





دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرجان

دانشکده مهندسی چوب و کاغذ

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

**تولید خمیر کاغذ کرافت رنگ بری شده اکالیپتوس کاملدولنسیس و
ارزیابی تاثیر تقویت کنندگی آن بر خمیر کاغذ CMP پهن برگان**

پژوهش و نگارش

سارا کج فروش

اساتید راهنما

دکتر حسین رسالتی

دکتر علی قاسمیان

استاد مشاور

دکتر احمد رضا سرائیان

۱۳۹۰

تعهدنامه

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 رعایت موارد ذیل متعهد می شوند:

۱) قبل از چاپ پایان نامه (رساله) خود، مراتب را قبلاً بطور 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 سارا کج فروش دانشجوی صنایع خمیر و کاغذ مقطع کارشناسی ارشد تعهدات فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده و به آن ملتزم می شوم.

تقدیم بہ

پدر و مادر عزیزم

کہ ہرچہ بر خاک وجودم اینک رویدہ حاصل ایشاگرہی ہای این عزیزان است

شکر و قدردانی

با درود پاس از خالق بی‌گناه کامل مطلق است و بمن این فرصت را ارزانی داشت که با تحصیل علم، آینه‌نگار را از اندوخته آن بهره‌مند نمایم. در ادامه این راه، معرفت نفس خویش را از او خواهیم.

ساکرم خداوند بخشنده را و از دگاه ذات اقدس الهی سسکت دارم که همیشه مرا در سایه لطف و رحمت یکبارش قرار دهد. اکنون که نگارش این رساله به اتمام رسیده بر خود لازم می‌دانم که از پدر و مادر عزیزم که مشوقین اصلی بنده در تمام عرصه‌ها و ویژه عرصه علمی بودند شکر و قدردانی نمایم. بی‌شک آنچه بر خاک وجودم رسیده حاصل زحمات و ایثارگری‌های بی‌دیغ این عزیزان است. جا دارد از خواهر و برادر عزیز و دلموزم به خاطر زحمات و رابهایی صادقانه ایشان شکر نمایم.

شایسته است که از زحمات بی‌شائبه استادان ارجمندم که مقام آنان را بعد از پیامبران خوانده‌ام در این امر نظیر فانوس را بهم بودند شکر و قدردانی نمایم. شست از عنایات استاد رابه‌نمای بزرگوارم جناب دکتر حسین رسالتی که بار رابه‌نمایی‌های خردمندانه و دلموزانه بر من منت نهاده و زحمات زیادی را در راه تدوین و نگارش این پایان‌نامه متقبل شده‌اند صادقانه تقدیر و شکر می‌نمایم.

از زحمات بی‌دیغ استاد رابه‌نمای ارجمندم جناب دکتر علی قاسمیان که بار رابه‌نمایی‌های خالصانه خود را به‌کوشی مستحکماً به‌داده‌اند شکر و قدردانی به‌عمل می‌آورم. از استاد بزرگوارم جناب دکتر احمد رضا سیرامیان به خاطر مشاوره خردمندانه و ارائه‌ی شهادت ارزنده ایشان مراتب شکر خود را ابراز می‌دارم. از یارانه محترم تحصیلات تکلیفی سرکار خانم دکتر شهبانو و دوران کرامی جناب دکتر افرا که زحمت مطالعه این پایان‌نامه را تقبل نمودند و بار، بنمودهای ارزنده‌شان مرا در ارائه بهتر یاری رسانند پاسکزارم.

از زحمات و مساعدت‌های صمیمانه پرسنل محترم کارگاه و آزمایشگاه صنایع چوب و کاغذ کرگان، بخش خمیر و کاغذ: سرکار خانم مهندس حسین خانی، آقایان ملک‌شاهی، زاهدی و آقافروزی شکر و قدردانی می‌نمایم.

از بهکاری خالصانه و صمیمانه به‌کلیسی‌ها و دوستان عزیز و کرانه‌آقایان صدا و طحری جعفری، وکیلی، کیخسار، اخلاقی غنارزاده، شجاعی سرکار خانم شه‌و احمدی و تمامی به‌کلیسی‌های زحمتمش‌بنده و عزیزانی که نشان سهوا از قلم افاده صمیمانه پاسکزارم.

به امید موفقیت این عزیزان در تمامی عرصه‌ها.

در پایان این مجموعه کوچک را به سرزمینم ایران سربلند پایدار، پدر کرانه‌روماد، صبورم و خواهر و برادر عزیز و دلموزم و تمامی عزیزانی که مشوق و پشتیبانم بوده‌اند، همچنین کسانی که رحوان راه انبیا هستند تقدیم می‌کنم.

چکیده

اکالیپتوس کاملدولنسیس گونه‌ی تند رشد است که در کشور ما پراکندگی گسترده‌ای دارد و با توجه به محدودیت تامین چوب از جنگل‌های شمال، به عنوان ماده‌ی مناسب می‌تواند مطرح گردد. در این تحقیق خمیر کاغذ کرافت با شرایط: دمای پخت ۱۶۵ درجه‌ی سانتی‌گراد و زمان پخت ۴ ساعت، $L:W=6:1$ ، سولفیدته ۲۵ درصد، قلیای فعال ۲۶ درصد و $0/15$ درصد آنتراکینون، از میان پخت‌های مختلف انجام شده، انتخاب گردید که بازده نهایی آن $43/03$ درصد، عدد کاپای آن $31/3$ و درجه روشنی آن $12/8$ درصد بوده است. رنگ‌بری خمیر کرافت با توالی DED انجام گرفت که با تغییر فاکتور کاپا در این توالی و به عبارت دیگر با تغییر درصد دی‌اکسید کلر مصرفی بر پایه کلر فعال، درجه‌ی روشنی آن افزایش یافت. ویژگی‌های نوری کاغذهای دست ساز تهیه شده مورد بررسی قرار گرفت که با توجه به نتایج به دست آمده، فاکتور کاپای $0/4$ در توالی DED برای تولید کاغذهای با درجه روشنی متوسط حدود ۷۵ درصد از قبیل کتاب مدارس و مجلات مناسب می‌باشد. رنگ‌بری خمیر کرافت بر پایه‌ی دی‌اکسید کلر و در توالی‌های مختلف با استفاده از پیش تیمار اسیدی، پروکسید هیدروژن به عنوان تقویت‌کننده مرحله‌ی استخراج قلیایی و پروکسید هیدروژن به عنوان مرحله‌ی پایانی رنگ‌بری انجام شد. با توسعه‌ی لیگنین زدایی و رنگ‌بری، درجه روشنی مورد نظر برای کاغذهای چاپ و تحریر (حدود ۸۶ درصد) به دست آمد. جهت انجام مطالعات مربوطه درجه روانی حدود 450 ml, CSF برای خمیر کاغذهای رنگ‌بری شده‌ی اکالیپتوس در نظر گرفته شد. درجه روانی خمیر کاغذ الیاف بلند وارداتی حدود 450 و خمیر کاغذ CMP کارخانه چوب و کاغذ مازندران، حدود 300 ml, CSF رسانده شد. سپس از خمیر کاغذ خالص CMP و مخلوط خمیر کاغذ الیاف بلند وارداتی و خمیر کاغذ رنگ‌بری شده کاغذهای دست‌ساز ساخته شده و ویژگی‌های فیزیکی، مکانیکی و نوری آنها تعیین شد. با توجه به نتایج مربوط به رتبه‌بندی تیمارها بر اساس معادلات نرمال سازی، اختلاط‌های ۲۵ و ۳۵ درصد خمیر کاغذ اکالیپتوس رنگ‌بری شده با توالی ADEpDP به ترتیب رتبه‌های ۱ و ۳ و نیز اختلاط‌های ۱۵ و ۲۵ درصد خمیر کاغذ الیاف بلند وارداتی به ترتیب رتبه‌های ۴ و ۲، را به خود اختصاص داده‌اند. نتایج این تحقیق نشان داد که خمیر رنگ‌بری شده‌ی اکالیپتوس بهترین ویژگی‌های نوری و مقاومتی را دارا بوده و با هدف تقویت خمیر کاغذ CMP به منظور ساخت کاغذ روزنامه و کاغذ چاپ می‌تواند جایگزین خمیر الیاف بلند وارداتی شود.

کلمات کلیدی: اکالیپتوس کاملدولنسیس، خمیر کاغذ کرافت، رنگ‌بری، فاکتور کاپا، خمیر کاغذ الیاف بلند

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۲	فصل اول: مقدمه و کلیات
۲	۱-۱ مقدمه
۲	۲-۱ تاریخچه‌ی کشت اکالیپتوس
۶	۳-۱ مختصری در مورد ویژگی‌های گیاه شناسی، مورفولوژیکی و ترکیبات شیمیایی چوب اکالیپتوس
۶	۱-۳-۱ ویژگی‌های گیاه شناسی و مورفولوژیکی
۷	۲-۳-۱ ترکیب شیمیایی چوب
۸	۱-۲-۳-۱ سلولز
۹	۲-۲-۳-۱ همی سلولز
۹	۳-۲-۳-۱ لیگنین
۱۰	۴-۲-۳-۱ مواد استخراجی و ترکیبات معدنی
۱۰	۴-۱ تولید خمیر کاغذ
۱۰	۱-۴-۱ تولید خمیر کاغذ شیمیایی
۱۱	۲-۴-۱ روش اسیدی تولید خمیر کاغذ
۱۱	۳-۴-۱ روش قلیایی تولید خمیر کاغذ
۱۳	۴-۴-۱ استفاده از آنتراکینون
۱۵	۵-۴-۱ توسعه تکنولوژی تولید خمیر کاغذ
۱۸	۵-۱ رنگ‌بری
۱۹	۱-۵-۱ جنبه‌های عمومی رنگ‌بری
	۲-۵-۱ فرآیندهای رنگ‌بری بدون کلر عنصری (ECF) و رنگ‌بری بدون مصرف مواد رنگ‌بری
۲۰	کلر دار (TCF)
۲۲	۳-۵-۱ شیمی رنگ‌بری ECF
۲۳	۴-۵-۱ مزیت‌های فرآیند رنگ‌بری بدون کلر عنصری (ECF)
۲۴	۵-۵-۱ قابلیت رنگ‌بری

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۶-۱ فرضیه‌ها.....	۲۴
۷-۱ اهداف تحقیق.....	۲۵
فصل دوم: پیشینه تحقیق.....	۲۷
فصل سوم: مواد و روش‌ها.....	۵۱
۱-۳ نمونه‌برداری.....	۵۲
۲-۳ تولید خمیر کاغذ.....	۵۲
۱-۲-۳ آماده‌سازی خرده چوب.....	۵۲
۲-۱-۲-۳ تعیین درصد رطوبت خرده چوب‌ها.....	۵۲
۲-۲-۳ شرایط پخت خمیر کاغذ.....	۵۳
۱-۲-۲-۳ پخت‌های اولیه.....	۵۳
۲-۲-۲-۳ پخت اصلی، تولید خمیر کاغذ کرافت.....	۵۴
۳-۲-۲-۳ جداسازی توده های الیاف حاصل از پخت.....	۵۴
۴-۲-۲-۳ تعیین pH مایع پخت سیاه.....	۵۴
۵-۲-۲-۳ اندازه‌گیری درصد رطوبت و بازده خمیر کاغذ.....	۵۴
۶-۲-۲-۳ غربال کردن خمیر کاغذ با استفاده از دستگاه Somerville.....	۵۵
۳-۲-۳ اندازه‌گیری عدد کاپای خمیر کاغذ.....	۵۵
۳-۳ رنگ‌بری شیمیایی خمیر کاغذ.....	۵۷
۱-۳-۳ ساخت مواد رنگ‌بری.....	۵۷
۲-۳-۳ نحوه انجام رنگ‌بری.....	۵۹
۳-۳-۳ اندازه‌گیری درجه روانی خمیر کاغذ.....	۶۰
۴-۳ پالایش خمیر کاغذ.....	۶۱
۵-۳ ساخت کاغذ دست‌ساز.....	۶۱
۶-۳ تعیین ویژگی‌های فیزیکی کاغذ.....	۶۲

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۱-۶-۳ تعیین وزن پایه.....	۶۲
۲-۶-۳ ضخامت.....	۶۲
۳-۶-۳ بالک و دانسیته.....	۶۳
۷-۳ تعیین ویژگی‌های نوری کاغذ.....	۶۳
۱-۷-۳ درجه روشنی.....	۶۳
۲-۷-۳ ماتی کاغذ.....	۶۴
۳-۷-۳ زردی کاغذ.....	۶۴
۴-۷-۳ ارزیابی رنگ.....	۶۴
۸-۳ تعیین ویژگی‌های مقاومتی کاغذ.....	۶۵
۱-۸-۳ مقاومت کششی.....	۶۵
۲-۸-۳ طول پاره شدن.....	۶۵
۳-۸-۳ مقاومت به پاره شدن.....	۶۶
۴-۸-۳ مقاومت به ترکیدن.....	۶۶
۵-۸-۳ مقاومت به عبور هوا.....	۶۷
۹-۳ روش تجزیه و تحلیل آماری.....	۶۸
فصل چهارم: بحث و نتایج.....	۷۰
۱-۴ تولید خمیر کاغذ کرافت.....	۷۰
۲-۴ رنگ‌بری خمیر کاغذ با دی اکسید کلر در توالی DED.....	۷۱
۱-۲-۴ تاثیر فاکتور کاپا یا نوسانات مصرف دی اکسید کلر.....	۷۱
۲-۲-۴ تاثیر پیش تیمار اسیدی و پروکسید هیدروژن در مرحله‌ی استخراج قلیایی.....	۸۲
۳-۲-۴ تاثیر پیش تیمار اسیدی و یک مرحله رنگ‌بری پایانی پروکسید هیدروژن در توالی رنگ‌بری.....	۹۶
DE _p D.....	

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱۱۲	۳-۴ ارزیابی تاثیر تقویت‌کنندگی خمیر کاغذ رنگ‌بری شده بر خمیر کاغذ CMP پهن‌برگان
۱۱۲	۱-۳-۴ انتخاب توالی بهینه رنگ‌بری خمیر کاغذ اکالیپتوس
۱۱۳	۲-۳-۴ پالایش پذیری خمیر کاغذ
۱۱۵	۳-۳-۴ تاثیر اختلاط خمیرهای شیمیایی بر ویژگی‌های خمیر کاغذ CMP
۱۲۹	۴-۴ رتبه‌بندی تیمارهای آزمایشی به وسیله روش امتیازدهی بر اساس محاسبه معادله نرمال‌سازی
۱۳۴	فصل پنجم: ۵- نتیجه‌گیری
۱۳۴	۱-۵ تولید خمیر کاغذ کرافت
۱۳۴	۲-۵ رنگ‌بری خمیر کاغذ با توالی DED
۱۳۴	۱-۲-۵ تاثیر فاکتور کاپا یا نوسانات مصرف دی اکسید کلر
۱۳۵	۲-۲-۵ تاثیر پیش‌تیمار اسیدی و پروکسید هیدروژن در مرحله‌ی استخراج قلیایی
۱۳۵	۳-۲-۵ تاثیر پیش‌تیمار اسیدی و یک مرحله رنگ‌بری پایانی پروکسید هیدروژن در توالی رنگ‌بری DEP
۱۳۶	۳-۵ ارزیابی تاثیر تقویت‌کنندگی خمیر کاغذ رنگ‌بری شده بر خمیر کاغذ CMP پهن‌برگان
۱۳۶	۱-۳-۵ انتخاب توالی بهینه رنگ‌بری خمیر کاغذ اکالیپتوس
۱۳۶	۲-۳-۵ پالایش‌پذیری خمیر کاغذ
۱۳۷	۳-۳-۵ تاثیر اختلاط خمیرهای شیمیایی بر ویژگی‌های خمیر کاغذ CMP
۱۳۸	۴-۵ رتبه‌بندی تیمارهای آزمایشی به وسیله روش امتیازدهی بر اساس محاسبه معادله نرمال‌سازی
۱۳۹	۵-۵ پیشنهادات
۱۴۲	منابع مورد استفاده
۱۵۲	پیوست

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۱-۱ ترکیبات شیمیایی چوب (برحسب وزن خشک چوب) در پهن برگان و سوزنی برگان.....	۸
جدول ۲-۱ ترکیبات شیمیایی در برخی از گونه‌های چوب.....	۸
جدول ۳-۱ متغیرهای موثر بر پخت کرافت.....	۱۲
جدول ۴-۱ مزایا و معایب سه نوع مختلف فرآیندهای تولید خمیر کاغذ.....	۱۲
جدول ۱-۳ تعیین فاکتور F برای تصحیح درصدهای مختلف پرمگنات مصرف شده.....	۵۶
جدول ۲-۳ شرایط رنگ‌بری در توالی DED در فاکتورهای کاپای مختلف.....	۵۸
جدول ۳-۳ شرایط توالی‌های رنگ‌بری در توالی‌های مختلف با فاکتور کاپای ثابت ۰/۴.....	۵۹
جدول ۱-۴ شرایط مختلف تولید خمیر کاغذ کرافت از چوب اکالیپتوس و نتایج بازده و عدد کاپا.....	۷۰
جدول ۲-۴ میانگین بازده، عدد کاپا و pH نهایی بعد از مراحل توالی رنگ‌بری DED.....	۷۲
جدول ۳-۴ میانگین ویژگی‌های نوری خمیر کاغذ رنگ‌بری شده اکالیپتوس با توالی DED در فاکتور کاپاهای مختلف.....	۷۲
جدول ۴-۴ تاثیر پیش تیمار اسیدی و پروکسید هیدروژن در مرحله استخراج قلیایی بر ویژگی‌های نوری و مقاومتی خمیر کاغذ رنگ‌بری شده.....	۸۳
جدول ۵-۴ تاثیر پیش تیمار اسیدی و یک مرحله رنگ‌بری پایانی پروکسید هیدروژن در توالی رنگ‌بری DEpD.....	۹۸
جدول ۶-۴ پالایش‌پذیری خمیر کاغذ رنگ‌بری شده‌ی اکالیپتوس در مقایسه با خمیر کاغذ الیاف بلند و خمیر کاغذ CMP.....	۱۱۴
جدول ۷-۴ نتایج حاصل از تاثیر درصدهای مختلف اختلاط خمیر کاغذ کرافت اکالیپتوس با خمیر کاغذ CMP کارخانه در مقایسه با خمیر کاغذ الیاف بلند وارداتی.....	۱۱۶
جدول ۸-۴ کد شناسایی درجات مختلف اختلاط خمیر کاغذهای شیمیایی با خمیر کاغذ CMP.....	۱۱۷
جدول ۹-۴ الگوهای پیشنهادی.....	۱۳۰
جدول ۱۰-۴ میانگین ویژگی‌های نوری و مقاومتی.....	۱۳۰
جدول ۱۱-۴ نتایج نرمال‌سازی ویژگی‌های نوری و مقاومتی درصد مختلف خمیر کاغذهای اختلاطی.....	۱۳۱

فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل ۱-۱ ساختار گلوکورونوزایلان در پهن برگ.....	۹
شکل ۲-۱ تولید جهانی کاغذ در سال ۲۰۰۸.....	۱۳
شکل ۳-۱ تشکیل گروه‌های هگزنورونیک اسید در زایلان در طول تولید خمیر کاغذ به روش قلیایی.....	۱۶
شکل ۴-۱ محتوای گروه هگزنورونیک اسید خمیر کاغذ کرافت پهن برگ در محتوای متفاوت لیگنین.....	۱۷
شکل ۵-۱ تبدیل گروه‌های هگزنورونیک اسید به اسیدهای ۲-فوریک و فرمیک با ۵-کربوکسی-۲-فرمالدئید در اثر هیدرولیز اسیدی.....	۱۸
شکل ۶-۱ تولید جهانی خمیر کاغذ شیمیایی رنگ‌بری شده در سال‌های ۱۹۹۰-۲۰۱۰.....	۲۱
شکل ۳-۱ روش تهیه نمونه‌های آزمون تعیین ویژگی‌های فیزیکی و مقاومتی کاغذ.....	۶۸
شکل ۱-۴ تاثیر تغییرات فاکتور کاپا در کاهش عدد کاپای خمیر کاغذ رنگ‌بری شده در توالی DED.....	۷۳
شکل ۲-۴ رابطه‌ی بین بازده خمیر کاغذ رنگ‌بری شده و فاکتور کاپا یا مقدار کل دی اکسید کلر مصرفی بر پایه‌ی کلر فعال.....	۷۴
شکل ۳-۴ رابطه‌ی بین عدد کاپا و بازده خمیر کاغذ رنگ‌بری شده با استفاده از فاکتور کاپاهای مختلف.....	۷۵
شکل ۴-۴ تاثیر تغییرات فاکتور کاپا در افزایش درجه روشنی خمیر کاغذ رنگ‌بری شده با توالی DED.....	۷۶
شکل ۵-۴ تاثیر کاهش عدد کاپا خمیر کاغذ بر افزایش درجه روشنی خمیر کاغذ رنگ‌بری شده.....	۷۷
شکل ۶-۴ تاثیر تغییرات فاکتور کاپا در کاهش زردی در خمیر کاغذ رنگ‌بری شده با توالی DED.....	۷۸
شکل ۷-۴ تاثیر تغییرات فاکتور کاپا در افزایش فاکتور L خمیر کاغذ رنگ‌بری شده با توالی DED.....	۷۹
شکل ۸-۴ تاثیر تغییرات فاکتور کاپا در کاهش فاکتور a خمیر کاغذ رنگ‌بری شده با توالی DED.....	۸۰
شکل ۹-۴ تاثیر تغییرات فاکتور کاپا در کاهش فاکتور b خمیر کاغذ رنگ‌بری شده با توالی DED.....	۸۰
شکل ۱۰-۴ تاثیر تغییرات فاکتور کاپا در کاهش ماتی خمیر کاغذ رنگ‌بری شده با توالی DED.....	۸۱
شکل ۱۱-۴ تاثیر پیش تیمار اسیدی و پروکسید هیدروژن مرحله‌ی استخراج قلیایی بر کاهش عدد کاپا در توالی رنگ‌بری DED.....	۸۴
شکل ۱۲-۴ تاثیر پیش تیمار اسیدی و پروکسید هیدروژن مرحله‌ی استخراج قلیایی بر بازده خمیر کاغذ در توالی رنگ‌بری DED.....	۸۵

فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل ۴-۱۳ تاثیر پیش تیمار اسیدی و پروکسید هیدروژن مرحله‌ی استخراج قلیایی بر درجه روشنی در توالی رنگ‌بری DED.....	۸۶
شکل ۴-۱۴ تاثیر پیش تیمار اسیدی و پروکسید هیدروژن مرحله‌ی استخراج قلیایی بر زردی در توالی رنگ‌بری DED.....	۸۷
شکل ۴-۱۵ تاثیر پیش تیمار اسیدی و پروکسید هیدروژن مرحله‌ی استخراج قلیایی بر فاکتور L در توالی رنگ‌بری DED.....	۸۸
شکل ۴-۱۶ تاثیر پیش تیمار اسیدی و پروکسید هیدروژن مرحله‌ی استخراج قلیایی بر فاکتور a در توالی رنگ‌بری DED.....	۸۸
شکل ۴-۱۷ تاثیر پیش تیمار اسیدی و پروکسید هیدروژن مرحله‌ی استخراج قلیایی بر فاکتور b در توالی رنگ‌بری DED.....	۸۹
شکل ۴-۱۸ تاثیر پیش تیمار اسیدی و پروکسید هیدروژن مرحله‌ی استخراج قلیایی بر ماتی در توالی رنگ‌بری DED.....	۹۰
شکل ۴-۱۹ تاثیر پیش تیمار اسیدی و پروکسید هیدروژن مرحله‌ی استخراج قلیایی بر ضریب جذب و پاک‌نش نور در توالی رنگ‌بری DED.....	۹۱
شکل ۴-۲۰ تاثیر پیش تیمار اسیدی و پروکسید هیدروژن مرحله‌ی استخراج قلیایی بر دانسیته در توالی رنگ‌بری DED.....	۹۲
شکل ۴-۲۱ تاثیر پیش تیمار اسیدی و پروکسید هیدروژن مرحله‌ی استخراج قلیایی بر بالک در توالی رنگ‌بری DED.....	۹۲
شکل ۴-۲۲ تاثیر پیش تیمار اسیدی و پروکسید هیدروژن مرحله‌ی استخراج قلیایی بر مقاومت به عبور هوا در توالی رنگ‌بری DED.....	۹۳
شکل ۴-۲۳ تاثیر پیش تیمار اسیدی و پروکسید هیدروژن مرحله‌ی استخراج قلیایی بر مقاومت کششی در توالی رنگ‌بری DED.....	۹۵

فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل ۴-۲۴ تاثیر پیش تیمار اسیدی و پروکسید مرحله‌ی استخراج قلیایی بر مقاومت به پارگی در توالی رنگ‌بری DED.....	۹۵
شکل ۴-۲۵ تاثیر پیش تیمار اسیدی و پروکسید مرحله‌ی استخراج قلیایی بر مقاومت به ترک‌شدن در توالی رنگ‌بری DED.....	۹۶
شکل ۴-۲۶ تاثیر پیش تیمار اسیدی و پروکسید هیدروژن مرحله‌ی پایانی بر عدد کاپا در توالی رنگ‌بری DepD.....	۹۹
شکل ۴-۲۷ تاثیر پیش تیمار اسیدی و پروکسید هیدروژن مرحله‌ی پایانی بر بازده در توالی رنگ‌بری DepD.....	۱۰۰
شکل ۴-۲۸ تاثیر پیش تیمار اسیدی و پروکسید هیدروژن مرحله‌ی پایانی بر درجه روشنی در توالی رنگ‌بری DepD.....	۱۰۱
شکل ۴-۲۹ تاثیر پیش تیمار اسیدی و پروکسید هیدروژن مرحله‌ی پایانی بر زردی در توالی رنگ‌بری DepD.....	۱۰۳
شکل ۴-۳۰ تاثیر پیش تیمار اسیدی و پروکسید هیدروژن مرحله‌ی پایانی بر فاکتور L در توالی رنگ‌بری DepD.....	۱۰۴
شکل ۴-۳۱ تاثیر پیش تیمار اسیدی و پروکسید هیدروژن مرحله‌ی پایانی بر فاکتور a در توالی رنگ‌بری DEpD.....	۱۰۵
شکل ۴-۳۲ تاثیر پیش تیمار اسیدی و پروکسید هیدروژن مرحله‌ی پایانی بر فاکتور b در توالی رنگ‌بری DepD.....	۱۰۵
شکل ۴-۳۳ تاثیر پیش تیمار اسیدی و پروکسید هیدروژن مرحله‌ی پایانی بر مات‌ی در توالی رنگ‌بری DepD.....	۱۰۶
شکل ۴-۳۴ تاثیر پیش تیمار اسیدی و پروکسید هیدروژن مرحله‌ی پایانی بر ضریب جذب و پراکنش نور در توالی رنگ‌بری DepD.....	۱۰۷

فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل ۳۵-۴ تاثیر پیش تیمار اسیدی و پروکسید هیدروژن مرحله‌ی پایانی بر دانسیته در توالی رنگ‌بری DepD	۱۰۸
شکل ۳۶-۴ تاثیر پیش تیمار اسیدی و پروکسید هیدروژن مرحله‌ی پایانی بر بالک در توالی رنگ‌بری DepD	۱۰۸
شکل ۳۷-۴ تاثیر پیش تیمار اسیدی و پروکسید هیدروژن مرحله‌ی پایانی بر مقاومت به عبور هوا در توالی رنگ‌بری DEpD	۱۰۹
شکل ۳۸-۴ تاثیر پیش تیمار اسیدی و پروکسید هیدروژن مرحله‌ی پایانی بر مقاومت کششی در توالی رنگ‌بری DepD	۱۱۰
شکل ۳۹-۴ تاثیر پیش تیمار اسیدی و پروکسید هیدروژن مرحله‌ی پایانی بر مقاومت به پارگی در توالی رنگ‌بری DepD	۱۱۱
شکل ۴۰-۴ تاثیر پیش تیمار اسیدی و پروکسید هیدروژن مرحله‌ی پایانی بر مقاومت به ترک‌یدن در توالی رنگ‌بری DepD	۱۱۲
شکل ۴۱-۴ تاثیر درصدهای مختلف اختلاط خمیرکاغذهای شیمیایی بر درجه روشنی خمیر کاغذ CMP	۱۱۸
شکل ۴۲-۴ تاثیر درصدهای مختلف اختلاط خمیرکاغذهای شیمیایی بر زردی خمیرکاغذ CMP	۱۱۹
شکل ۴۳-۴ تاثیر درصدهای مختلف اختلاط خمیرکاغذهای شیمیایی بر فاکتور L خمیرکاغذ CMP	۱۲۰
شکل ۴۴-۴ تاثیر درصدهای مختلف اختلاط خمیرکاغذهای شیمیایی بر فاکتور a خمیرکاغذ CMP	۱۲۱
شکل ۴۵-۴ تاثیر درصدهای مختلف اختلاط خمیرکاغذهای شیمیایی بر فاکتور b خمیرکاغذ CMP	۱۲۱
شکل ۴۶-۴ تاثیر درصدهای مختلف اختلاط خمیرکاغذهای شیمیایی بر ماتی خمیرکاغذ CMP	۱۲۳
شکل ۴۷-۴ تاثیر درصدهای مختلف اختلاط خمیر کاغذهای شیمیایی بر ضریب جذب نور خمیرکاغذ CMP	۱۲۳
شکل ۴۸-۴ تاثیر درصدهای مختلف اختلاط خمیرکاغذهای شیمیایی بر ضریب پراکنش نور خمیر کاغذ CMP	۱۲۴

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۱۲۵	شکل ۴-۴۹ تاثیر درصدهای مختلف اختلاط خمیر کاغذهای شیمیایی بر دانسیته خمیر کاغذ CMP.....
۱۲۵	شکل ۴-۵۰ تاثیر درصدهای مختلف اختلاط خمیر کاغذهای شیمیایی بر بالک خمیر کاغذ CMP.....
۱۲۶	شکل ۴-۵۱ تاثیر درصدهای مختلف اختلاط خمیر کاغذهای شیمیایی بر مقاومت به عبور هوا خمیر کاغذ CMP.....
۱۲۷	شکل ۴-۵۲ تاثیر درصدهای مختلف اختلاط خمیر کاغذهای شیمیایی بر مقاومت کششی خمیر کاغذ CMP.....
۱۲۸	شکل ۴-۵۳ تاثیر درصدهای مختلف اختلاط خمیر کاغذهای شیمیایی بر مقاومت به پارگی خمیر کاغذ CMP.....
۱۲۹	شکل ۴-۵۴ تاثیر درصدهای مختلف اختلاط خمیر کاغذهای شیمیایی بر مقاومت به ترکیدن خمیر کاغذ CMP.....