

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

١١٠٨١٢

۸۷/۱۱۰۷۶۴۶

۸۸/۱۲۲



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

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

عنوان:

بررسی مقایسه ای اثرات پالایش جدا و مخلوط خمیرهای کاغذ شیمیایی - مکانیکی ممرز و الیاف بلند
وارداتی بر ویژگی های کاغذ

پژوهش و نگارش:

میثم علی آبادی

اساتید راهنما:

دکتر سید ضیاءالدین حسینی - دکتر علی قاسمیان

استاد مشاور:

دکتر احمد رضا سرائیان

۱۳۸۸ / ۱ / ۱۸

زمستان ۸۷

۱۱۰۵۱۴



فرم شماره ۴ آئین نامه کارشناسی ارشد

مدیر محترم گروه آموزشی

(معاون آموزشی و تحصیلات تکمیلی)

بدینوسیله اعلام می دارد جلسه دفاعیه پایان نامه کارشناسی ارشد آقای میثم علی آبادی

به شماره دانشجویی ۸۵۲۳۱۲۳۵۰۶ رشته صنایع خمیر و کاغذ با عنوان " بررسی مقایسه ای اثرات پالایش جدا و مخلوط خمیرهای کاغذ شیمیایی - مکانیکی ممرز و الیاف بلند وارداتی بر ویژگیهای کاغذ " با حضور اعضای هیأت داوران در تاریخ ۱۳۸۷/۱۰/۰۱ ساعت ۱۳/۳۰ الی ۱۵/۰۰ در محل تالار مهندس خاوری به شرح ذیل با نمره ۱۹۱- با حروف **نور** پذیرفته شد.

اعضای هیأت داوران:

نام و نام خانوادگی:

امضاء

۱- استاد راهنما

دکتر سید ضیاءالدین حسینی

۳- استاد راهنما

دکتر علی قاسمیان

۴- استادمشاور

دکتر احمدرضا سرائیان

۵- عضو هیأت داوران

دکتر حسین رسالتی

۶- عضو هیأت داوران

دکتر محمدرضا دهقانی

۷- نماینده تحصیلات تکمیلی دانشگاه

دکتر داوود آزادفر

کان : خیابان شهید بهشتی

دوق پستی : ۳۸۶

ن : ۲۲۲۹۹۰۱

ر : ۲۲۵۱۷۰۳

E.m

Guasnr@gau.ac

ز تلفن : ۲۲۲۴۸۲۷

۲۲۲۰۳۲

این پایان نامه با حمایت مالی حوزه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی
و منابع طبیعی کرگان انجام شده است.

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (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 می شود، بنابراین بمنظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می شوند:

۱- قبل از چاپ پایان نامه (رساله) خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به مدیریت تحصیلات تکمیلی دانشگاه اطلاع 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 میثم علی آبادی دانشجوی رشته صنایع خمیر و کاغذ مقطع کارشناسی ارشد تعهدات فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده و به آن ملتزم می شوم.

امضاء: میثم علی آبادی
۱۳۹۸/۱۰/۸

تقدیم به



پدر و مادر عزیزم

تقدیر و تشکر

اکنون که با استعانت از درگاه پروردگار منان، گامی دیگر از زندگی ام را پشت سر نهادم با خضوع تمام بر خود لازم می دانم مراتب سپاس و قدردانی صمیمانه خویش را تقدیم همه کسانی کنم که در طی این مدت مرا یاری نمودند.

از خواهران و برادران خوب و مهربانم که همواره پشتیبان من بوده اند، کمال تشکر و قدردانی را دارم. از جناب آقای دکتر سید ضیاءالدین حسینی، استاد علم و اخلاق که افتخار شاگردی ایشان را دارم و در طول انجام این تحقیق از راهنمایی های بی دریغ و سودمند ایشان استفاده نمودم، نهایت تشکر را دارم. از جناب آقای دکتر علی قاسمیان به خاطر تمام راهنمایی ها و مساعدت های بی دریغ و ارزشمندشان در طی مراحل انجام و تدوین پایان نامه نهایت تشکر و امتنان را دارم. از جناب آقای دکتر احمدرضا سرائیان که زحمت مشاوره اینجانب را تقبل نمودند و راهنمایی های ارزنده ای ارائه نمودند، سپاسگزاری می نمایم.

از جناب آقای دکتر محمدرضا دهقانی که زحمت داوری این پایان نامه را داشتند و موجبات بهبودی آن را فراهم نمودند، تشکر می نمایم.

از جناب آقای دکتر حسین رسالتی که برای من الگوی علم و اخلاق هستند و زحمت داوری این پایان نامه را داشتند، کمال تشکر را دارم.

از جناب آقای دکتر داود آزادفر که به عنوان نماینده تحصیلات تکمیلی موجبات بهبودی این پایان نامه را فراهم آوردند، قدردانی می نمایم.

از کلیه کارکنان آزمایشگاه دانشکده جنگلداری و فناوری چوب، آقایان زاهدی و رضایی نژاد و به ویژه سرکار خانم حسین خانی تشکر می نمایم.

در نهایت از کلیه دوستان عزیزم، آقایان مهندس میرزاییگی، روشناسان، خلیلی، هاشمی، غفاری، محمودکیا، جهان تاب، مرادی زاده فرد، شعبانی، اکبریور، شالویی، کامرانی، شهریاری و دیگر عزیزانی که به نحوی مرا کمک نمودند، کمال تشکر و قدردانی را دارم.

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی اثرات پالایش جداگانه و مخلوط خمیرهای CMP داخلی ممرز و الیاف بلند وارداتی بر ویژگی های کاغذهای تهیه شده از آنها در دو حالت انجام شد. در فاز اول این بررسی خمیر CMP ممرز با ۴ دور پالایش ۱۰۰۰، ۱۲۰۰۰، ۱۴۰۰۰ و ۱۵۵۰۰ برای رسیدن به درجه روانی بین ۲۵۰ تا ۴۰۰ CSF و خمیر الیاف بلند با ۴ دور پالایش ۳۵۰۰، ۵۵۰۰، ۷۰۰۰ و ۸۰۰۰ برای رسیدن به درجه روانی بین ۴۰۰ تا ۶۰۰ CSF به صورت جداگانه توسط دستگاه PFI پالایش شدند. سپس خمیرهای یاد شده حاصل از دوره های پالایش (۱۰۰۰ و ۳۵۰۰)، (۱۲۰۰۰ و ۵۵۰۰)، (۱۴۰۰۰ و ۷۰۰۰) و (۱۵۵۰۰ و ۸۰۰۰) با دو نسبت ۲۰/۸۰ و ۱۵/۸۵ به ترتیب برای خمیر CMP ممرز و الیاف بلند وارداتی با هم مخلوط شده و از هر کدام مقدار کافی کاغذ دست ساز ساخته شده و ویژگی های آنها اندازه گیری شد. در فاز دوم مقادیر میانگین درجه روانی هر یک از مخلوط های یاد شده در فاز اول اندازه گیری شده و سپس با پالایش هر یک از مخلوط های فوق به درجه روانی محاسبه شده رسانده شدند. دوره های پالایش استفاده شده در این مرحله برای رسیدن به مقادیر اندازه گیری شده، به ترتیب ۵۵۰۰، ۷۰۰۰، ۸۰۰۰ و ۹۵۰۰ دور بود. از هر یک از مخلوط های حاصل، کاغذهای دست ساز ساخته شده و ویژگی های آنها اندازه گیری شد. جهت مقایسه نتایج حاصل از کاغذهای حاصل از هر تیمار پالایش جداگانه و مخلوط خمیرها از آزمون تجزیه واریانس و برای مقایسه ویژگی های پالایش جداگانه و مخلوط خمیرها از آزمون T استفاده شد. نتایج حاصل نشان داد که با افزایش دوره های پالایش در هر دو پالایش جداگانه و مخلوط و با هر دو نسبت اختلاط، بر تمام مقاومت ها به جز مقاومت به پاره شدن افزوده شده است. همچنین روشنی کاغذها افزایش و ماتی آنها کاهش یافتند. آزمون تجزیه واریانس نیز نشان داد که بین دوره های مختلف پالایش اختلاف معنی داری وجود دارد. نتایج به دست آمده از پالایش مخلوط خمیرها نشان داد که مقاومت های کاغذهای ساخته شده از آنها به جز مقاومت به پاره شدن، کمتر از کاغذهای دست ساز حاصل از پالایش جداگانه خمیرها بود. اما آزمون T نشان داد که بین آنها تفاوت معنی داری وجود ندارد. همچنین بین روشنی و ماتی آنها نیز تفاوت معنی داری وجود نداشت. در هر دو پالایش جداگانه و مخلوط، نسبت اختلاط ۲۰/۸۰ مقاومت های بیشتری را نسبت به اختلاط ۱۵/۸۵ داشتند، همچنین روشنی آنها افزایش و ماتی آنها کاهش داشت. آزمون تجزیه واریانس نیز نشان داد که اختلاف بین دو نسبت اختلاط در تمام ویژگی ها معنی دار است.

واژه های کلیدی: خمیر CMP ممرز، خمیر الیاف بلند، پالایش جدا، پالایش مخلوط، ویژگی های کاغذ.

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه و کلیات

صفحه	عنوان
۱	۱-۱ مقدمه.....
۱	۲-۱ کلیات.....
۱	۱-۲-۱ چگونگی عمل پالایش.....
۲	۲-۲-۱ اثرات پالایش.....
۲	۱-۲-۲-۱ اثرات اولیه پالایش.....
۲	۲-۲-۲-۱ برس زنی الیاف (سایش الیاف).....
۲	۳-۲-۲-۱ برش الیاف.....
۲	۴-۲-۲-۱ آگیری.....
۲	۵-۲-۲-۱ اثرات ثانویه پالایش.....
۳	۳-۲-۱ متغیرهای پالایش.....
۳	۴-۲-۱ تئوری پالایش.....
۴	۵-۲-۱ انواع پالاینده ها.....
۵	۶-۲-۱ اثر پالایش بر خواص خمیر و کاغذ.....
۵	۷-۲-۱ پالاینده آزمایشگاهی PFI.....
۵	۸-۲-۱ مواد اولیه مورد استفاده شده در این پژوهش.....
۵	۱-۸-۲-۱ ممرز.....
۶	۱-۱-۸-۲-۱ مشخصات عمومی و خواص ماکروسکوپی.....
۶	۲-۱-۸-۲-۱ کاربردها.....
۷	۲-۸-۲-۱ خمیر الیاف بلند وارداتی.....
۷	۹-۲-۱ هدف از انجام این تحقیق.....

فصل دوم: سابقه تحقیق

۲- سابقه تحقیق..... ۹

فصل سوم: مواد و روش ها

۱-۳ تهیه مواد اولیه..... ۱۴

۲-۳ تهیه خمیر شیمیایی - مکانیکی ممرز (CMP)..... ۱۴

۱-۲-۳ پخت چیپس ها..... ۱۴

۲-۲-۳ باز کردن الیاف چیپس های پخته شده..... ۱۵

۳-۲-۳ جدا سازی الیاف..... ۱۵

۴-۲-۳ غربال خمیر..... ۱۵

۳-۳ آماده کردن خمیر الیاف بلند وارداتی..... ۱۶

۴-۳ تعیین درجه روانی اولیه خمیرها..... ۱۶

۵-۳ پالایش خمیر..... ۱۷

۱-۵-۳ فاز اول (پالایش جداگانه خمیرها)..... ۱۷

۲-۵-۳ فاز دوم (پالایش مخلوط خمیرها)..... ۱۷

۶-۳ ساخت کاغذ دست ساز..... ۱۸

۷-۳ اندازه گیری ویژگی های کاغذهای دست ساز..... ۱۸

۱-۷-۳ ویژگی های فیزیکی..... ۱۸

۱-۱-۷-۳ وزن پایه..... ۱۸

۲-۱-۷-۳ ضخامت..... ۱۹

۳-۱-۷-۳ دانسیته..... ۱۹

۲-۷-۳ ویژگی های مکانیکی..... ۲۰

۱-۲-۷-۳ مقاومت به پاره شدن..... ۲۰

۲-۲-۷-۳ مقاومت به کشش..... ۲۱

۳-۲-۷-۳ مقاومت به ترکیدن..... ۲۱

۲۲	..... مقاومت به تا خوردن ۴-۲-۷-۳
۲۳	..... ویژگی های نوری ۳-۷-۳
۲۳	..... روشنی ۱-۳-۷-۳
۲۳	..... ماتی ۲-۳-۶-۳
۲۴	..... تجزیه و تحلیل آماری ۸-۳
۲۴	..... معادلات نرمال سازی ۱-۸-۳

فصل چهارم: نتایج

۲۵	..... ۱-۴ فاز اول : پالایش جداگانه خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند وارداتی
۲۵	..... ۱-۱-۴ درجه روانی
۲۵	..... ۱-۱-۱-۴ درجه روانی خمیر CMP ممرز
۲۶	..... ۲-۱-۱-۴ درجه روانی خمیر الیاف بلند
۲۷	..... ۲-۱-۴ ویژگی های فیزیکی
۲۷	..... ۱-۲-۱-۴ وزن پایه
۲۷	..... ۱-۲-۱-۴ وزن پایه کاغذ های حاصل از پالایش جداگانه خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند
۲۸	..... ۲-۲-۱-۴ ضخامت
۲۸	..... ۱-۲-۲-۱-۴ ضخامت کاغذهای حاصل از پالایش جداگانه خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند وارداتی
۳۲	..... ۳-۲-۱-۴ دانسیته
۳۲	..... ۱-۳-۲-۱-۴ دانسیته کاغذهای حاصل از پالایش جداگانه خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند
۳۶	..... ۳-۱-۴ مقاومت های مکانیکی
۳۶	..... ۱-۳-۱-۴ مقاومت به پاره شدن
۳۷	..... ۱-۱-۳-۱-۴ مقاومت به پاره شدن کاغذهای حاصل از پالایش جداگانه خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند
۴۰	..... ۲-۳-۱-۴ مقاومت به کشش
۴۰	..... ۱-۲-۳-۱-۴ مقاومت به کشش کاغذهای حاصل از پالایش جداگانه خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند
۴۴	..... ۳-۳-۱-۴ مقاومت به ترکیدن
۴۴	..... ۱-۳-۳-۱-۴ مقاومت به ترکیدن کاغذهای حاصل از پالایش جداگانه خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند

- ۴۸-۳-۱-۴ مقاومت به تا شدن ۴۸
- ۴۸-۳-۱-۴ مقاومت به تا شدن کاغذهای حاصل از پالایش جداگانه خمیرهای CMP ممرز و ایاف بلند ۴۸
- ۴-۱-۴ ویژگی های نوری ۵۲
- ۱-۴-۱-۴ روشنی ۵۲
- ۱-۴-۱-۴ روشنی کاغذهای حاصل از پالایش جداگانه خمیرهای CMP ممرز و ایاف بلند وارداتی ۵۲
- ۲-۴-۱-۴ ماتی ۵۵
- ۱-۲-۴-۱-۴ ماتی کاغذهای حاصل از پالایش جداگانه خمیرهای CMP ممرز و ایاف بلند ۵۷
- ۵-۱-۴ معادلات نرمال سازی ۶۰
- ۱-۵-۱-۴ معادلات نرمال سازی برای انتخاب بهترین تیمار پالایش جداگانه خمیرهای CMP ممرز و ایاف بلند وارداتی ۶۰
- ۲-۴ فاز دوم : پالایش مخلوط خمیرهای CMP ممرز و ایاف بلند وارداتی ۶۳
- ۱-۲-۴ درجه روانی مخلوط خمیرها ۶۳
- ۲-۲-۴ دوره های پالایش مورد نیاز برای رسیدن به درجه روانی مخلوط خمیرها ۶۳
- ۳-۲-۴ ویژگی های فیزیکی ۶۴
- ۱-۳-۲-۴ وزن پایه کاغذهای حاصل از پالایش مخلوط خمیرهای CMP ممرز و ایاف بلند ۶۴
- ۲-۳-۲-۴ ضخامت کاغذهای حاصل از پالایش مخلوط خمیرهای CMP ممرز و ایاف بلند ۶۵
- ۱-۲-۳-۲-۴ مقایسه ضخامت کاغذهای حاصل از پالایش جدا و مخلوط ۶۸
- ۳-۳-۲-۴ دانسیته کاغذهای حاصل از پالایش مخلوط خمیرها خمیرهای CMP ممرز و ایاف بلند ۶۹
- ۱-۳-۳-۲-۴ مقایسه دانسیته کاغذهای حاصل از پالایش جدا و مخلوط ۷۲
- ۴-۲-۴ ویژگی های مکانیکی ۷۳
- ۱-۴-۲-۴ مقاومت به پاره شدن کاغذهای حاصل از پالایش مخلوط خمیرهای CMP ممرز و ایاف بلند ۷۳
- ۱-۱-۴-۲-۴ مقایسه مقاومت به پاره شدن کاغذهای حاصل از پالایش جدا و مخلوط ۷۶
- ۲-۴-۲-۴ مقاومت به کشش کاغذهای حاصل از پالایش مخلوط خمیرهای CMP ممرز و ایاف بلند ۷۷
- ۱-۲-۴-۲-۴ مقایسه مقاومت به کشش کاغذهای حاصل از پالایش جدا و مخلوط ۸۱
- ۳-۴-۲-۴ مقاومت به ترکیدن کاغذهای حاصل از پالایش مخلوط خمیرهای CMP ممرز و ایاف بلند ۸۲
- ۱-۳-۴-۲-۴ مقایسه مقاومت به ترکیدن کاغذهای حاصل از پالایش جدا و مخلوط ۸۵

- ۴-۴-۲-۴ مقاومت به تا شدن کاغذهای حاصل از پالایش مخلوط ۸۶
- ۴-۴-۲-۴ مقایسه مقاومت به تا شدن کاغذهای حاصل از پالایش جدا و مخلوط ۸۹
- ۴-۲-۵ ویژگی های نوری ۹۰
- ۴-۲-۵-۱ روشنی کاغذهای حاصل از پالایش مخلوط خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند ۹۰
- ۴-۲-۵-۱-۱ مقایسه روشنی کاغذهای حاصل از پالایش جدا و مخلوط ۹۴
- ۴-۲-۵-۲ ماتی کاغذهای حاصل از پالایش مخلوط خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند وارداتی ۹۵
- ۴-۲-۵-۱-۲ مقایسه ماتی کاغذهای حاصل از پالایش جدا و مخلوط ۹۸
- ۴-۲-۵ معادلات نرمال سازی برای انتخاب بهترین تیمار پالایش مخلوط ۹۹

فصل پنجم: بحث و نتیجه گیری

- ۵-۱ تأثیر پالایش جدا و مخلوط بر درجه روانی خمیرها ۱۰۲
- ۵-۲ تأثیر درصد اختلاط و پالایش جدا و مخلوط بر ویژگی های فیزیکی کاغذها ۱۰۲
- ۵-۲-۱ ضخامت و دانسیته ۱۰۲
- ۵-۳ تأثیر درصد اختلاط و پالایش جدا و مخلوط بر ویژگی های مکانیکی کاغذها ۱۰۳
- ۵-۳-۲ مقاومت به کشش ۱۰۴
- ۵-۳-۳ مقاومت به ترکیدن ۱۰۵
- ۵-۳-۴ مقاومت به تا شدن ۱۰۵
- ۵-۴ تأثیر درصد اختلاط و پالایش جدا و مخلوط بر ویژگی های نوری ۱۰۶
- ۵-۴-۱ روشنی ۱۰۶
- ۵-۴-۲ ماتی ۱۰۶

فهرست جدول ها

- جدول ۱-۳ شرایط مختلف تهیه خمیر کاغذ با روش شیمیایی- مکانیکی با استفاده از سولفیت سدیم..... ۱۵
- جدول ۱-۴ درجه روانی خمیر CMP ممرز قبل و بعد از پالایش..... ۲۵
- جدول ۲-۴ درجه روانی خمیر الیاف بلند قبل و بعد از پالایش..... ۲۶
- جدول ۳-۴ وزن پایه (g/m^2) کاغذ های حاصل از پالایش جداگانه خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند با نسبت ۸۰ به ۲۰..... ۲۷
- جدول ۴-۴ وزن پایه (g/m^2) کاغذ های حاصل از پالایش جداگانه خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند با نسبت ۸۰ به ۲۰..... ۲۸
- جدول ۵-۴ مقادیر ضخامت ($m\mu$) کاغذهای حاصل از پالایش جداگانه خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند با نسبت ۸۰ به ۲۰..... ۲۹
- جدول ۶-۴ مقادیر ضخامت ($m\mu$) کاغذهای حاصل از پالایش جداگانه خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند با نسبت ۸۵ به ۱۵..... ۲۹
- جدول ۷-۴ آزمون تجزیه واریانس ضخامت کاغذهای حاصل از پالایش جداگانه خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند وارداتی..... ۳۰
- جدول ۸-۴ آزمون دانکن ضخامت کاغذهای حاصل از پالایش جداگانه خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند وارداتی..... ۳۰
- جدول ۹-۴ مقادیر دانسیته (g/cm^3) کاغذهای حاصل از پالایش جداگانه خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند وارداتی با نسبت ۸۰ به ۲۰..... ۳۳
- جدول ۱۰-۴ مقادیر دانسیته (g/cm^3) کاغذهای حاصل از پالایش جداگانه خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند وارداتی با نسبت ۸۵ به ۱۵..... ۳۳
- جدول ۱۱-۴ آزمون تجزیه واریانس دانسیته کاغذهای حاصل از پالایش جداگانه خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند وارداتی..... ۳۴
- جدول ۱۲-۴ آزمون دانکن دانسیته کاغذهای حاصل از پالایش جداگانه خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند وارداتی..... ۳۴
- جدول ۱۳-۴ مقادیر اندیس مقاومت به پاره شدن (mNm^2/g) کاغذهای حاصل از پالایش جداگانه خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند وارداتی با نسبت ۸۰ به ۲۰..... ۳۷

- جدول ۴-۱۴ مقادیر اندس مقاومت به پاره شدن (mNm^2/g) کاغذهای حاصل از پالایش جداگانه خمیرهای CMP
 ممرز و الیاف بلند وارداتی با نسبت ۸۵ به ۱۵ ۳۷
- جدول ۴-۱۵ آزمون تجزیه واریانس اندیس مقاومت به پاره شدن کاغذهای حاصل از پالایش جداگانه خمیرهای
 CMP ممرز و الیاف بلند وارداتی ۳۸
- جدول ۴-۱۶ آزمون دانکن اندیس مقاومت به پاره شدن کاغذهای حاصل از پالایش جداگانه خمیرهای CMP
 ممرز و الیاف بلند وارداتی ۳۸
- جدول ۴-۱۷ مقادیر اندیس مقاومت به کشش (Nm/g) کاغذهای حاصل از پالایش جداگانه خمیرهای CMP
 ممرز و الیاف بلند وارداتی با نسبت ۸۰ به ۲۰ ۴۱
- جدول ۴-۱۸ مقادیر اندیس مقاومت به کشش (Nm/g) کاغذهای حاصل از پالایش جداگانه خمیرهای CMP
 ممرز و الیاف بلند وارداتی با نسبت ۸۵ به ۱۵ ۴۱
- جدول ۴-۱۹ آزمون تجزیه واریانس اندیس مقاومت به کشش کاغذهای حاصل از پالایش جداگانه خمیرهای CMP
 ممرز و الیاف بلند وارداتی ۴۲
- جدول ۴-۲۰ آزمون دانکن اندیس مقاومت به کشش کاغذهای حاصل از پالایش جداگانه خمیرهای CMP ممرز و
 الیاف بلند وارداتی ۴۲
- جدول ۴-۲۱ مقادیر اندیس مقاومت به ترکیدن ($Kpa m^2/g$) کاغذهای حاصل از پالایش جداگانه خمیرهای
 CMP ممرز و الیاف بلند وارداتی با نسبت ۸۰ به ۲۰ ۴۴
- جدول ۴-۲۲ مقادیر اندیس مقاومت به ترکیدن ($Kpa m^2/g$) کاغذهای حاصل از پالایش جداگانه خمیرهای
 CMP ممرز و الیاف بلند وارداتی با نسبت ۸۵ به ۱۵ ۴۵
- جدول ۴-۲۳ آزمون تجزیه واریانس اندیس مقاومت به ترکیدن کاغذهای حاصل از پالایش جداگانه خمیرهای CMP
 ممرز و الیاف بلند وارداتی ۴۵
- جدول ۴-۲۴ آزمون دانکن اندیس مقاومت به ترکیدن کاغذهای حاصل از پالایش جداگانه خمیرهای CMP ممرز
 و الیاف بلند وارداتی ۴۶
- جدول ۴-۲۵ مقادیر مقاومت به تا شدن (n) کاغذهای حاصل از پالایش جداگانه خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند
 وارداتی با نسبت ۸۰ به ۲۰ ۴۸
- جدول ۴-۲۶ مقادیر مقاومت به تا شدن (n) کاغذهای حاصل از پالایش جداگانه خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند
 وارداتی با نسبت ۸۵ به ۱۵ ۴۹

- جدول ۴-۲۷ آزمون تجزیه واریانس مقاومت به تا شدن کاغذهای حاصل از پالایش جداگانه خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند وارداتی..... ۴۹
- جدول ۴-۲۸ آزمون دانکن مقاومت به تا شدن کاغذهای حاصل از پالایش جداگانه خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند وارداتی..... ۵۰
- جدول ۴-۲۹ مقادیر روشنی (درصد) کاغذهای حاصل از پالایش جداگانه خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند وارداتی با نسبت ۸۰ به ۲۰..... ۵۲
- جدول ۴-۳۰ مقادیر روشنی (درصد) کاغذهای حاصل از پالایش جداگانه خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند وارداتی با نسبت ۸۵ به ۱۵..... ۵۳
- جدول ۴-۳۱ آزمون تجزیه واریانس روشنی کاغذهای حاصل از پالایش جدا ی خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند وارداتی..... ۵۳
- جدول ۴-۳۲ آزمون دانکن روشنی کاغذهای حاصل از پالایش جداگانه خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند وارداتی..... ۵۴
- جدول ۴-۳۳ مقادیر ماتی (درصد) کاغذهای حاصل از پالایش جداگانه خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند وارداتی با نسبت ۸۰ به ۲۰..... ۵۷
- جدول ۴-۳۴ مقادیر ماتی (درصد) کاغذهای حاصل از پالایش جداگانه خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند وارداتی با نسبت ۸۵ به ۱۵..... ۵۷
- جدول ۴-۳۵ آزمون تجزیه واریانس ماتی کاغذهای حاصل از پالایش جدا ی خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند وارداتی..... ۵۸
- جدول ۴-۳۶ آزمون دانکن ماتی کاغذهای حاصل از پالایش جدای خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند وارداتی..... ۵۸
- جدول ۴-۳۷ درصد اهمیت ویژگی های نوری و مکانیکی در معادلات نرمال سازی کاغذهای حاصل از پالایش جداگانه خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند وارداتی..... ۶۰
- جدول ۴-۳۸ میانگین نتایج ویژگی های نوری و مکانیکی کاغذهای حاصل از پالایش جداگانه خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند وارداتی..... ۶۱
- جدول ۴-۳۹ رتبه بندی کاغذهای دست ساز حاصل از پالایش جداگانه خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند وارداتی بر اساس داده های حاصل از آزمایشات..... ۶۲
- جدول ۴-۴۰ درجه روانی مخلوط خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند وارداتی..... ۶۳

- جدول ۴-۴۱ دوره‌های پالایش مورد نیاز برای رسیدن به درجه روانی مخلوط خمیرها..... ۶۳
- جدول ۴-۴۲ وزن پایه (g/m^2) کاغذهای حاصل از پالایش مخلوط خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند با نسبت ۸۰ به ۲۰..... ۶۴
- جدول ۴-۴۳ وزن پایه (g/m^2) کاغذهای حاصل از پالایش مخلوط خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند با نسبت ۸۵ به ۱۵..... ۶۴
- جدول ۴-۴۴ مقادیر ضخامت ($m\mu$) کاغذهای حاصل از پالایش مخلوط با نسبت ۸۰ به ۲۰..... ۶۵
- جدول ۴-۴۵ مقادیر ضخامت ($m\mu$) کاغذهای حاصل از پالایش مخلوط با نسبت ۸۵ به ۱۵..... ۶۵
- جدول ۴-۴۶ آزمون تجزیه واریانس ضخامت کاغذهای حاصل از پالایش مخلوط خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند..... ۶۶
- جدول ۴-۴۷ آزمون دانکن ضخامت کاغذهای حاصل از پالایش مخلوط خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند..... ۶۶
- جدول (۴-۴۸) مقایسه میانگین ضخامت کاغذهای پالایش جدا و مخلوط خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند با نسبت ۸۰ به ۲۰..... ۶۸
- جدول (۴-۴۹) مقایسه میانگین ضخامت کاغذهای پالایش جدا و مخلوط خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند با نسبت ۸۵ به ۱۵..... ۶۸
- جدول ۴-۵۰ مقادیر دانسیته (g/cm^3) کاغذهای حاصل از پالایش مخلوط خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند با نسبت ۸۰ به ۲۰..... ۶۹
- جدول ۴-۵۱ مقادیر دانسیته (g/cm^3) کاغذهای حاصل از پالایش مخلوط خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند با نسبت ۸۵ به ۱۵..... ۶۹
- جدول ۴-۵۲ آزمون تجزیه واریانس دانسیته کاغذهای حاصل از پالایش مخلوط خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند..... ۷۰
- جدول ۴-۵۳ آزمون دانکن دانسیته کاغذهای حاصل از پالایش مخلوط خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند..... ۷۰
- جدول (۴-۵۴) مقایسه میانگین دانسیته کاغذهای پالایش جدا و مخلوط خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند با نسبت ۸۰ به ۲۰..... ۷۲
- جدول (۴-۵۵) مقایسه میانگین دانسیته کاغذهای پالایش جدا و مخلوط خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند با نسبت ۸۵ به ۱۵..... ۷۲

- جدول ۴-۵۶ مقادیر اندیس مقاومت به پاره شدن (mNm^2/g) کاغذهای حاصل از پالایش مخلوط خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند با نسبت ۸۰ به ۲۰..... ۷۳
- جدول ۴-۵۷ مقادیر اندیس مقاومت به پاره شدن (mNm^2/g) کاغذهای حاصل از پالایش مخلوط خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند با نسبت ۸۵ به ۱۵..... ۷۳
- جدول ۴-۵۸ آزمون تجزیه واریانس اندیس مقاومت به پاره شدن کاغذهای حاصل از پالایش مخلوط خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند..... ۷۴
- جدول ۴-۵۹ آزمون دانکن اندیس مقاومت به پاره شدن کاغذهای حاصل از پالایش مخلوط خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند..... ۷۴
- جدول (۴-۶۰) مقایسه میانگین اندیس مقاومت به پاره شدن کاغذهای پالایش جدا و مخلوط خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند با نسبت ۸۰ به ۲۰..... ۷۶
- جدول (۴-۶۱) مقایسه میانگین اندیس مقاومت به پاره شدن کاغذهای پالایش جدا و مخلوط خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند با نسبت ۸۵ به ۱۵..... ۷۷
- جدول ۴-۶۲ مقادیر اندیس مقاومت به کشش (Nm/g) کاغذهای حاصل از پالایش مخلوط خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند با نسبت ۸۰ به ۲۰..... ۷۸
- جدول ۴-۶۳ مقادیر اندیس مقاومت به کشش (Nm/g) کاغذهای حاصل از پالایش مخلوط خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند با نسبت ۸۵ به ۱۵..... ۷۸
- جدول ۴-۶۴ آزمون تجزیه واریانس اندیس مقاومت به کشش کاغذهای حاصل از پالایش مخلوط خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند..... ۷۹
- جدول ۴-۶۵ آزمون دانکن اندیس مقاومت به کشش کاغذهای حاصل از پالایش مخلوط خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند..... ۷۹
- جدول (۴-۶۶) مقایسه میانگین اندیس مقاومت به کشش کاغذهای پالایش جدا و مخلوط خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند با نسبت ۸۰ به ۲۰..... ۸۱
- جدول (۴-۶۷) مقایسه میانگین اندیس مقاومت به کشش کاغذهای پالایش جدا و مخلوط خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند با نسبت ۸۵ به ۱۵..... ۸۱
- جدول ۴-۶۸ مقادیر اندیس مقاومت به ترکیدن ($Kpa m^2/g$) کاغذهای حاصل از پالایش مخلوط خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند با نسبت ۸۰ به ۲۰..... ۸۲

- جدول ۴-۶۹ مقادیر اندیس مقاومت به ترک‌یدن ($Kpa\ m^2/g$) کاغذهای حاصل از پالایش مخلوط خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند با نسبت ۸۵ به ۱۵..... ۸۲
- جدول ۴-۷۰ آزمون تجزیه واریانس اندیس مقاومت به ترک‌یدن کاغذهای حاصل از پالایش مخلوط خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند..... ۸۳
- جدول ۴-۷۱ آزمون دانکن اندیس مقاومت به ترک‌یدن کاغذهای حاصل از پالایش مخلوط خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند..... ۸۳
- جدول (۴-۷۲) مقایسه میانگین اندیس مقاومت به ترک‌یدن کاغذهای پالایش جدا و مخلوط خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند با نسبت ۸۰ به ۲۰..... ۸۵
- جدول (۴-۷۳) مقایسه میانگین اندیس مقاومت به ترک‌یدن کاغذهای پالایش جدا و مخلوط خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند با نسبت ۸۵ به ۱۵..... ۸۵
- جدول ۴-۷۴ مقادیر مقاومت به تا شدن (n) کاغذهای حاصل از پالایش مخلوط خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند با نسبت ۸۰ به ۲۰..... ۸۶
- جدول ۴-۷۵ مقادیر مقاومت به تا شدن (n) کاغذهای حاصل از پالایش مخلوط خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند با نسبت ۸۵ به ۱۵..... ۸۷
- جدول ۴-۷۶ آزمون تجزیه واریانس مقاومت به تا شدن کاغذهای حاصل از پالایش مخلوط خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند..... ۸۷
- جدول ۴-۷۷ آزمون دانکن مقاومت به تا شدن کاغذهای حاصل از پالایش مخلوط خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند..... ۸۷
- جدول (۴-۷۸) مقایسه میانگین مقاومت به تا شدن کاغذهای پالایش جدا و مخلوط خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند با نسبت ۸۰ به ۲۰..... ۸۹
- جدول (۴-۷۹) مقایسه میانگین مقاومت به تا شدن کاغذهای پالایش جدا و مخلوط خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند با نسبت ۸۵ به ۱۵..... ۸۹
- جدول ۴-۸۰ مقادیر روشنی (درصد) کاغذهای حاصل از پالایش مخلوط خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند با نسبت ۸۰ به ۲۰..... ۹۰
- جدول ۴-۸۱ مقادیر روشنی (درصد) کاغذهای حاصل از پالایش مخلوط خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند با نسبت ۸۵ به ۱۵..... ۹۱

- جدول ۴-۸۲ آزمون تجزیه واریانس روشنی کاغذهای حاصل از پالایش مخلوط خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند
 ۹۱.....
- جدول ۴-۸۳ آزمون دانکن روشنی کاغذهای حاصل از پالایش مخلوط خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند..... ۹۲
- جدول (۴-۸۴) مقایسه میانگین روشنی کاغذهای پالایش جدا و مخلوط خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند با
 نسبت ۸۰ به ۲۰..... ۹۴
- جدول (۴-۸۵) مقایسه میانگین روشنی کاغذهای پالایش جدا و مخلوط خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند با
 نسبت ۸۵ به ۱۵..... ۹۴
- جدول ۴-۸۶ مقادیر ماتی (درصد) کاغذهای حاصل از پالایش مخلوط خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند با نسبت
 ۸۰ به ۲۰..... ۹۵
- جدول ۴-۸۷ مقادیر ماتی (درصد) کاغذهای حاصل از پالایش مخلوط خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند با نسبت
 ۸۵ به ۱۵..... ۹۵
- جدول ۴-۸۸ آزمون تجزیه واریانس ماتی کاغذهای حاصل از پالایش مخلوط خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند ۹۶
- جدول ۴-۸۹ آزمون دانکن ماتی کاغذهای حاصل از پالایش مخلوط خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند..... ۹۶
- جدول (۴-۹۰) مقایسه میانگین ماتی کاغذهای پالایش جدا و مخلوط خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند با نسبت
 ۸۰ به ۲۰..... ۹۸
- جدول (۴-۹۱) مقایسه میانگین ماتی کاغذهای پالایش جدا و مخلوط خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند با نسبت
 ۸۵ به ۱۵..... ۹۸
- جدول ۴-۹۲ درصد اهمیت ویژگی های نوری و مکانیکی در معادلات نرمال سازی کاغذهای حاصل از پالایش مخلوط
 خمیرهای CMP ممرز و الیاف بلند..... ۹۹
- جدول ۴-۹۳ میانگین نتایج ویژگی های نوری و مکانیکی کاغذهای حاصل از پالایش مخلوط خمیرهای CMP
 ممرز و الیاف بلند..... ۱۰۰
- جدول ۴-۹۴ رتبه بندی کاغذهای دست ساز حاصل از پالایش جدا بر اساس داده های حاصل از آزمایشات..... ۱۰۱