر در زمینه تولید خمیر و کاغذ، کارخانه صنایع چوب و کاغذ ایران (چوکا) واقع در انزلی گیلان می‌باشد که جهت استفاده از چوب‌های پهن برگ شمال ایران با فرآیند کرافت و ظرفیت اسمی ۱۵۰۰۰۰ تن در سال افتتاح گردید. مجتمع چوب و کاغذ مازندران، دیگر کارخانه تولید خمیرکاغذ و کاغذ که واقع در ساری، کیلومتر ۱۲ جاده ساری-سمنان می‌باشد. شرکت صنایع چوب و کاغذ مازندران بزرگ‌ترین تولید کننده انواع کاغذ در ایران دارای ظرفیت تولید ۱۷۵۰۰۰ تن کاغذ در سال شامل ۹۰۰۰۰ تن کاغذ روزنامه، چاپ و تحریر، روتوگراور و ۸۵۰۰۰ تن کاغذ فلوتینگ می‌باشد. افتتاح و راه‌اندازی این کارخانه در سال ۱۳۷۶ بوده است. این کارخانه با دو روش، شیمیایی مکانیکی (CMP) و نیمه شیمیایی سولفیت خنثی (NSSC) برای تولید کاغذهای خود استفاده می‌کند و از چوب‌های جنگل‌های مازندران، چوب‌های باغی و خمیر کاغذ الیاف بلند وارداتی بهره می‌جوید.

۲-۲- منابع اولیه متداول در صنعت خمیر و کاغذ

به طور کلی منابع اولیه مورد استفاده در ساخت خمیر و کاغذ به سه دسته کلی زیر تقسیم‌بندی می‌شوند:

الف- منابع چوبی: تأمین منابع چوبی از سه طریق بهره‌برداری از جنگل‌های موجود، زراعت چوب و ایجاد جنگل‌های مصنوعی و واردات چوب می‌باشد.

ب- منابع غیرچوبی: شامل استفاده از باگاس، کاه، کلش و سایر پسماندهای کشاورزی است.

ج- بازیافت کاغذ و مقوای باطله [مظهری موسوی، ۱۳۸۶].

از نقطه نظر تاریخی اولین بار کاغذ با استفاده از منابع غیرچوبی ساخته شد ولی با توسعه سریع و رشد روزافزون، این صنعت بر استفاده از ماده اولیه چوبی تمرکز یافت. در این راستا کشورهای وجود دارند که از ماده اولیه چوبی مناسب برخوردار نبوده و یا به دلیل محدودیت آن سعی و کوشش خود را بر روی استفاده از منابع الیاف سلولزی غیرچوبی و سایر منابع مانند کاغذ باطله متمرکز کرده‌اند.

بر طبق اطلاعات و آمار سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (FAO)، در سال ۱۹۷۰ میلادی کل ظرفیت تولید خمیرکاغذ از پسماندهای کشاورزی فقط ۷۶۲۲۰۰۰ تن از کل خمیرکاغذ تولید شده (۱۱۳۵۳۲۰۰۰) بود که رقم ۶/۷ درصد از تولید کل را تشکیل می‌داد. در سال ۱۹۹۳ میلادی، ظرفیت تولید خمیرکاغذ از پسماندهای کشاورزی به ۲۰۷۳۶۰۰۰ تن افزایش یافت که در آن سال کل خمیرکاغذ تولید شده به میزان ۱۹۷۰۷۱۰۰۰ تن بود. لذا در این سال ۱۰/۵ درصد از تولید کل را شامل گردید. در سال ۱۹۹۸ میلادی، تولید خمیرکاغذ از پسماندهای کشاورزی به ۲۳۳۷۱۰۰۰ تن رسید که در همین سال تولید خمیرکاغذ جهان معادل ۲۰۸۵۰۷۰۰۰ تن بود که ۱۱/۲ درصد از کل تولید جهانی را خمیرکاغذ از پسماندهای کشاورزی تشکیل داد. از سال ۱۹۷۰ میلادی ظرفیت تولید خمیرکاغذ از پسماندهای کشاورزی در مقیاس جهانی ۲ تا ۳ برابر سریع‌تر از ظرفیت تولید خمیرکاغذ از منابع چوبی افزایش یافته است. به عنوان مثال در فاصله زمانی بین سال‌های ۹۳-۱۹۸۸ میلادی، ظرفیت تولید خمیرکاغذ از پسماندهای کشاورزی از میانگین رشد سالانه برابر با ۶ درصد برخوردار شده است که ۳ برابر سریع‌تر از میانگین رشد سالانه تولید خمیرکاغذ از منابع چوبی (۲٪) بود. میانگین رشد سالانه تولید خمیرکاغذ از پسماندهای کشاورزی در فاصله زمانی بین ۹۸-۱۹۹۳ میلادی ۲/۵ درصد بود که در مقایسه با رشد سالانه ۱ درصد تولید خمیرکاغذ از منابع چوبی، ۲/۵ برابر سریع‌تر می‌باشد [مظهری موسوی، ۱۳۸۶]. نرخ رشد تولید خمیرکاغذ از منابع چوبی از سال ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۳ میلادی تقریباً ۴ درصد بوده در حالی که برای منابع غیرچوبی تا ۱۰ درصد افزایش نشان داد [رودریگز، ۲۰۰۷]. بنابراین چنین به نظر می‌رسد که اگر چه منابع غیرچوبی سلولزی سهم اندکی در کل تولید دارند ولی نرخ رشد قابل توجه ۲/۵ درصدی در مقایسه با ۱ درصد برای منابع چوبی در سال‌های ۱۹۹۳ تا ۱۹۹۸ و هم‌چنین نرخ رشد ۱۰ درصدی در فاصله زمانی ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۳ نشان‌دهنده علاقه‌مندی زیاد به استفاده از منابع غیرچوبی در صنایع کاغذسازی خواهد شد.

منابع غیرچوبی سلولزی دارای معایبی می‌باشند از جمله آن: جمع‌آوری و نگهداری، لیاف کوتاه، درصد سیلیس زیاد، مشکل بازیابی مواد شیمیایی [عزیزی، ۱۳۷۹]. ولی بدون شک در آینده نزدیک به دلایل زیر، منابع غیرچوبی سلولزی نقش تعیین‌کننده‌ای در تولید خمیرکاغذ و کاغذ خواهند داشت.

۱. با وجود این‌که نسبت طول به قطر لیاف سلولزی تولید شده از منابع غیرچوبی کم‌تر از لیاف چوب است ولی این لیاف به دلیل ساختمان بازتر، از کیفیت کاربردی لازم در تولید کاغذ برخوردارند.

۲. درصد لیگنین مواد اولیه غیرچوبی کم تر و درصد پنتوزان‌های آنها بیش تر از چوب است. بدین ترتیب تولید خمیرکاغذ از این مواد آسان تر بوده و به انرژی و مواد شیمیایی کم تری نیاز است.
۳. تنوع مواد اولیه غیرچوبی زیاد بوده لذا از نظر تکنیکی و کیفیت محصول، ساخت هر نوع کاغذی با استفاده از ترکیب مناسب الیاف غیرچوبی امکان پذیر است.
۴. انواع فرآیندهای تولید خمیرکاغذ در مورد منابع غیرچوبی قابل استفاده بوده و می توان به وسیله این فرآیندها کاغذی با ویژگی‌های قابل مقایسه با کاغذ حاصل از الیاف چوب تولید کرده و به انواع کاغذ مورد نیاز دست یافت.
۵. منابع غیرچوبی سلولزی به مقدار فراوان وجود داشته و هزینه تأمین این منابع ناچیز است.
۶. با ترکیب الیاف سلولزی از منابع مختلف غیرچوبی قادر به تولید کاغذ از صد درصد الیاف غیرچوبی نیز خواهیم بود.
۷. منابع غیرچوبی سلولزی در اغلب کشورهای در حال توسعه وجود داشته که این کشورها برای توسعه و استقرار صنایع کاغذ داخلی الزاماً باید از این منابع استفاده کنند [مهدوی، ۱۳۷۳].
- برخی از مهم ترین منابع فیبری غیرچوبی که از آنها می توان در صنایع خمیرکاغذ استفاده نمود، در جدول ۱-۱ ارائه شده است.

جدول ۱-۱ منابع فیبری غیرچوبی مورد استفاده در صنعت خمیرکاغذ [۱۲]

نام گیاه	نام علمی	اجزاء فیبری	کشورهای اصلی تولیدکننده
بامبو	<i>Bambusa vulgaris</i> 1.	ساقه	چین، هند
کتان	<i>Linum usitatissimum</i> 1.	ساقه	چک و اسلواکی، روسیه
جوت	<i>Corchorus capsularis</i> 1.	ساقه	هند، بنگلادش، چین
کنف	<i>Hibiscus cannabinus</i> 1.	ساقه	هند، چین، تایلند
رامی	<i>Boehmeria nivia</i> (1.)	ساقه	چین
نی‌ها	<i>Arundo donax</i> 1.	برگ	برزیل
جو	<i>Hordeum vulgare</i> 1.	کاه	شوروی سابق، آلمان، کانادا، فرانسه
ذرت	<i>Zea mays</i> 1.	ساقه	ایالات متحده، چین
پنبه	<i>Gossypium hirsutum</i> 1.	لیبتر، ساقه	چین، ایالات متحده
برنج	<i>Oryza sativa</i> 1.	کاه	چین، هند، اندونزی
گندم	<i>Triticum aestivum</i> 1.	کاه	چین، شوروی سابق، هند