



سپاس خدایی را که در همین نزدیکی ست...

سپاس بیکران از استاد راهنمای فرزانه و بزرگوارم جناب آقای دکتر محمدرضا دهقانی که همواره با راهنمایی‌های ارزشمند خود مرا در انجام این پایان نامه هدایت نمودند و اجرای این پایان نامه بدون راهنمایی‌ها و مساعدت‌های ایشان میسر نبود.

از اساتید مشاورم محترم جناب آقای دکتر رسالتی و دکتر مقصودلو که همیشه مورد لطف و مرحمت ایشان بوده‌ام نهایت سپاس‌گزاری را دارم.

از اساتید گران‌قدرم، جناب آقای دکتر قاسمیان و دکتر افرا که زحمت داوری این پایان نامه را بر عهده داشتند و نظرات ارزنده ایشان بر غنای این تحقیق افزود، کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از استاد بزرگوار جناب آقای دکتر کاوسی که به عنوان نماینده تحصیلات تکمیلی در جلسه دفاع حضور داشتند کمال تشکر را دارم.

از سرکار خانم مهندس حسین خانی و آقای مهندس  
حاتم کمال تشکر و سپاسگزاری را دارم.

از دوستان عزیزم خانم‌ها رحیمی، شیری، خوشنود،  
سهرابی، صدیقی، اسدی و آقایان یزدانی، کریمی،  
یوسفی، رجبی سپاسگزارم.

اندک‌تر از آن است که تقدیم شود؛

اما..... تقدیم به : پدر مهربانم

که عاطفه سرشار و گرمای امیدبخش وجودش در  
این سردترین روزگاران بهترین پشتیبان است و قلب  
بزرگش فریادرس است و سرگردانی و ترس در  
پناهش به شجاعت می‌گراید

تقدیم به مادر دلسوزم ...

که سجده‌ی ایثارش گل محبت را در وجودم پروراند  
و دامان گهربارش لحظه‌های مهربانی را به من  
آموخت و محبت‌های بی‌دریغش که هرگز فروکش  
نمی‌کند



## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	فصل اول- مقدمه و کلیات
۲	۱-۱- مقدمه.....
۳	۱-۱-۱- تعریف مسئله.....
۴	۱-۲- فرضیه ها.....
۴	۱-۳- اهداف.....
۵	۲-۱- کلیات.....
۵	۱-۲-۱- پوشش دهی.....
۶	۲-۲-۱- انواع پوشش دهی.....
۶	۳-۲-۱- ویژگی های کاغذ پایه.....
۷	۴-۲-۱- توسعه استفاده از پوشش های بیوپلیمیری.....
۸	۵-۲-۱- پروتئین گیاهی.....
۸	۱-۵-۲-۱- سویا.....
۱۰	۲-۵-۲-۱- پروتئین سویا.....
۱۱	۶-۲-۱- نرم کننده ها.....
۱۲	۱-۶-۲-۱- گلیسرین (Glycerin).....
۱۴	۲-۶-۲-۱- پلی اتیلن گلیکول.....
	فصل دوم- مرور منابع
۲۰	۱-۲- منابع مربوط به استفاده از پروتئین سویا در پوشش دهی کاغذ.....
۲۲	۲-۲- منابع مربوط به استفاده از سایر پوشش های زیستی در پوشش دهی کاغذ.....
	فصل سوم- مواد و روش ها
۲۸	۱-۳- مواد و روش ها.....
۲۸	۱-۱-۳- مواد.....

۲۸	..... آمادہ سازی محلول پوشش
۲۸	..... آمادہ سازی کاغذ پوشش داده شده
۳۰	..... اندازه گیری خواص کاغذ
۳۰	..... اندازه گیری خواص فیزیکی کاغذ
۳۰	..... تعیین وزن پوشش کاغذ
۳۰	..... تعیین ضخامت کاغذ
۳۱	..... تعیین وزن پایه کاغذ
۳۲	..... اندازه گیری خواص ممانعتی و مقاومتی کاغذ
۳۲	..... جذب آب
۳۲	..... جذب روغن
۳۳	..... مقاومت به عبور هوا
۳۴	..... اندازه گیری خواص مکانیکی کاغذ
۳۴	..... مقاومت به ترکیدن
۳۵	..... مقاومت به پارگی
۳۶	..... اندازه گیری خواص نوری کاغذ
۳۷	..... تجزیه و تحلیل داده ها
	فصل چهارم- بحث و نتایج
۴۰	..... نتایج و بحث
۴۰	..... بررسی خواص فیزیکی کاغذ
۴۰	..... وزن پوشش و وزن نمونه ها
۴۳	..... ضخامت (میلی متر)
۴۴	..... وزن پایه
۴۶	..... اندازه گیری خواص ممانعتی کاغذ
۴۶	..... جذب آب
۴۸	..... جذب روغن
۵۰	..... مقاومت به عبور هوا

۵۲	.....	۳-۱-۴- اندازه گیری خواص مکانیکی کاغذ
۵۲	.....	۱-۳-۱-۴- مقاومت به ترکیدن
۵۴	.....	۲-۳-۱-۴- مقاومت به پارگی
۵۷	.....	۴-۱-۴- اندازه گیری خواص نوری کاغذ
۵۷	.....	۱-۴-۱-۴- ماتی و شفافیت کاغذ
۵۹	.....	۲-۴-۱-۴- سفیدی کاغذ
۶۱	.....	۳-۴-۱-۴- درجه روشنی کاغذ
		فصل پنجم- نتیجه گیری و پیشنهادات
۶۶	.....	۱-۵- نتیجه گیری کلی
۶۷	.....	۲-۵- پیشنهادات
۷۰	.....	منابع



## فهرست شکل‌ها

صفحه	عنوان
۹.....	شکل ۱-۲- سویا.....
۱۳.....	شکل ۲-۲- ساختار خطی گلیسرین.....
۱۳.....	شکل ۲-۳- ساختار گلوله میله گلیسرین.....
۱۴.....	شکل ۲-۴- ساختار فضایی گلیسرین.....
۲۹.....	شکل ۳-۱- دستگاه پوشش دهی کاغذ.....
۳۰.....	شکل ۳-۲- استفاده از قاب برای خشک کردن کاغذ.....
۳۱.....	شکل ۳-۳- دستگاه اندازه گیری ضخامت کاغذ.....
۳۳.....	شکل ۳-۴- آماده سازی نمونه‌ها به منظور آزمون جذب روغن.....
۳۴.....	شکل ۳-۵- دستگاه اندازه گیری مقاومت به عبور هوا.....
۳۵.....	شکل ۳-۶- دستگاه اندازه گیری مقاومت به ترکیدن.....
۳۶.....	شکل ۳-۷- دستگاه اندازه گیری مقاومت به پارگی.....
۴۱.....	شکل ۴-۱- اثر پوشش دهی بر وزن نمونه‌ها.....
۴۴.....	شکل ۴-۲- اثر پوشش دهی بر ضخامت نمونه‌ها.....
۴۵.....	شکل ۴-۳- اثر پوشش دهی بر وزن پایه نمونه‌ها.....
۴۷.....	شکل ۴-۴- اثر پوشش دهی بر میزان جذب آب نمونه‌ها.....
۴۹.....	شکل ۴-۵- اثر پوشش دهی بر میزان جذب روغن نمونه‌ها.....
۵۲.....	شکل ۴-۶- اثر پوشش دهی بر مقاومت به عبور هوای نمونه‌ها.....
۵۴.....	شکل ۴-۷- اثر پوشش دهی بر مقاومت به ترکیدن.....
۵۶.....	شکل ۴-۸- اثر پوشش دهی بر مقاومت به پارگی.....
۵۸.....	شکل ۴-۹- اثر پوشش دهی بر ماتی کاغذ.....
۵۸.....	شکل ۴-۱۰- اثر پوشش دهی بر شفافیت کاغذ.....
۶۰.....	شکل ۴-۱۱- اثر پوشش دهی بر سفیدی کاغذ.....
۶۲.....	شکل ۴-۱۲- اثر پوشش دهی بر درجه روشنی کاغذ.....

## فهرست جدول‌ها

صفحه	عنوان
۱۰	جدول ۱-۱- ترکیبات موجود در بذر سویا.....
۴۰	جدول ۱-۴- مقادیر وزن کاغذها قبل و بعد از پوشش دهی.....
۴۲	جدول ۲-۴- مقادیر وزن پوشش کاغذها (گرم).....
۴۲	جدول ۳-۴- نتایج تجزیه آزمون آنالیز واریانس وزن پوشش.....
۴۳	جدول ۴-۴- میانگین ضخامت پنج نقطه کاغذ بدون پوشش و پوشش دهی شده.....
۴۳	جدول ۵-۴- نتایج تجزیه آزمون آنالیز واریانس ضخامت.....
۴۵	جدول ۶-۴- مقادیر وزن پایه کاغذهای بدون پوشش و پوشش دهی شده.....
۴۸	جدول ۷-۴- نتایج تجزیه آزمون آنالیز واریانس جذب آب.....
۴۹	جدول ۸-۴- تعداد لکه‌های مشاهده شده کاغذهای پوشش دهی شده بعد از ۶ ساعت.....
۵۰	جدول ۹-۴- نتایج تجزیه آزمون آنالیز واریانس جذب روغن.....
۵۱	جدول ۱۰-۴- نتایج تجزیه آزمون آنالیز واریانس مقاومت به عبور هوا.....
۵۳	جدول ۱۱-۴- نتایج تجزیه آزمون آنالیز واریانس مقاومت به ترکیدن.....
۵۵	جدول ۱۲-۴- نتایج تجزیه آزمون آنالیز واریانس مقاومت به پارگی.....
۵۹	جدول ۱۳-۴- نتایج تجزیه آزمون آنالیز واریانس ماتی.....
۵۹	جدول ۱۴-۴- نتایج تجزیه آزمون آنالیز واریانس شفافیت.....
۶۱	جدول ۱۵-۴- نتایج تجزیه آزمون آنالیز واریانس سفیدی.....
۶۳	جدول ۱۶-۴- نتایج تجزیه آزمون آنالیز واریانس درجه روشنی.....





دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان  
دانشکده مهندسی چوب و کاغذ

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

بررسی ویژگی‌های کاغذهای پوشش داده شده با پروتئین سویا

پژوهش و نگارش  
رقیه میرزایی

استاد راهنما  
دکتر محمدرضا دهقانی فیروزآبادی

اساتید مشاور  
حسین رسالتی یحیی مقصودلو

## چکیده

در این پژوهش تأثیر پوشش پروتئین سویای ایزوله شده بر ویژگی‌های سه نوع کاغذ از جمله کاغذ روزنامه، کاغذ چاپ و تحریر و مقوای کرافت مورد بررسی قرار گرفت. کاغذهای مورد استفاده در این تحقیق از کارخانه‌های چوب و کاغذ مازندران و صنایع چوب و کاغذ ایران (گیلان) تهیه شدند. برای تهیه محلول پوشش مورد نظر از پروتئین سویای ایزوله شده، آب مقطر و نیز از گلیسرول و پلی اتیلن گلیکول به عنوان نرم کننده استفاده شد. سپس با استفاده از دستگاه پوشش دهی، پوشش مورد نظر بر روی هر یک از کاغذهای ذکر شده اعمال گردید. سرعت دستگاه  $70\text{mm/s}$ ، و فشار ثابت بود. کاغذهای پوشش دهی شده در  $50^\circ\text{C}$  خشک شده و برای تعیین ویژگی‌های ممانعتی، مقاومتی و نوری مورد آزمون قرار گرفتند. نتایج نشان داد نمونه‌ها بعد از تیمار در مقابل نفوذ هوا و روغن بسیار ناتراوا می‌گردند. ممانعت به نفوذ اکسیژن در کاغذ چاپ و تحریر بیشترین و در مقوای کرافت کمترین مقدار را به خود اختصاص داد. مقاومت به جذب آب کاغذها بعد از پوشش دهی با افزایش ناچیزی همراه بود، همچنین مقاومت به ترکیدن در هر سه کاغذ افزایش یافت، بیشترین میزان افزایش مقاومت به ترکیدن در کاغذ چاپ و تحریر و کمترین میزان در مقوای کرافت مشاهده شد. مقاومت به پارگی کاغذها نیز بعد از انجام پوشش دهی کاهش یافت. در دو کاغذ چاپ و تحریر و روزنامه نیز پوشش دهی سبب افزایش شفافیت و کاهش ماتی، سفیدی و درجه روشنی شد.

**واژه‌های کلیدی:** کاغذ، پوشش دهی، پروتئین سویای ایزوله شده، خواص ممانعتی و مقاومتی

# فصل اول

## مقدمه و کلیات

فصل دوم

بررسی منابع

فصل سوم

# مواد و روش‌ها

## فصل چهارم



# نتايج و بحث

فصل اول

و.

مقدمه

کلیات

## ۱-۱- مقدمه

اهمیت کاغذ و فرآورده‌های کاغذی در زندگی نوین بر همگان آشکار شده است. هیچ فرآورده دیگری نقشی این چنین برجسته در زندگی انسان ندارد. کاغذ وسیله‌ای برای ثبت، ذخیره‌سازی و انتقال اطلاعات است. مقدار زیادی کاغذ در صنایع بسته‌بندی و کارهای ساختمانی به‌کار می‌بریم (ایزدیار، ۱۳۷۷). امروزه حدود ۸۵ میلیون تن کاغذ باطله در سطح جهان عمدتاً به‌منظور تهیه جعبه‌های بسته‌بندی به‌مصرف می‌رسد و در برخی کشورهای اروپایی حدود ۹۰٪ مقواها و کاغذهای بسته‌بندی بازیافتی هستند که حداقل ۱۵٪ این محصولات برای بسته‌بندی مواد خوراکی مورد استفاده قرار می‌گیرند. در کشور ما نیز با توجه به محدودیت منابع جنگلی و عدم توانایی منابع داخلی برای تأمین کاغذ و مقوای مورد نیاز کشور و هزینه‌های زیاد واردات این مواد، بخش عمده‌ای از نیاز مواد اولیه، به‌خصوص در مورد سلولز از طریق بازیافت تأمین می‌گردد (میرحیدری استرآبادی، ۱۳۸۶).

نیاز به عمر قفسه‌ای طولانی و بالا بردن کیفیت مواد غذایی همزمان با کاهش ضایعات ایجاد شده در بسته‌بندی منجر به ایجاد علاقه به استفاده از پلیمرهای خوراکی و تجدیدپذیر زیستی از منبع تجدیدشونده شده‌است. مواد بسته‌بندی کاغذی، کاردنی و مقوای کنگره‌ای از الیاف سلولزی‌اند که قابلیت تجدیدشوندگی زیادی دارند (سوتورنویت، ۲۰۰۹).

کاغذ نیز همانند دیگر مواد اولیه مورد استفاده در بسته‌بندی دارای مزایا و معایبی می‌باشد. از جمله مزایای کاغذ انعطاف پذیر بودن، قابلیت چاپ پذیری خوب، قابلیت شکل پذیری مناسب، قابلیت بازیافت و تجزیه سریع در محیط زیست، ممانعت کننده در برابر عوامل فساد بویژه نور و مقاومت خوب در برابر فشار، کشش و پاره شدن می‌باشد. اما معایب کاغذ نظیر عدم مقاومت نسبت به نفوذ رطوبت، گازها و روغن می‌باشد که امروزه با استفاده از پوشش‌های مناسب اصلاح شده است (صداقت، ۱۳۸۴).

برای بهبود ویژگی‌های ممانعتی، کاغذ اغلب با پوشش‌هایی از پلیمرهای مصنوعی نظیر پلی اتیلن، پلی وینیل الکل، لاتکس و فلوروکربن آمیخته می‌شود. این پلیمرها منافذ کاغذ را پر کرده و یک لایه متراکم را در سطح کاغذ تشکیل می‌دهند. متأسفانه، استفاده از این پلیمرهای مصنوعی منجر به کاهش قابلیت تجزیه پذیری زیستی کاغذ می‌گردد. پوشش‌های قابل تجزیه، به وسیله میکروارگانسیم‌ها مصرف شده و به

ترکیبات ساده تبدیل می‌شوند. در تلاش برای تولید مواد قابل تجدید و دوستدار محیط زیست از پلیمرهای قابل تجزیه زیستی به عنوان مواد پوشش دهنده سطحی روی کاغذ و مقوا استفاده می‌گردد.

### ۱-۱-۱- تعریف مسأله

امروزه، کاغذ به علت ویژگی‌هایی مثل قابلیت چاپ‌پذیری، قابلیت بازیافت و تجزیه‌پذیر بودن از نظر زیستی بیشترین استفاده را به عنوان ماده اولیه در کاربردهای بسته‌بندی دارد. کاغذ یک ماده نم‌دوست و متخلخل است و شامل یک ساختار ساخته شده از میکروفیبریل‌هاست، و نیز از مولکول‌های سلولزی زنجیر بلند در یک وضعیت کریستالی با مناطق آمورف تشکیل شده است. طبیعت آب‌دوست سلولز منجر به قرار گرفتن OH در واحد پایه سلولز (C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>5</sub>) می‌گردد و سبب ایجاد تخلخل در شبکه الیاف می‌شود و ویژگی مانع بخار آب بودن کاغذ را محدود می‌کند. همچنین خصوصیات نظیر مانع بودن در برابر گازها و مواد معطر در کاغذ ضعیف می‌گردد. در نتیجه کاغذ بسته‌بندی به آسانی آب را از محیط یا از غذا جذب کرده و مقاومت‌های مکانیکی و فیزیکی آن کاهش می‌یابد.

نگرانی‌های زیست محیطی، شامل محدودیت‌های گاز گلخانه‌ای و هزینه بالای مواد شیمیایی درآینده، مواد تجدیدشونده را به عنوان جایگزینی برای بسته‌بندی‌های مرکب از مواد مصنوعی و مانع اکسیژن نظیر همبسپارهای اتیلن-وینیل‌الکل، پلی‌آمیدها و... مورد توجه قرار داده است. و در این بین مواد ممانعت کننده تجدیدپذیر مثل انواع پروتئین‌ها و پلی‌ساکاریدها به علت درصد پیوند هیدروژنی زیاد مورد توجه قرار گرفته‌اند (گالستد و همکاران، ۲۰۰۵).

بررسی منابع مختلف نشان می‌دهد که از پروتئین‌های مختلفی در پوشش‌دهی کاغذها استفاده شده است. استفاده از پوشش‌های پروتئینی تا حدود زیادی می‌تواند نیازهای بسته‌بندی مثل مانع آب بودن، ضد روغن بودن را مرتفع سازد و ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی کاغذ را تا حدود زیادی بهبود بخشد. از این نظر نه تنها با رنگدانه‌های آلی و معدنی و نیز پلیمری رقابت می‌کند، بلکه به دلیل قابلیت بازیافت و قابلیت تجدید شوندگی نسبت به آن‌ها مزیت و برتری دارد. استفاده از پوشش‌های پروتئینی مثل سویا، گلوتن گندم، آب پنیر به دلیل قیمت مناسب و کارایی زیادشان بسیار مورد توجه قرار گرفته و امروزه کاربرد