

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه تربیت مدرس

دانشکده منابع طبیعی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

رشته علوم و صنایع چوب و کاغذ

عنوان:

تأثیر سیستم نانوذره حاوی کایتوزان - نانو سیلیکا بر آبگیری، ماندگاری کل نرمه و مقاومت

خشک کاغذ بازیافتی

نگارنده:

رامین صبازودخیز

استاد راهنما:

دکتر مهدی رحمانی نیا

استاد مشاور:

دکتر امید رضانی

آذر ۱۳۹۳



دانشکده منابع طبیعی

باسمه تعالی

تاییدیه اعضای هیأت داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه

بدین وسیله گواهی می‌شود آقای رامین صبازودخیز دانشجوی رشته صنایع چوب و کاغذ در تاریخ ۹۳/۹/۲۶ از پایان نامه ۶ واحدی خود با عنوان: تاثیر سیستم نانوذره حاوی کایتوزان- نانوسیلیکا بر آبگیری، ماندگاری کل و مقاومت خشک کاغذ بازیافتی، دفاع کرده است. اعضای هیأت داوران نسخه نهایی این رساله را از نظر فرم و محتوا بررسی کرده و پذیرش آنرا برای دریافت درجه کارشناسی ارشد تأیید می‌نمایند.

اعضای هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضاء
استاد راهنما	دکتر مهدی رحمانی نیا	استادیار	
استاد مشاور	دکتر امید رمضانی	استادیار	
استاد ناظر (داخلی)	دکتر ربیع بهروز	دانشیار	
استاد ناظر (خارجی)	دکتر یحیی همزه	دانشیار	
نماینده شورای تحصیلات تکمیلی	دکتر امیر خسروانی	استادیار	

آیین‌نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهش‌های علمی دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی و فناوری دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسانها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیأت علمی، دانشجویان، دانش‌آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهش‌های علمی که تحت عنوانین پایان‌نامه، رساله و طرح‌های تحقیقاتی با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد زیر را رعایت نمایند:

ماده ۱- حق نشر و تکثیر پایان‌نامه/ رساله و درآمدهای حاصل از آنها متعلق به دانشگاه می باشد ولی حقوق معنوی پدید آورندگان محفوظ خواهد بود.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان‌نامه/ رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و با تایید استاد راهنمای اصلی، یکی از اساتید راهنما، مشاور و یا دانشجو مسئول مکاتبات مقاله باشد. ولی مسئولیت علمی مقاله مستخرج از پایان‌نامه و رساله به عهده اساتید راهنما و دانشجو می باشد.

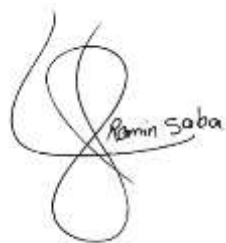
تبصره: در مقالاتی که پس از دانش‌آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان‌نامه/ رساله نیز منتشر می‌شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

ماده ۳- انتشار کتاب، نرم افزار و یا آثار ویژه (اثری هنری مانند فیلم، عکس، نقاشی و نمایشنامه) حاصل از نتایج پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی کلیه واحدهای دانشگاه اعم از دانشکده ها، مراکز تحقیقاتی، پژوهشکده ها، پارک علم و فناوری و دیگر واحدها باید با مجوز کتبی صادره از معاونت پژوهشی دانشگاه و براساس آئین‌نامه های مصوب انجام شود.

ماده ۴- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه یافته ها در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق معاونت پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ۵- این آیین‌نامه در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۸۷/۴/۱ در شورای پژوهشی و در تاریخ ۸۷/۴/۲۳ در هیأت رئیسه دانشگاه به تایید رسید و در جلسه مورخ ۸۷/۷/۱۵ شورای دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب در شورای دانشگاه لازم‌الاجرا است.

«اینجانب رامین صبارودخیز دانشجوی رشته صنایع چوب و کاغذ ورودی سال تحصیلی ۱۳۹۱ مقطع کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی متعهد می شوم کلیه نکات مندرج در آئین‌نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهش‌های علمی دانشگاه تربیت مدرس را در انتشار یافته‌های علمی مستخرج از پایان‌نامه / رساله تحصیلی خود رعایت نمایم. در صورت تخلف از مفاد آئین‌نامه فوق‌الاشعار به دانشگاه وکالت و نمایندگی می‌دهم که از طرف اینجانب نسبت به لغو امتیاز اختراع بنام بنده و یا هر گونه امتیاز دیگر و تغییر آن به نام دانشگاه اقدام نماید. ضمناً نسبت به جبران فوری ضرر و زیان حاصله بر اساس برآورد دانشگاه اقدام خواهم نمود و بدینوسیله حق هر گونه اعتراض را از خود سلب نمودم»



امضا:

تاریخ: ۱۳۹۳/۱۰/۷

آیین نامه چاپ پایان نامه (رساله) های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می شوند:

ماده ۱: در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله) ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲: در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه) عبارت ذیل را چاپ کند:

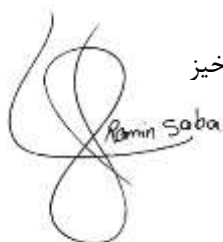
«کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد/ رساله دکتری نگارنده در رشته صنایع چوب و کاغذ است که در سال ۱۳۹۳ در دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی جناب آقای دکتر مهدی رحمانی نیا، مشاوره جناب آقای دکتر امید رضانی از آن دفاع شده است.»

ماده ۳: به منظور جبران بخشی از هزینه های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

ماده ۴: در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تأدیه کند.

ماده ۵: دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش، تامین نماید.

ماده ۶: اینجانب رامین صبازودخیز دانشجوی رشته صنایع چوب و کاغذ مقطع کارشناسی ارشد تعهد فوق ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.



نام و نام خانوادگی: رامین صبازودخیز

تاریخ و امضا: ۱۳۹۳/۳/۷

تقدیم بابوسہ بردستان مادرم

بلند تکیہ کا ہم، کہ دلمان پر مرش یگانہ نہا ہم است، مہربانی کہ عشق و رزیدن را از او آموختم.

تقدیم بہ پدرم

کہ از نگاہش صلابت، از رفتارش محبت و از صبرش ایستادگی را آموختم.

تشکر و قدردانی

سپاس بیکران خدا را که توفیق تحصیل و کسب معرفت را به من عطا فرمود. با نثار عمیق‌ترین سپاس‌ها بر آنان که کاستی‌ها و لغزشها را صمیمانه در گذشتند. به ویژه:

خانواده عزیزم که همیشه یار و یاور من بوده‌اند، و هر چه دارم به خاطر محبت‌ها و حمایت‌های بی دریغ ایشان بوده است، تشکر می‌کنم.

استاد راهنمای بزرگوارم جناب آقای دکتر مهدی رحمانی‌نیا

که با راهنمایی‌های علمی بی دریغ و صادقانه خویش همواره مرا مورد لطف و محبت قرار دادند و با پی‌گیری کریمانه ایشان این تحقیق سامان پذیرفته است، نهایت سپاس را داشته و قدردانی می‌نمایم.

استاد مشاور محترم جناب آقای دکتر امید رضانی

که با سخاوت و گشاده رویی از هیچ‌گونه یاری دریغ نمودند، قدردانی می‌نمایم.

اساتید ارجمندم در دانشگاه تربیت مدرس جناب آقای دکتر کاظمی و دکتر محبی که در طول این سالها افتخار شاگردیشان را داشتم کمال تشکر و امتنان را دارم.

از داوران محترم جناب آقای دکتر یحیی همزه، جناب آقای دکتر بهروز و همچنین نماینده محترم تحصیلات تکمیلی جناب آقای دکتر امیر خسروانی که با حضورشان بر کار من ارج نهادند تشکر می‌کنم.

از مسئولین محترم آزمایشگاه صنایع چوب و محیط زیست آقایان اسداله زاده، حسینی تشکر می‌نمایم.

همچنین بر خود لازم می‌دانم از بزرگوارانی که صمیمانه مرا در طی مراحل انجام این پژوهش یاری و همراهی نمودند، کمال تشکر و قدردانی را نمایم.

چکیده

پیشرفت فناوری‌های موجود در ماشین‌های کاغذسازی، افزایش سرعت تولید کاغذ، نیاز به تولید محصولات با کیفیت، افزایش سهم الیاف بازیافتی در فرایند تولید و بسیاری از عوامل دیگر سبب شده‌اند تا استفاده از انواع افزودنی‌ها در پایانه ترکاغذسازی مورد توجه روزافزون قرار گیرند. در این راستا، استفاده از سیستم نانوذره که در آن پلی‌الکترولیت کاتیونی در کنار یک نانوذره آنیونی عمل می‌نماید، بسیار راهگشا بوده است. در این تحقیق زیست‌بسیار کایتوزان در ۴ سطح (۰/۵، ۱، ۱/۵، ۲/۰) در کنار نانوسیلیکای آنیونی در دو سطح (۰/۱ و ۰/۲) به منظور افزایش کیفیت فرایند و محصول تولیدی مدنظر قرار گرفته است. نتایج نشان داد که سیستم مزبور تاثیر مثبتی بر ویژگی‌های آبدگی از ورقه الیاف، ماندگاری کل نرمه و پرکننده، شاخص‌های مقاومت به کشش، مقاومت به ترکیدن، مقاومت به پاره‌شدن نسبت به تیمار شاهد داشته است؛ هرچند که افزایش مصرف کایتوزان بیش از ۱ درصد و نانوسیلیکا بیش از ۰/۱ درصد باعث کاهش این ویژگی‌ها گردیده‌اند. بهترین نتایج آبدگی از خمیر کاغذ بازیافتی در پایین‌ترین سطوح مصرف مواد شیمیایی (۰/۵) کایتوزان، ۰/۱ نانوسیلیکا و به میزان ۲۰/۴٪ افزایش نسبت به نمونه شاهد مشاهده شد. همچنین در مقایسه با نمونه شاهد، بیشترین افزایش در ماندگاری کل نرمه، دانسیته ظاهری، شاخص‌های مقاومت به پاره‌شدن، مقاومت به کشش و مقاومت به ترکیدن در سطح ۱٪ کایتوزان به همراه ۰/۱ نانوسیلیکا و به ترتیب ۰/۸۷٪، ۱۴/۷٪، ۳٪، ۲۷٪ و ۴۹٪ بوده است. بدین ترتیب با در نظر گرفتن جمیع جوانب تیمار دارای ۱٪ کایتوزان و ۰/۱ نانوسیلیکا به عنوان تیمار منتخب برگزیده شد. مقایسه تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی نمونه شاهد با کاغذ تیمار شده با سطوح منتخب به خوبی ماندگاری پرکننده را نشان داد. همچنین تعیین مقدار درصد نیتروژن در نمونه‌های شاهد و تیمار شده با سطوح منتخب به کمک آزمون‌های میکروکجدال و EDX نشان از ماندگاری کایتوزان پس از تیمار داشته است. بررسی عنصر سیلیسیم با آزمون EDX نیز ماندگاری نانو سیلیکا، بعد از تیمار کاغذ با سطوح منتخب را نشان داد. به علاوه، بررسی تاثیر هدایت الکتریکی (در حد متوسط) در سه سطح ۱۷۰، ۸۰۰، ۱۶۰۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر بر عملکرد تیمار منتخب نشان داد که با افزایش این فاکتور (به کمک افزودن CaCl_2) بیشتر ویژگی‌های بررسی شده کاهش نشان دادند؛ هرچند که ماندگاری کل نرمه و شاخص مقاومت به پاره شدن تغییر چندانی نداشتند. البته برای بررسی جامع‌تر، هدایت‌های الکتریکی بالاتر باید مدنظر قرار گیرند.

کلیدواژه: الیاف بازیافتی، کایتوزان، نانوسیلیکا، میکروسکوپ الکترونی روبشی و هدایت الکتریکی

فهرست

فصل اول

- مقدمه ۱
- ۱-۱ اهمیت کاغذسازی ۱
- ۲-۱ صنعت بازیافت ۱
- ۳-۱ پایانه تر ۳
- ۱-۳-۱ آبگیری ، ماندگاری کل نرمه و مقاومتهای کاغذ بازیافتی ۳
- ۲-۳-۱ تشکیل فلاک (دلمه) ۴
- ۱-۲-۳-۱ مکانیسم پل زنی ۶
- ۲-۲-۳-۱ مکانیسم وصله زنی ۷
- ۳-۲-۳-۱ مکانیسم خنثی سازی ۸
- ۴-۱ نانو فناوری ۸
- ۵-۱ کایتوزان ۹
- ۶-۱ نانوسیلیکا ۱۰

فصل دوم

- سابقه تحقیق ۱۳

فصل سوم

- مواد و روش ها ۱۳
- مواد و روش ها ۱۹
- ۱-۳ ویژگی های مواد شیمیایی مورد استفاده ۱۹
- ۱-۱-۳ کایتوزان ۱۹
- ۲-۱-۳ نانو سیلیکا ۲۰

۲۰	..... ۲-۳ آماده سازی کاغذ باطله
۲۱	..... ۳-۳ شرایط ثابت آزمایش
۲۱	..... ۱-۳-۳ تنظیم pH
۲۱	..... ۲-۳-۳ تنظیم هدایت الکتریکی
۲۱	..... ۴-۳-۳ شرایط افزودن مواد شیمیایی
۲۲	..... ۴-۳-۳ ساخت کاغذ دست ساز
۲۴	..... ۴-۳ عوامل و شرایط متغیر آزمایش
۲۴	..... ۵-۳ اندازه گیری ویژگیها
۲۴	..... ۱-۵-۳ درجه روانی خمیر کاغذ
۲۵	..... ۲-۵-۳ میزان نرمه خمیر و ماندگاری نرمه کل
۲۶	..... ۳-۵-۳ آبگیری از خمیر کاغذ
۲۶	..... ۴-۵-۳ خاکستر
۲۶	..... ۵-۵-۳ ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی کاغذ
۲۶	..... ۱-۵-۵-۳ تعیین جرم پایه کاغذ
۲۷	..... ۲-۵-۵-۳ دانسیته ظاهری کاغذ
۲۷	..... ۳-۵-۵-۳ شاخص مقاومت در برابر پاره شدن
۲۷	..... ۴-۵-۵-۳ شاخص مقاومت در برابر ترکیدن
۲۹	..... ۵-۵-۵-۳ شاخص مقاومت در برابر کشش
۲۹	..... ۶-۵-۵-۳ ضخامت ورقه کاغذ
۳۰	..... ۶-۳ تعیین مقدار نیتروژن کاغذ به کمک میکروکجدال
۳۱	..... ۷-۳ بررسی خواص سطحی کاغذ به کمک میکروسکوپ الکترونی گسیل میدانی
۳۲	..... ۸-۳ آزمون EDX
۳۲	..... ۹-۳ بررسی ابعاد نانو ذرات
۳۳	..... ۱۰-۳ روش تجزیه و تحلیل آماری

فصل چهارم

- ۳۴ ۱-۴ بررسی ابعاد نانوسیلیکا
- ۳۴ ۲-۴ مقدار نرمه موجود در خمیر بازیافتی
- ۳۵ ۳-۴ درصد خاکستر (میزان پرکننده)
- ۳۵ ۴-۴ بررسی ویژگی‌های اندازه‌گیری شده
- ۳۵ ۱-۴-۴ بررسی قابلیت آبگیری
- ۳۷ ۵-۴ بررسی ماندگاری کل نرمه و پرکننده
- ۳۹ ۶-۴ بررسی دانسیته ظاهری
- ۴۱ ۷-۴ بررسی شاخص مقاومت به پاره‌شدن در کاغذ دست‌ساز
- ۴۲ ۸-۴ بررسی شاخص مقاومت به کشش در کاغذ دست‌ساز
- ۴۴ ۹-۴ بررسی شاخص مقاومت به ترکیدن در کاغذ دست‌ساز
- ۴۴ ۱۰-۴ انتخاب تیمار منتخب
- ۴۵ ۱۱-۴ مقایسه عملکرد تیمار حاوی کایتوزان و تیمار منتخب
- ۴۵ ۱۲-۴ میزان نیتروژن در کاغذهای دست‌ساز
- ۴۷ ۱۳-۴ تصاویر میکروسکوپ الکترونی گسیل میدانی (FESEM)
- ۴۹ ۱۴-۴ نتایج آنالیز عناصر شیمیایی به کمک آزمون EDX
- ۵۰ ۱۵-۴ بررسی تاثیر هدایت الکتریکی بر عملکرد سیستم نانوذره
- ۵۰ ۱۶-۴ بررسی قابلیت آبگیری با افزایش هدایت الکتریکی
- ۵۱ ۱۶-۴ بررسی قابلیت ماندگاری کل نرمه با افزایش هدایت الکتریکی
- ۵۲ ۱۷-۴ بررسی دانسیته ظاهری با افزایش هدایت الکتریکی
- ۵۳ ۱۸-۴ بررسی شاخص مقاومت به پاره شدن با افزایش هدایت الکتریکی
- ۵۴ ۱۹-۴ بررسی شاخص مقاومت به کشش با افزایش هدایت الکتریکی

۲۰-۴ بررسی شاخص مقاومت به ترکیدن با افزایش هدایت الکتریکی ۵۵

فصل پنجم

۱-۵ نتیجه گیری ۵۸

۲-۵ آزمون فرضیات ۵۹

۳-۵ پیشنهادات ۶۰

منابع ۶۱

فهرست شکل‌ها

فصل اول

- شکل ۱-۱ انبار کاغذهای باطله چاپ و تحریر ۲
- شکل ۱-۲ نمایی از فلاک شدن الیاف در داخل سوسپانسیون ۵
- شکل ۱-۳ نمایی از مکانیسم پلزنی بین ذرات ۶
- شکل ۱-۴ نمایی از مکانیسم وصله‌زنی ۷
- شکل ۱-۵ نمایی از مکانیسم خنثی‌سازی بین الیاف ۸
- شکل ۱-۶ ساختار کیتین ۱۰
- شکل ۱-۷ انواع سیلیکا کلوئیدی ۱۱

فصل دوم

- شکل ۱-۲ پدیده انقباض-همکشیدگی و پدیده ایجاد پل‌های نیمه برگشت پذیر ۱۷
- شکل ۲-۲ تصاویر میکروسکوپ الکترونی ۱۸

فصل سوم

- شکل ۳-۱ کایتوزان مورد استفاده ۱۹
- شکل ۳-۲ دستگاه کوبنده آزمایشگاهی ۲۱
- شکل ۳-۳ دستگاه همزن دیجیتال ۲۲
- شکل ۳-۴ دستگاه کاغذ دست ساز ۲۲
- شکل ۳-۵ دستگاه پرس آزمایشگاهی ورقه کاغذ ۲۳
- شکل ۳-۶ دستگاه خشک کن کاغذهای دست ساز (Drum Dryer) ۲۳
- شکل ۳-۷ دستگاه تعیین درجه‌روانی خمیر ۲۵
- شکل ۳-۸ دستگاه آزمون مقاومت به پاره‌شدن ۲۷
- شکل ۳-۹ دستگاه آزمون مقاومت به ترک‌شدن ۲۸
- شکل ۳-۱۰ دستگاه آزمون مقاومت کششی ۲۹
- شکل ۳-۱۱ دستگاه اندازه‌گیری ضخامت ورقه کاغذ ۳۰

شکل ۳-۱۲ دستگاه میکروسکوپ الکترونی گسیل میدانی ۳۲

شکل ۳-۱۳ شماتیک دستگاه میکروسکوپ نیروی اتمی AFM ۳۲

فصل چهارم

شکل ۴-۱ تصویر AFM و دامنه پراکنش ذرات نانوسیلیکا ۳۴

شکل ۴-۲ اثر کایتوزان- نانوسیلیکا بر آبگیری خمیر بازیافتی چاپ و تحریر ۳۶

شکل ۴-۳ اثر کایتوزان- نانو سیلیکا بر ماندگاری کل نرمه در کاغذ بازیافتی ۳۸

شکل ۴-۴ اثر کایتوزان- نانوسیلیکا بر دانسیته ظاهری کاغذهای دست ساز ۳۹

شکل ۴-۵ اثر کایتوزان- نانوسیلیکا بر ضخامت کاغذ بازیافتی چاپ و تحریر ۴۰

شکل ۴-۶ اثر کایتوزان- نانوسیلیکا بر شاخص مقاومت به پاره شدن در کاغذ دست ساز ۴۲

شکل ۴-۷ اثر کایتوزان- نانوسیلیکا بر شاخص مقاومت به کشش در کاغذ دست ساز ۴۳

شکل ۴-۸ اثر کایتوزان- نانوسیلیکا بر شاخص مقاومت به ترکیدن در کاغذ دست ساز ۴۴

شکل ۴-۹ میزان عنصر نیتروژن در کاغذهای دست ساز ۴۶

شکل ۴-۱۰ تصویر میکروسکوپ الکترونی گسیل میدانی ۴۸

شکل ۴-۱۱ عناصر تشکیل دهنده سطح کاغذ بر مبنای درصد وزنی ۴۹

شکل ۴-۱۲ اثر هدایت الکتریکی بر قابلیت آبگیری خمیر بازیافتی در تیمار منتخب کایتوزان-

نانوسیلیکا ۵۱

شکل ۴-۱۳ اثر هدایت الکتریکی بر ماندگاری کل نرمه خمیر بازیافتی در تیمار منتخب کایتوزان-

نانوسیلیکا ۵۲

شکل ۴-۱۴ اثر هدایت الکتریکی دانسیته کاغذ دست ساز در تیمار منتخب کایتوزان- نانوسیلیکا .. ۵۳

شکل ۴-۱۵ اثر هدایت الکتریکی بر شاخص مقاومت به پاره شدن کاغذ دست ساز در تیمار منتخب

کایتوزان- نانوسیلیکا ۵۳

شکل ۴-۱۶ اثر هدایت الکتریکی بر شاخص مقاومت به کشش در کاغذ دست ساز در تیمار منتخب

کایتوزان- نانوسیلیکا ۵۴

شکل ۴-۱۷ اثر هدایت الکتریکی بر شاخص مقاومت به ترکیدن در کاغذ دست ساز در تیمار منتخب

کایتوزان- نانوسیلیکا ۵۵

فهرست جدول‌ها

فصل اول

جدول ۱-۱ تولید و مصرف انواع محصولات کاغذ بازیافتی ۳

فصل سوم

جدول ۱-۳ مشخصات کایتوزان استفاده شده ۱۹

جدول ۲-۳ مشخصات نانوسیلیکا استفاده شده ۲۰

جدول ۳-۳ تیمارهای اعمال شده ۲۴

فصل چهارم

جدول ۱-۴ خلاصه جدول تجزیه واریانس مربوط به ویژگی‌های بررسی شده ۳۵

جدول ۲-۴ نتایج حاصل از عملکرد کایتوزان در مقایسه با تیمار منتخب و تیمار شاهد ۴۵

جدول ۳-۴ خلاصه جدول تجزیه واریانس ویژگی‌های بررسی شده تحت تاثیر عملکرد سیستم نانوذره

در هدایت‌های الکتریکی مختلف ۵۰

فهرست روابط

رابطه ۱-۳ مقدار مواد باقی مانده در هدباکس ۲۵

رابطه ۲-۳ درصد خاکستر ۲۶

رابطه ۳-۳ جرم پایه کاغذ ۲۶

رابطه ۴-۳ دانسیته کاغذ ۲۷

رابطه ۵-۳ شاخص مقاومت در برابر پاره شدن ۲۷

رابطه ۶-۳ شاخص مقاومت در برابر ترکیدن ۲۸

رابطه ۷-۳ شاخص مقاومت در برابر کشش ۲۹

رابطه ۱-۴ مقدار درصد نیتروژن ۴۶

فصل اول

کلیات

مقدمه

۱-۱ اهمیت کاغذسازی

جایگاه کاغذ دارای اهمیت ویژه‌ای است و کاغذ همواره در طول تاریخ مانوس‌ترین، پایدارترین و قابل اعتمادترین ابزار انتقال اندیشه بشری بوده و در جامعه امروزی با وجود رشد فناوری و اتوماسیونی‌شدن، توانسته جایگاه خود را حفظ کند. در حقیقت بخش عظیمی از رشد فناوری و صنایع، به برکت وجود کاغذ و انتقال داده‌ها از نسلی به نسل دیگر بوده است. بدین ترتیب با افزایش روز افزون تقاضا در چند دهه اخیر برای این محصولات (FAO, ۲۰۱۱) و کمبود شدید ماده اولیه چوبی، صنعتگران به دنبال راه‌های مختلفی برای تامین ماده اولیه این صنعت گردیدند که با نزدیک کردن صنعت بازیافت کاغذ به صنایع کاغذسازی، لاجرم تامین منابع اولیه کاغذسازی آسان‌تر گردیده است.

۱-۲ صنعت بازیافت

در کشور ما با توجه به محدودیت و کمبود منابع چوبی و ضرورت تولید محصولات کاغذی مورد نیاز جامعه و توسعه صنعت ملی تولید کاغذ، استفاده از الیاف بازیافتی امری اجتناب‌ناپذیر است. اگرچه استفاده از منابع لیگنوسلولزی به عنوان یکی از منابع تا حدودی ماده اولیه مورد نیاز برای چاپ و تحریر را تأمین نموده است، ولی بهره‌گیری از منابع بازیافتی را نباید از نظر دور داشت. البته باید خاطر نشان شود که کاغذ بازیافتی دارای مزایایی از قبیل کاهش مشکلات زیست محیطی و همچنین کاهش مصرف انرژی، کاهش هزینه سرمایه‌گذاری جهت احداث کارخانجات کاغذ و غیره می‌باشد.

الیاف بازیافتی یک اصطلاح عمومی است و عبارت است از الیافی که به هر صورت (بازیافت کاغذهای باطله، بازگشت خرده کاغذهای فرایندی^۱ و غیره)، دوباره در چرخه تولید محصولات سلولزی قرار می‌گیرند. این الیاف سلولزی همانند الیاف بکر مراحل مختلفی مانند پالایش، پرس، خشک کردن، تبدیل و غیره را پشت سر گذاشته و انواع محصولات کاغذی از آنها تهیه می‌شوند (جهان لتیباری و همکاران، ۱۳۸۶).

در میان کاغذهای مورد استفاده در صنعت بازیافت، کاغذهای چاپ و تحریر (شکل ۱-۱) از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند و همچنین استفاده مجدد از آنها در فرآیند تولید توانسته با وجود مشکلات بسیار بالا در فرایند تولید، میل به استفاده از الیاف بازیافتی را در صنعت گران بازیافت کاغذ بالا ببرد.



شکل ۱-۱ انبار کاغذهای باطله چاپ و تحریر

میزان رشد ظرفیت تولید و مصرف سالانه مجموع انواع کاغذهای حاصل از الیاف بازیافتی نسبت به انواع مواد اولیه دیگر بیشتر می‌باشد (FAO، ۲۰۱۱). جدول ۱-۲ رشد و افزایش ظرفیت تولید کاغذهای حاصل از الیاف بازیافتی در مناطق مختلف جهان نشان می‌دهد که در آن بیشترین میزان تولید الیاف

¹ Broke



بازیافتی مربوط به آسیا به میزان ۸۹۹۵۰۰۰ میلیون تن (سال ۲۰۱۱) و بعد از آن مربوط به جامعه اروپایی با ۵۵۲۳۹۰۰ میلیون تن (۲۰۱۱) می‌باشد (FAO، ۲۰۱۱).

جدول ۱-۱ تولید و مصرف انواع محصولات کاغذ بازیافتی (FAO، ۲۰۱۱)

منطقه	تولید انواع محصولات کاغذ بازیافتی (۱۰۰۰ میلیون تن)					مصرف انواع محصولات کاغذ بازیافتی (۱۰۰۰ میلیون تن)				
	۲۰۰۷	۲۰۰۸	۲۰۰۹	۲۰۱۰	۲۰۱۱	۲۰۰۷	۲۰۰۸	۲۰۰۹	۲۰۱۰	۲۰۱۱
جهان	۹۴۵۰۴	۱۹۹۱۶۲	۲۰۰۰۶۵	۲۰۷۸۱۹	۲۱۰۶۸۱	۱۹۳۳۹۶	۱۹۷۷۶۶	۱۹۶۸۷۳	۲۰۵۹۹۱	۲۰۷۶۴۸
آفریقا	۱۵۵۷	۱۵۵۷	۱۶۴۹	۱۷۲۴	۱۷۲۴	۱۵۷۲	۱۵۶۸	۱۶۴۴	۱۶۲۲	۱۵۹۳
آمریکای شمالی	۵۰۶۱۲	۵۰۰۳۶	۴۹۰۷۰	۵۰۳۱۷	۵۰۱۵۷	۳۳۹۳۰	۳۲۹۲۷	۲۹۹۲۳	۳۱۳۴۱	۲۸۷۷۲
آسیا	۷۱۰۵۵	۷۶۱۵۴	۸۱۹۱۰	۸۶۶۵۸	۸۹۹۵۰	۹۵۳۵۰	۱۰۲۶۳۲	۱۰۹۹۴۶	۱۱۲۲۷۱	۱۱۸۳۱۵
اروپا	۵۷۸۹۵	۵۷۱۲۸	۵۴۴۴۸	۵۵۷۲۸	۵۵۲۳۹	۴۸۳۹۴	۴۶۳۱۳	۴۲۴۸۴	۴۷۵۲۸	۴۵۸۱۶
ایران	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۷۹	۷۹	۷۹	۴۲	۴۲

۳-۱ پایانه تر

در واقع تولید کاغذ شامل دو مرحله اصلی می‌باشد که به پایانه تر و پایانه خشک معروف است. در سالها قبل بر روی گسترش فناوری پایانه تر کاغذسازی در خصوص مخلوط کردن مواد افزودنی و مواد شیمیایی در هداکس سرمایه‌گذاری‌های زیادی صورت گرفته است. این مواد شیمیایی با اهداف مختلفی مورد استفاده قرار می‌گیرند، ولی حجم زیادی از این افزودنی‌ها بیشتر به عنوان مواد مقاومت خشک و تر، کمک نگهدارنده نرمه و پرکننده و آبگیری از خمیر کاغذ استفاده می‌شوند (رحمانی‌نیا و همکاران، ۱۳۸۷؛ همزه و رستم‌پور، ۱۳۸۷؛ Au و Thorn، ۲۰۰۹).

۱-۳-۱ آبگیری، ماندگاری کل نرمه و مقاومت‌های کاغذ بازیافتی

امروزه به دنبال افزایش سرعت ماشین کاغذ و اهمیت مسائل زیست محیطی در کنار آن، تقاضا برای تحقیق در زمینه استفاده از کمک نگهدارنده‌ها، آبگیری از خمیر کاغذ و مقاومت در کاغذهای حاصل جهت

تولید انواع محصولات کاغذی (بخصوص در صنعت بازیافت) را افزایش داده است. مواد شیمیایی مورد استفاده جهت آبگیری و ماندگاری نرمه می‌توانند دغدغه‌های بسیاری از کاغذسازان را رفع نمایند که از جمله آنها می‌توان به موارد زیر اشاره نمود که عبارتند (عزیزی و همکاران، ۱۳۹۲؛ همزه و رستم‌پور، ۱۳۸۷؛ Au و Thorn، ۲۰۰۹).

- افزایش ماندگاری نرمه کل در اولین گذر
- بهبود آبگیری در روی توری و در نتیجه بهبود کارایی در بخش پرس
- شکل‌گیری ورقه کاغذ مناسب
- نرخ تولید مناسب
- افزایش کارایی تولید (کاهش هزینه‌های مواد خام، کاهش هزینه خشک‌کردن، جریان پذیری بهتر، کاهش هزینه مواد شیمیایی و غیره)
- افزایش کارایی مواد افزودنی
- بهبود کارایی پایدار و ثابت در تمام درجه‌ها و وضعیت‌ها جهت تولید کاغذ
- بهبود ویژگی‌های ساختاری (گراماژ، دانسیته، شکل‌گیری، تخلخل و غیره)
- بهبود ویژگی‌های مکانیکی (مقاومت‌ها)
- بهبود ویژگی‌های ظاهری (ماتی، روشنی، رنگ و غیره)
- بهبود ویژگی‌های مربوط به مقاومت در مقابل عوامل بیرونی (مانند آب)
- بهبود ویژگی‌های مرتبط بادوام کاغذ (مانند برگشت رنگ و غیره)

۱-۳-۲ تشکیل فلاک (دلمه)

کلمه فلاک^۱ (دلمه) به معنای دسته‌ای از الیاف و یا الیاف و نرمه‌ها می‌باشد که در سوسپانسیون خمیر کاغذ معلق است. همان‌طور که می‌دانیم فناوری ساخت کاغذ در فاز آبی، به همراه تلاطم سوسپانسیون خمیر کاغذ انجام می‌گیرد. درگیر شدن الیاف در فاز آبی سبب به وجود آمدن فلاک می‌شود که به دلایلی

¹ Flocculation