

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گیلان

دانشکده مهندسی چوب و کاغذ

پایان نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته خمیر و کاغذ

بررسی اثر پالایش و تیمار با کربوکسی متیل سلولز بر خواص کاغذ لایتر حاصل از بازیافت مقوای کنگره‌های کهنه

پژوهش و نگارش

سمیه حیدری

استاد راهنما

دکتر علی قاسمیان

استاد مشاور

دکتر الیاس افرا

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 سمیه حیدری دانشجوی رشته رشته خمیر و کاغذ مقطع کارشناسی ارشد تعهدات فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده و به آن ملتزم می شوم.

تقدیم به آنان که بر صحنه زندگی ام

همواره عشق باریده اند

پدر و مادر عزیزم

تختین دسترنجم را تقدیمتان می دارم، شاید نشانی باشد از سپاس

تشکر و قدردانی

حرد و پاس از آن خداوندیست که انسان را به زیور دانش آراست تا باندیشیدن و متأمل راه دست زیستن را بیاموزد. و نظیفه خودی دائم صمیمانه ترین مراتب قدردانی را تقدیم محضر یکایک عزیزانی نمایم که به نحوی در تکمیل این پایان نامه مروری نمودند.

از خانواده عزیزم

که پاس کافی شان نیست و زحماتشان را جبرانی نیست، اما به رسم ادب از همه زحماتشان و برای آنچه، سهم تشکر می کنم.

از استاد راهنمای ارجمندم جناب آقای دکتر علی قاسمیان به خاطر تمامی راهنمایی ها، کمک های بی دریغ و صبوری ایشان سپاسگزارم.

از جناب آقای دکتر ایاس افراشاور محترم این پایان نامه به خاطر تلاش در جهت کمال این تحقیق ممنون و سپاسگزارم.

از اساتید محترم جناب آقای دکتر حسین رسالتی و جناب آقای دکتر احمد رضا سرائیان نه تنها به خاطر این که داور این پایان نامه را قبول زحمت نمودند، بلکه به خاطر درسی که از ایشان آموختم سپاسگزارم.

از جناب آقای دکتر محمد رضا ساگری که صورانه پانگلوئی مسائل طیف سنجی این تحقیق بودند کمال تشکر را دارم.

از یارانه محترم تحصیلات تکمیلی دانشگاه جناب آقای دکتر کاوسی که زحمت بازخوانی پایان نامه را منتقل شدند تشکر می کنم.

چکیده:

بازیافت کاغذ با اهداف کلی جلوگیری از تخریب بی‌رویه منابع جنگلی، کاهش مصرف انرژی برای تولید کاغذ و تقلیل میزان زیاده انجام می‌شود. در مقایسه با فرآورده‌های حاصل از خمیرهای دست اول، فرآورده‌های حاصل از الیاف بازیافتی ویژگی‌های کیفی ضعیف‌تری دارند. برای جبران این کاستی، روش‌های مختلفی مانند پالایش و استفاده از مواد افزودنی بهبود دهنده مقاومت خشک وجود دارند. پژوهش حاضر با هدف شناخت اثرات شدت پالایش و تیمار با کربوکسی متیل سلولز (CMC) بر ویژگی‌های خمیر بازیافتی تولید شده از کارتن‌های کنگره‌ای کهنه (OCC) انجام شد. بدین منظور، خمیر بازیافتی از کارتن‌های کنگره‌ای کهنه به وسیله دستگاه PFI با دوره‌های متفاوت ۱۰۰۰، ۳۰۰۰، ۶۰۰۰، ۹۰۰۰ و ۱۲۰۰۰ پالایش شد. نتایج نشان داد که ویژگی‌های مکانیکی و نوری کاغذ دست ساز حاصل از خمیر پالایش شده با ۱۲۰۰۰ دور، از سایر خمیرها برتر بوده است. در مرحله بعد، خمیر پالایش شده با ۱۲۰۰۰ دور، در دو حالت جداگانه با مقدار ۱ درصد CMC همراه با دو دسیل تری متیل آمونیوم برمید به عنوان ماده فعال سطحی کاتیونی در دو سطح ۰/۱ و ۰/۲ درصد (بر اساس وزن خشک خمیر) و در حالت دوم با مقدار ۱ درصد CMC همراه با آلوم در دو سطح ۲ و ۳ درصد تیمار گردید. نتایج حاصل از اندازه‌گیری ویژگی‌های مکانیکی و نوری کاغذهای دست ساز حاصل نشان داد که خمیر تیمار شده با CMC به همراه ۰/۲ درصد دو دسیل تری متیل آمونیوم برمید، سبب ۴۴/۲۲ درصد افزایش شاخص مقاومت به ترکیدن و ۲۲/۳۸ درصد افزایش شاخص مقاومت به کشش نسبت به نمونه شاهد شد. از طرف دیگر، اثر تیمار بر روی پساب حاصل از خمیرهای بازیافتی نشان داد که پساب تیمار CMC به همراه آلوم نسبت به پساب نمونه شاهد، ۶۱/۱ درصد کاهش COD و ۹۰/۹۵ درصد کاهش TSS داشت، در حالی که تیمار CMC به همراه دو دسیل تری متیل آمونیوم برمید نسبت به نمونه شاهد، سبب افزایش ۵۴/۱۷ درصد COD و ۸۰/۷ درصد TSS در پساب حاصل گردید.

واژه‌های کلیدی: بازیافت، پالایش، کربوکسی متیل سلولز، دو دسیل تری متیل آمونیوم برمید، آلوم

فصل اول: مقدمه و کلیات

۲	..... مقدمه	۱
۲	..... ۱-۱ کلیات	۱
۲	..... ۱-۱-۱ هدف از بازیافت	۱
۲	..... ۲-۱-۱ مزایای بازیافت کاغذ	۱
۳	..... ۲-۱ مقاومت کاغذ	۱
۳	..... ۱-۲-۱ مهمترین فاکتورهای تأثیرگذار بر مقاومت کاغذ	۱
۴	..... ۲-۲-۱ آب مهمترین محیط کاغذسازی	۱
۴	..... ۱-۲-۲-۱ قطبی بودن مولکول آب	۱
۴	..... ۲-۲-۲-۱ توانایی مولکولهای آب برای تشکیل پیوند هیدروژنی	۱
۵	..... ۳-۱ تغییر خواص کاغذ بر اثر بازیافت	۱
۵	..... ۱-۳-۱ دلایل نظری تغییر خواص کاغذ در بازیافت	۱
۶	..... ۱-۱-۳-۱ اثر آلاینده‌های فیزیکی	۱
۷	..... ۴-۱ ویژگی‌های کارتن‌های کهنه بازیافتی (OCC)	۱
۸	..... ۵-۱ تست لاینر	۱
۸	..... ۱-۵-۱ خمیر استفاده شده برای تولید مقوای لاینر	۱
۸	..... ۱-۱-۵-۱ خمیر کرافت رنگ بری نشده	۱
۹	..... ۲-۱-۵-۱ خمیر بازیافتی مرکب‌زدایی نشده	۱
۹	..... ۱-۶-۱ ویژگی‌های کاغذ مؤثر از شیمی پایانه تر	۱
۱۰	..... ۱-۱-۶-۱ ویژگی‌های مکانیکی	۱
۱۱	..... ۲-۶-۱ پیوندهای بین الیاف	۱
۱۱	..... ۳-۶-۱ تأثیر بار الیاف	۱
۱۱	..... ۱-۳-۶-۱ یونی شدن گروه‌های کربوکسیل در آب	۱
۱۲	..... ۷-۱ روش‌های افزایش مقاومت کاغذ	۱
۱۲	..... ۱-۷-۱ پالایش	۱

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

۱۳	۱-۱-۷-۱ سایر ویژگی‌های کاغذ مؤثر از پیوند بین الیاف ناشی از پالایش
۱۴	۲-۱-۷-۱ تأثیر نرمه‌ها در مقاومت کاغذ
۱۵	۲-۷-۱ استفاده از پلی‌الکترولیت‌ها در کاغذسازی
۱۵	۱-۲-۷-۱ انواع پلی‌الکترولیت
۱۷	۲-۲-۷-۱ واکنش بین سطح سلولز و پلی‌الکترولیت
۱۸	۱-۱-۲-۷-۱ کربوکسی متیل سلولز (CMC)
۲۰	۲-۱-۲-۷-۱ جذب کربوکسی متیل سلولز بر روی الیاف سلولزی
۲۰	۳-۷-۱ مواد فعال در سطح
۲۱	۱-۳-۷-۱ تعریف HLB ماده فعال سطحی
۲۱	۴-۷-۱ دو دسیل
۲۲	۱-۴-۷-۱ دودسیل تری متیل آمونیوم برمیدکاتیونی
۲۲	۸-۱ بیان مسئله
۲۲	۹-۱ اهداف تحقیق
۲۳	۱۰-۱ فرضیات

فصل دوم: سابقه تحقیق

۲۶	۱-۲ بررسی علل افت مقاومت کاغذ حاصل از خمیربازیافتی OCC
۲۹	۲-۲ روش‌های مختلف بهبود کیفیت خمیر کاغذ
۲۹	۱-۲-۲ پالایش
۳۳	۲-۲-۲ تیمار شیمیایی با CMC

فصل سوم: مواد و روش‌ها

۳۸	۱-۳ تولید خمیر بازیافتی OCC
۳۸	۲-۳ پالایش
۳۸	۳-۳ آماده سازی محلول CMC

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۴-۳ آماده سازی محلول ماده فعال سطحی کاتیونی C12TAB.....	۳۹
۵-۳ تیمار CMC.....	۳۹
۶-۳ تهیه کاغذ دست ساز.....	۴۰
۷-۳ انجام آزمون طیف سنجی FTIR.....	۴۰
۸-۳ اندازه گیری ویژگی های کاغذ.....	۴۰
۱-۸-۳ ویژگی های فیزیکی کاغذ.....	۴۰
۱-۱-۸-۳ تعیین وزن پایه کاغذ.....	۴۰
۲-۱-۸-۳ تعیین دانسیته.....	۴۰
۳-۱-۸-۳ حجم ویژه.....	۴۰
۲-۸-۳ اندازه گیری ویژگی های مکانیکی.....	۴۲
۱-۲-۸-۳ مقاومت به کشش.....	۴۲
۲-۲-۸-۳ مقاومت به ترکیدن.....	۴۲
۳-۲-۸-۳ مقاومت به پاره شدن.....	۴۲
۳-۸-۳ ویژگی های نوری کاغذ.....	۴۳
۱-۳-۸-۳ ماتی.....	۴۳
۲-۳-۸-۳ درجه روشنی.....	۴۳
۴-۸-۳ روش های محاسباتی.....	۴۳
۱-۴-۸-۳ تجزیه و تحلیل آماری.....	۴۳
۲-۴-۸-۳ معادلات نرمال سازی.....	۴۳
۱-۲-۴-۸-۳ مقادیر درصد اهمیت ویژگی های مکانیکی و نوری کاغذ حاصل.....	۴۴
۹-۳ آزمون های لازم جهت ارزیابی بهترین تیمار از لحاظ معیارهای زیست محیطی.....	۴۴
فصل چهارم: نتایج	
۱-۴ تأثیر پالایش.....	۴۶
۱-۱-۴ ویژگی های فیزیکی.....	۴۶

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۱-۱-۱-۴ اثر پالایش بر درجه روانی	۴۶
۲-۱-۱-۴ اثر پالایش بر ضخامت	۴۸
۳-۱-۱-۴ اثر پالایش بر دانسیته کاغذ	۴۹
۴-۱-۱-۴ تأثیر پالایش بر بالک	۵۰
۲-۱-۴ ویژگی‌های مکانیکی	۵۱
۱-۲-۱-۴ مقاومت به کشش	۵۱
۲-۲-۱-۴ مقاومت به ترکیدن	۵۲
۳-۲-۱-۴ مقاومت به پارگی	۵۳
۳-۱-۴ اثر پالایش بر ویژگی‌های نوری کاغذ	۵۴
۱-۳-۱-۴ اثر پالایش بر ماتی کاغذ	۵۴
۲-۳-۱-۴ اثر پالایش بر درجه روشنی کاغذ	۵۵
۴-۱-۴ معادلات نرمال سازی	۵۶
۲-۴ استفاده از تیمارهای مختلف	۵۹
۳-۴ تأثیر تیمارهای مختلف بر ویژگی‌های مکانیکی	۶۱
۱-۳-۴ مقاومت به کشش	۶۱
۱-۱-۳-۴ تأثیر تیمار کربوکسی متیل سلولز و دودسیل تری متیل آمونیوم برمید بر مقاومت به کشش	۶۱
۱-۱-۳-۴ تأثیر تیمار کربوکسی متیل سلولز بر مقاومت به کشش	۶۱
۲-۱-۳-۴ تأثیر استفاده از دودسیل تری متیل آمونیوم برمید بر مقاومت به کشش	۶۲
۳-۱-۳-۴ تأثیر تیمار کربوکسی متیل سلولز و دو دسیل تری متیل آمونیوم برمید	۶۲
۲-۱-۳-۴ تأثیر تیمار کربوکسی متیل سلولز و استفاده از آلوم بر مقاومت به کشش	۶۲
۱-۲-۳-۴ تأثیر استفاده از آلوم	۶۳
۲-۲-۳-۴ تأثیر تیمار کربوکسی متیل سلولز و استفاده از آلوم	۶۳
۲-۳-۴ مقاومت به ترکیدن	۶۳
۱-۲-۳-۴ تأثیر تیمار کربوکسی متیل سلولز و دودسیل تری متیل آمونیوم برمید بر مقاومت به ترکیدن	۶۳
۱-۱-۲-۳-۴ تأثیر تیمار کربوکسی متیل سلولز بر مقاومت به ترکیدن	۶۴

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۲-۱-۲-۳-۴ تأثیر استفاده از دو دسیل تری متیل آمونیوم برمید بر ترکیدن.....	۶۴
۳-۱-۲-۳-۴ تأثیر تیمار کربوکسی متیل سلولز و استفاده از دو دسیل تری متیل آمونیوم برمید بر مقاومت به ترکیدن.....	۶۴
۲-۲-۳-۴ تأثیر تیمار کربوکسی متیل سلولز و آلوم بر مقاومت به ترکیدن.....	۶۵
۱-۲-۲-۳-۴ تأثیر استفاده از آلوم بر مقاومت به ترکیدن.....	۶۵
۲-۲-۲-۳-۴ تأثیر تیمار کربوکسی متیل سلولز و استفاده از آلوم بر مقاومت به ترکیدن.....	۶۶
۳-۳-۴ مقاومت به پارگی.....	۶۶
۱-۳-۳-۴ تأثیر تیمار کربوکسی متیل سلولز و دودسیل تری متیل آمونیوم برمید بر مقاومت به پارگی.....	۶۶
۱-۱-۳-۳-۴ تأثیر تیمار کربوکسی متیل سلولز بر مقاومت به پارگی.....	۶۷
۲-۱-۳-۳-۴ تأثیر استفاده از دودسیل تری متیل آمونیوم برمید بر مقاومت به پارگی.....	۶۷
۳-۱-۳-۳-۴ تأثیر تیمار کربوکسی متیل سلولز و دودسیل تری متیل آمونیوم برمید بر پارگی.....	۶۷
۲-۳-۳-۴ تأثیر تیمار کربوکسی متیل سلولز و آلوم بر مقاومت به پارگی.....	۶۸
۱-۲-۳-۳-۴ تأثیر استفاده از آلوم بر مقاومت به پارگی.....	۶۸
۲-۲-۳-۳-۴ تأثیر تیمار CMC و استفاده از آلوم بر مقاومت به پارگی.....	۶۸
۴-۴ تأثیر تیمارهای مختلف بر ویژگی‌های نوری.....	۶۹
۱-۴-۴ ماتی.....	۶۹
۱-۱-۴-۴ تأثیر تیمار کربوکسی متیل سلولز و دودسیل تری متیل آمونیوم برمید بر ماتی.....	۶۹
۱-۱-۱-۴-۴ تأثیر تیمار کربوکسی متیل سلولز بر ماتی.....	۷۰
۲-۱-۱-۴-۴ تأثیر استفاده از دودسیل تری متیل آمونیوم برمید بر ماتی.....	۷۰
۳-۱-۱-۴-۴ تأثیر تیمار کربوکسی متیل سلولز و دودسیل تری متیل آمونیوم برمید بر ماتی.....	۷۰
۲-۱-۴-۴ تأثیر تیمار کربوکسی متیل سلولز و آلوم بر ماتی.....	۷۱
۱-۲-۱-۴-۴ تأثیر آلوم بر ماتی کاغذ.....	۷۱
۲-۴-۴ درجه روشنی.....	۷۲
۱-۲-۴-۴ تأثیر تیمار کربوکسی متیل سلولز و دودسیل تری متیل آمونیوم برمید بر درجه روشنی.....	۷۲
۱-۱-۲-۴-۴ تأثیر تیمار کربوکسی متیل سلولز بر درجه روشنی.....	۷۲

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

۷۲	۴-۲-۲ تأثیر تیمار کربوکسی متیل سلولز و آلوم بر درجه روشنی
۷۳	۴-۲-۱ تأثیر استفاده از آلوم بر درجه روشنی
۷۳	۴-۲-۲ تأثیر تیمار کربوکسی متیل سلولز و استفاده از آلوم بر درجه روشنی
۷۴	۴-۵ طیف سنجی FTIR
۷۴	۴-۶ رتبه بندی تیمارهای مختلف با استفاده از معادلات نرمال سازی
۷۹	۴-۷ نتایج حاصل از اندازه گیری TSS، PH، COD، فاز مایع جدا شده از خمیر

فصل پنجم: بحث

۸۲	۵-۱-۱ پالایش
۸۲	۵-۱-۱ تأثیر پالایش بر ویژگی های فیزیکی
۸۲	۵-۱-۲ تأثیر پالایش بر درجه روانی خمیر
۸۲	۵-۱-۲ تأثیر پالایش بر ضخامت
۸۲	۵-۱-۳ تأثیر پالایش بر دانسیته کاغذ حاصل
۸۲	۵-۱-۲ تأثیر پالایش بر ویژگی های مکانیکی
۸۳	۵-۱-۲ تأثیر پالایش بر مقاومت به کشش
۸۳	۵-۱-۲ تأثیر پالایش بر مقاومت به ترکیدن
۸۳	۵-۱-۲ تأثیر پالایش بر مقاومت به پارگی
۸۳	۵-۱-۳ تأثیر پالایش بر ویژگی های نوری
۸۴	۵-۱-۳ تأثیر پالایش بر ماتی کاغذ
۸۴	۵-۱-۲ تأثیر پالایش بر درجه روشنی
۸۴	۵-۱-۴ نتایج معادلات نرمال سازی تأثیر دوره های مختلف پالایش بر ویژگی های مکانیکی و نوری
۸۴	۵-۲ تأثیر تیمارهای مختلف بر ویژگی های مکانیکی
۸۵	۵-۲-۱ مقاومت به کشش
۸۵	۵-۱-۲-۱ تأثیر تیمار کربوکسی متیل سلولز و دودسیل تری متیل آمونیوم برمید بر مقاومت به کشش
۸۵	۵-۱-۲-۱ تأثیر تیمار کربوکسی متیل سلولز بر شاخص مقاومت به کشش

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

۸۶	۲-۱-۱-۲-۵ تأثیر استفاده از ماده فعال سطحی کاتیونی بر مقاومت به کشش
۸۷	۳-۱-۱-۲-۵ تأثیر استفاده از کربوکسی متیل سلولز و ماده فعال سطحی بر مقاومت به کشش
۸۷	۲-۱-۲-۵ تأثیر تیمار کربوکسی متیل سلولز و آلوم بر مقاومت به کشش
۸۷	۱-۲-۱-۲-۵ تأثیر استفاده از آلوم بر مقاومت کشش
۸۸	۲-۲-۱-۲-۵ تأثیر تیمار کربوکسی متیل سلولز و استفاده از آلوم بر مقاومت کشش
۸۹	۲-۲-۵ مقاومت به ترکیدن
۸۹	۱-۲-۲-۵ تأثیر تیمار کربوکسی متیل سلولز و دودسیل تری متیل آمونیوم برمید بر مقاومت به ترکیدن
۸۹	۱-۱-۲-۲-۵ تأثیر تیمار کربوکسی متیل سلولز بر شاخص مقاومت به ترکیدن
۸۹	۲-۱-۲-۲-۵ تأثیر استفاده از ماده فعال سطحی کاتیونی بر مقاومت به ترکیدن
۹۰	۳-۱-۲-۲-۵ تأثیر تیمار کربوکسی متیل سلولز و ماده فعال سطحی کاتیونی بر مقاومت به ترکیدن
۹۰	۲-۲-۲-۵ تأثیر تیمار کربوکسی متیل سلولز و آلوم بر مقاومت به ترکیدن
۹۰	۱-۲-۲-۲-۵ تأثیر استفاده از آلوم
۹۰	۲-۲-۲-۲-۵ تأثیر تیمار کربوکسی متیل سلولز و آلوم بر مقاومت به ترکیدن
۹۱	۳-۲-۵ مقاومت به پارگی
۹۱	۱-۳-۲-۵ تأثیر تیمار کربوکسی متیل سلولز و دودسیل تری متیل آمونیوم برمید بر مقاومت به پارگی
۹۱	۱-۱-۳-۲-۵ تأثیر تیمار کربوکسی متیل سلولز بر مقاومت به پارگی
۹۱	۲-۱-۳-۲-۵ تأثیر استفاده از دودسیل تری متیل آمونیوم برمید بر مقاومت به پارگی
۹۱	۳-۱-۳-۲-۵ تأثیر تیمار کربوکسی متیل سلولز و دودسیل تری متیل آمونیوم برمید بر مقاومت به پارگی
۹۲	۲-۳-۲-۵ تأثیر تیمار کربوکسی متیل سلولز و آلوم بر مقاومت به پارگی
۹۲	۲-۲-۳-۲-۵ تأثیر کربوکسی متیل سلولز و آلوم بر مقاومت به پارگی
۹۲	۳-۵ ویژگی های نوری کاغذ حاصل
۹۲	۱-۳-۵ ماتی
۹۲	۱-۱-۳-۵ تأثیر تیمار کربوکسی متیل سلولز و دودسیل تری متیل آمونیوم برمید بر ماتی کاغذ حاصل
۹۲	۱-۱-۱-۳-۵ تأثیر تیمار کربوکسی متیل سلولز
۹۲	۲-۱-۱-۳-۵ تأثیر استفاده از دودسیل تری متیل آمونیوم برمید بر ماتی کاغذ حاصل

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

۹۲.....	۳-۱-۱-۳-۵ تأثیر تیمار کربوکسی متیل سلولز و دودسیل تری متیل آمونیوم برمید بر ماتی کاغذ حاصل
۹۳.....	۲-۱-۳-۵ تأثیر تیمار کربوکسی متیل سلولز و آلوم بر ماتی کاغذ حاصل
۹۳.....	۱-۲-۱-۳-۵ تأثیر استفاده از آلوم بر ماتی کاغذ
۹۳.....	۲-۲-۱-۳-۵ تأثیر تیمار کربوکسی متیل سلولز و آلوم بر ماتی کاغذ حاصل
۹۳.....	۲-۳-۵ درجه روشنی
۹۳.....	۱-۲-۳-۵ تأثیر تیمار کربوکسی متیل سلولز و دودسیل تری متیل آمونیوم برمید
۹۳.....	۱-۱-۲-۳-۵ تأثیر تیمار کربوکسی متیل سلولز بر درجه روشنی کاغذ حاصل
۹۳.....	۲-۱-۲-۳-۵ تأثیر استفاده از دودسیل تری متیل آمونیوم برمید بر درجه روشنی کاغذ حاصل
۹۴.....	۳-۱-۲-۳-۵ تأثیر تیمار کربوکسی متیل سلولز و دودسیل تری متیل آمونیوم برمید بر درجه روشنی
۹۴.....	۲-۲-۳-۵ تأثیر تیمار کربوکسی متیل سلولز و آلوم بر درجه روشنی کاغذ حاصل
۹۴.....	۱-۲-۲-۳-۵ تأثیر آلوم بر درجه روشنی کاغذ حاصل
۹۴.....	۲-۲-۲-۳-۵ تأثیر تیمار کربوکسی متیل سلولز و استفاده از آلوم بر درجه روشنی
۹۴.....	۴-۵ نتیجه گیری
۹۴.....	۱-۴-۵ پالایش
۹۵.....	۲-۴-۵ تیمار کربوکسی متیل سلولز
۹۵.....	۳-۴-۵ استفاده از تیمار کربوکسی متیل سلولز و ماده فعال سطحی کاتیونی
۹۶.....	۴-۴-۵ استفاده از تیمار کربوکسی متیل سلولز و آلوم
۹۷.....	۵-۵ پیشنهادات

فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل ۱-۵ انواع سیستم‌های پایدار کلونیدی (بریچوسکیا، ۲۰۱۰).....	۱۳
شکل ۱-۶ ساختار کربوکسی متیل سلولز (بلومستد، ۲۰۰۷).....	۱۶
شکل ۱-۷ ساختار دودسیل تری متیل آمونیوم برمید.....	۲۲
شکل ۳-۱ تیمار خمیر با CMC.....	۴۰
شکل ۴-۱ تأثیر دوره‌های مختلف پالایش بر روی درجه روانی خمیر بازیافتی.....	۴۷
شکل ۴-۲ تأثیر دوره‌های مختلف پالایش بر روی ضخامت.....	۴۸
شکل ۴-۳ تأثیر دوره‌های مختلف پالایش بر روی دانسیته.....	۴۹
شکل ۴-۴ تأثیر دوره‌های مختلف پالایش بر روی شاخص مقاومت به کشش.....	۵۰
شکل ۴-۵ تأثیر دوره‌های مختلف پالایش بر روی شاخص مقاومت به ترکیدن.....	۵۱
شکل ۴-۶ تأثیر دوره‌های مختلف پالایش بر شاخص مقاومت به پارگی.....	۵۲
شکل ۴-۷ تأثیر دوره‌های مختلف پالایش بر روی ماتی.....	۵۳
شکل ۴-۸ تأثیر دوره‌های مختلف پالایش بر درجه روشنی.....	۵۴
شکل ۴-۹ تأثیر تیمار کربوکسی متیل سلولز و ماده فعال سطحی بر روی شاخص کشش.....	۵۵
شکل ۴-۱۰ تأثیر تیمار کربوکسی متیل سلولز و آلوم بر روی شاخص مقاومت به کشش.....	۶۲
شکل ۴-۱۱ تأثیر تیمار کربوکسی متیل سلولز و ماده فعال سطحی بر روی شاخص مقاومت به ترکیدن.....	۶۳
شکل ۴-۱۲ تأثیر تیمار کربوکسی متیل سلولز و آلوم بر روی شاخص ترکیدن.....	۶۵
شکل ۴-۱۳ تأثیر تیمار کربوکسی متیل سلولز و ماده فعال سطحی بر روی شاخص پارگی.....	۶۶
شکل ۴-۱۴ تأثیر تیمار کربوکسی متیل سلولز و آلوم بر روی شاخص پارگی.....	۶۷
شکل ۴-۱۵ تأثیر تیمار کربوکسی متیل سلولز و ماده فعال سطحی بر روی ماتی کاغذ حاصل.....	۶۹
شکل ۴-۱۶ تأثیر تیمار کربوکسی متیل سلولز و ماده فعال سطحی بر روی ماتی کاغذ حاصل.....	۷۰
شکل ۴-۱۷ تأثیر تیمار کربوکسی متیل سلولز و ماده فعال سطحی بر روی درجه روشنی.....	۷۱
شکل ۴-۱۸ تأثیر تیمار کربوکسی متیل سلولز و آلوم بر روی درجه روشنی.....	۷۳
شکل ۴-۱۹ طیف FTIR خمیر شاهد.....	۷۴
شکل ۴-۲۰ طیف FTIR، CMC خالص.....	۷۵
شکل ۴-۲۱ طیف FTIR خمیر تیمار شده با CMC و C _{۱۲} T AB.....	۷۵
شکل ۴-۲۲ طیف FTIR خمیر تیمار شده با CMC و AL _۲ (SO _۴) _۳	۷۶

فهرست جدول‌ها

صفحه

عنوان

جدول ۱-۱ گشتاور دوقطبی بعضی از مولکول‌ها.....	۴
جدول ۱-۲ اثر پالایش بر روی دیگر خواص کاغذ به غیر از خواص مقاومتی.....	۱۳
جدول ۱-۳ انواع کاربرد CMC.....	۱۴
جدول ۱-۳ درصد اهمیت ویژگی‌های مکانیکی و نوری در محاسبه معادلات نرمال سازی.....	۱۹
جدول ۱-۴ مقادیر میانگین درجه روانی و ویژگی‌های فیزیکی، مکانیکی و نوری کاغذهای دست‌ساز.....	۴۴
جدول ۲-۴ آزمون دانکن درجه روانی خمیرهای حاصل از دوره‌های مختلف پالایش.....	۴۷
جدول ۳-۴ آزمون دانکن ضخامت کاغذهای حاصل از دوره‌های مختلف پالایش.....	۴۹
جدول ۴-۴ آزمون دانکن دانسیته کاغذهای حاصل از دوره‌های مختلف پالایش.....	۵۰
جدول ۵-۴ آزمون دانکن بالک کاغذهای حاصل از دوره‌های مختلف پالایش.....	۵۱
جدول ۶-۴ آزمون دانکن مقاومت کشش کاغذهای حاصل از دوره‌های مختلف پالایش.....	۵۲
جدول ۷-۴ آزمون دانکن مقاومت ترکیدن کاغذهای حاصل از دوره‌های مختلف پالایش.....	۵۳
جدول ۸-۴ آزمون دانکن مقاومت پارگی کاغذهای حاصل از دوره‌های مختلف پالایش.....	۵۴
جدول ۹-۴ آزمون دانکن ماتی کاغذهای حاصل از دوره‌های مختلف پالایش.....	۵۵
جدول ۱۰-۴ آزمون دانکن درجه روشنی کاغذهای حاصل از دوره‌های مختلف پالایش.....	۵۶
جدول ۱۱-۴ درصد اهمیت ویژگی‌های مکانیکی و نوری در محاسبه معادلات نرمال سازی.....	۵۶
جدول ۱۲-۴ رتبه‌بندی کاغذهای بازیافتی حاصل از مقوای کنگره‌ای کهنه بر اساس داده‌های حاصل.....	۵۸
جدول شماره ۴-۱۵ میانگین نتایج ویژگی‌های نوری کاغذهای حاصل از تیمارهای مختلف.....	۵۹
جدول ۱۶-۴ آزمون دانکن مقاومت به کشش کاغذهای حاصل از تیمارهای مختلف.....	۶۰
جدول ۱۷-۴ آزمون دانکن مقاومت به کشش کاغذهای حاصل از تیمارهای مختلف.....	۶۲
جدول ۱۸-۴ آزمون دانکن مقاومت به ترکیدن کاغذهای حاصل از تیمارهای مختلف.....	۶۴
جدول ۱۹-۴ آزمون دانکن مقاومت به ترکیدن کاغذهای حاصل از تیمارهای مختلف.....	۶۵
جدول ۲۰-۴ آزمون دانکن مقاومت به پارگی کاغذهای حاصل از تیمارهای مختلف.....	۶۶
جدول ۲۱-۴ آزمون دانکن مقاومت به پارگی کاغذهای حاصل از تیمارهای مختلف.....	۶۸
جدول ۲۲-۴ آزمون دانکن ماتی کاغذهای حاصل از تیمارهای مختلف.....	۶۹
جدول ۲۳-۴ آزمون دانکن ماتی کاغذهای حاصل از تیمارهای مختلف.....	۷۱

فهرست جدول‌ها

<u>عنوان</u>	<u>صفحه</u>
جدول ۴-۲۴ آزمون دانکن درجه روشنی کاغذهای حاصل از تیمارهای مختلف.....	۷۲
جدول ۴-۲۵ آزمون دانکن درجه روشنی کاغذهای حاصل از تیمارهای مختلف.....	۷۳
جدول ۴-۲۶ درصد اهمیت ویژگی‌های نوری و مکانیکی در معادلات نرمال سازی.....	۷۷
جدول ۴-۲۷ رتبه‌بندی کاغذ بازیافتی حاصل از مقوای کنگره‌ای کهنه بر اساس داده‌های حاصل.....	۷۸
جدول ۴-۲۸ تأثیر تیمارهای مختلف بر آزمونهای PH، COD، TSS.....	۷۹
جدول ۱- آزمون تجزیه واریانس تأثیر دوره‌های مختلف پالایش بر مقاومت به ترک‌شدن.....	۱۰۶
جدول ۲- آزمون تجزیه واریانس تأثیر دوره‌های مختلف پالایش بر مقاومت به سفتی.....	۱۰۶
جدول ۳- آزمون تجزیه واریانس تأثیر دوره‌های مختلف پالایش بر درجه روانی خمیر.....	۱۰۶
جدول ۴- آزمون تجزیه واریانس تأثیر دوره‌های مختلف پالایش بر درصد کشش.....	۱۰۶
جدول ۵- آزمون تجزیه واریانس تأثیر دوره‌های مختلف پالایش بر مقاومت پارگی.....	۱۰۷
جدول ۶- آزمون تجزیه واریانس تأثیر دوره‌های مختلف پالایش بر ضخامت.....	۱۰۷
جدول ۷- آزمون تجزیه واریانس تأثیر دوره‌های مختلف پالایش بر دانسیته.....	۱۰۷
جدول ۸- آزمون تجزیه واریانس تأثیر دوره‌های مختلف پالایش بر درجه روشنی.....	۱۰۷
جدول ۹- آزمون تجزیه واریانس تأثیر دوره‌های مختلف پالایش بر ماتی.....	۱۰۸
جدول ۱۰- آزمون تجزیه واریانس تأثیر تیمار CMC و آلوم بر مقاومت به پارگی.....	۱۰۸
جدول ۱۱- آزمون تجزیه واریانس تأثیر تیمار CMC و آلوم بر مقاومت به ترک‌شدن.....	۱۰۸
جدول ۱۲- آزمون تجزیه واریانس تأثیر تیمار CMC و آلوم بر مقاومت کشش.....	۱۰۸
جدول ۱۳- آزمون تجزیه واریانس تأثیر تیمار CMC و آلوم بر ماتی.....	۱۰۹
جدول ۱۴- آزمون تجزیه واریانس تأثیر تیمار CMC و آلوم بر درجه روشنی.....	۱۰۹
جدول ۱۵- آزمون تجزیه واریانس تأثیر تیمار CMC و C ₁₂ TAB بر مقاومت ترک‌شدن.....	۱۰۹
جدول ۱۶- آزمون تجزیه واریانس تأثیر تیمار CMC و C ₁₂ TAB بر مقاومت کشش.....	۱۰۹
جدول ۱۷- آزمون تجزیه واریانس تأثیر تیمار CMC و C ₁₂ TAB بر مقاومت پارگی.....	۱۱۰
جدول ۱۸- آزمون تجزیه واریانس تأثیر تیمار CMC و C ₁₂ TAB بر ماتی.....	۱۱۰
جدول ۱۹- آزمون تجزیه واریانس تأثیر تیمار CMC و C ₁₂ TAB بر درجه روشنی.....	۱۱۰

فصل اول

مقدمه

۱ مقدمه

۱-۱ کلیات

۱-۱-۱ هدف از بازیافت

استفاده از الیاف بازیافتی جهت کاهش مصرف الیاف بکر، از فشار وارده بر جنگل‌ها و محیط زیست می‌کاهد. بازیافت قطع شماری از درختان و تقاضا برای چوب را کاهش می‌دهد و موجب کاهش وابستگی به قطع درختان و بالا رفتن فرصت تجدید حیات عرصه‌های جنگلی می‌شود.

از مشکلات قابل ملاحظه‌ای که بشر در سال‌های اخیر با آن مواجه بوده تولید و دفع بی‌رویه مواد زائد از جمله کاغذ و مقوا در محیط زیست است که این امر بدون توجه به مقوله بازیافت و استفاده مجدد از مواد بازیافتی، علاوه بر هدر رفت سرمایه باعث از بین رفتن منابع طبیعی و ایجاد صدمات جبران ناپذیری بر محیط زیست می‌شود. همچنین ساخت کاغذ از کاغذ بازیافتی فرآیند تمیزتری نسبت به تولید کاغذ از چوب است، در بیشتر مواقع، حذف مواد استخراجی و مواد حاصل از رنگبری الیاف، قبلاً انجام شده، در نتیجه آب، انرژی و مواد شیمیایی کمتری مصرف می‌شود و آلودگی آب و هوا کمتر صورت می‌گیرد. کاغذ باطله علاوه بر مزایای زیست محیطی، از نظر اقتصادی نیز برای صنعت کاغذسازی دارای اهمیت ویژه‌ای است.

کاغذ و مقواهای موجود در زباله‌های شهری عموماً شامل: روزنامه، کتاب، مجله، کاغذهای چاپ شده، تبلیغاتی، تجاری، مکاتبات اداری، مقوا، کاغذهای بسته‌بندی و کاغذهای بهداشتی است (دالوند، ۱۳۸۶).

۱-۱-۲ مزایای بازیافت کاغذ

- ۱) کاهش نیاز به خمیر کاغذ و قطع درختان و در نهایت حفظ منابع طبیعی
- ۲) کاهش مصرف انرژی
- ۳) کاهش تولید فاضلاب به دلیل کاهش مصرف آب
- ۴) کاهش آلودگی هوا (هنگام دفن کاغذ در محل دفن، بیوگاز تولید می‌شود که حاوی متان (گاز گلخانه‌ای) بوده و با پدیده گرمایش جهانی در ارتباط است)
- ۵) کاهش مصرف مواد شیمیایی
- ۶) ایجاد اشتغال
- ۷) حفظ سرمایه (جلوگیری از واردات و ایجاد درآمد حاصل از فروش مواد بازیافتی)

۸) کاهش حجم زباله و به دنبال آن تأثیر بر روی سایر مراحل مدیریت مواد زائد جامد از جمله کاهش هزینه‌های جمع‌آوری، حمل و نقل و دفع زباله (ویلیامز^۱، ۲۰۰۵).

۱-۲ مقاومت کاغذ

کاغذ مجموعه‌ای از اتصالات الیاف است که ساختار کاملاً پیچیده‌ای دارد. در فرآیند کاغذسازی و در طول پرس و خشک کردن کاغذ، هدف توسعه پیوندهای فیبر - فیبر، جهت دست یافتن مقاومت است. آب نقش مهمی در توسعه اتصالات دارد زیرا آب پل بین الیاف در تماس با هم است و منجر به شکل‌گیری پیوندهای فیبر- فیبر می‌شود. افزایش پیوندها منجر به افزایش سطوح پیوند بین الیاف در پرس تر می‌گردد.

وجود همی سلولز در منافذ الیاف منجر به واکنشیدگی و پیوند بیشتر بین الیاف و بهبود ویژگی‌های مقاومتی می‌گردد (اسپی‌گلبرگ^۲، ۱۹۶۶). مقاومت الیاف نیز در مقاومت کاغذ نقش مهمی دارد. الیاف سلولزی، زاویه میکروفیبریل‌ها و تغییر شکل پذیری الیاف فاکتورهای اصلی تأثیرگذار بر مقاومت الیاف می‌باشد. تغییر شکل پذیری الیاف از اهمیت بیشتری برخوردار است زیرا الیاف مستقیم، بخش‌های فعال بیشتری در ایجاد پیوند خواهند داشت و در نتیجه مقاومت کششی و ویژگی‌های الاستیک آن بیشتر از الیاف تغییر شکل یافته است (جی‌ارتز^۳، ۱۹۷۹).

۱-۲-۱ مهمترین فاکتورهای تأثیرگذار بر مقاومت کاغذ:

- ۱) ویژگی‌های الیاف (مقاومت الیاف، تغییر شکل پذیری، ابعاد و ترکیبات شیمیایی الیاف، زاویه میکرو فیبریل‌ها، بار الیاف، منافذ دیواره و غیره)
 - ۲) وجود اتصالات فیبر- فیبر (پالایش، پرس تر و غیره)
 - ۳) جهت‌گیری و توزیع الیاف (جهت ماشین، شکل‌گیری کاغذ، دانسیته و غیره)
 - ۴) ممانعت از ایجاد انقباض در طول فرآیند خشک شدن کاغذ
- از دیگر فاکتورهای تأثیرگذار بر مقاومت کاغذ، می‌توان مقدار رطوبت را نام برد (والسترام^۴ و همکاران، ۲۰۰۰).

1. Wiliams
2. Spiegelberg
3. Giertz
4. Wahlstrom