بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده کشاورزی

گروه علوم و صنایع غذایی

رساله دوره دکتری تخصصی تکنولوژی مواد غذایی

بررسی تاثیر برخی تیمارهای فیزیکی و شیمیایی روی خواص فیلم‌های خوراکی حاصل از مخلوط نشاسته و دو صمغ ایرانی (کتیرا و ثعلب) و کاربرد آنها در پوشش‌دهی نان باگت

نگارش:

محمد فاضل‌نجف‌آبادی

استاد راهنما:

دکتر محمدحسین عزیزی

اساتید مشاور:

دکتر سلیمان عباسی

دکتر محسن برزگربفروئی

زمستان ۱۳۸۹

بسمه تعالی

تاییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از رساله دکتری

آقای محمد فاضل نجف‌آبادی رساله ۱۸ واحدی خود را با عنوان **بررسی تاثیر برخی تیمارهای فیزیکی و شیمیایی روی خواص فیلم‌های خوراکی حاصل از مخلوط نشاسته و دو صمغ ایرانی (کتیرا و ثعلب) و کاربرد آنها در پوشش‌دهی نان باگت** در تاریخ ۸۹/۱۱/۳ ارائه کردند.

اعضای هیات داوران نسخه نهایی این رساله را از نظر فرم و محتوا تایید کرده است و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه دکتری مهندسی علوم و صنایع غذایی گرایش تکنولوژی مواد غذایی پیشنهاد می‌کنند.

اعضای هیات داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضاء
۱- استاد راهنمای اصلی	دکتر محمدحسین عزیزی	دانشیار	
۲- استاد مشاور اول	دکتر سلیمان عباسی	دانشیار	
۳- استاد مشاور دوم	دکتر محسن برزگر	دانشیار	
۴- استاد ناظر	دکتر محمدعلی سحری	استاد	
۵- استاد ناظر	دکتر زهره حمیدی	دانشیار	
۶- استاد ناظر	دکتر سید محمدعلی ابراهیم‌زاده موسوی	استاد	
۷- استاد ناظر	دکتر منوچهر وثوقی	استاد	
۸- نماینده شورای تحصیلات تکمیلی	دکتر محمدعلی سحری	استاد	

بسمه تعالی

آیین‌نامه 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 فعالیت های علمی– پژوهشی دانشگاه است، بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش‌آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می‌شوند:

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 حاظر، حاصل رساله دکتری تخصصی نگارنده در رشته مهندسی کشاورزی- علوم و صنایع غذایی است که در سال ۱۳۸۹ در دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی **آقای دکتر محمدحسین عزیزی** و مشاوره **آقای دکتر سلیمان عباسی** و **آقای دکتر محسن برزگر** از آن دفاع شده است.»

ماده ۳: به منظور جبران بخشی از هزینه‌های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می‌تواند 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 می‌کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می‌تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می‌دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتاب‌های عرضه شده نگارنده برای فروش، تأمین نماید.

ماده ۶: اینجانب **محمد فاضل نجف‌آبادی** دانشجوی رشته **مهندسی علوم و صنایع غذایی** گرایش **تکنولوژی مواد غذایی** مقطع **دکتری تخصصی** تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می‌شوم.

نام و نام خانوادگی: محمد فاضل نجف‌آبادی

تاریخ: ۱۳۸۹/۱۱/۳

امضا:

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

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی 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 عناوین پایان‌نامه، رساله و طرح‌های تحقیقاتی با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد ذیل را رعایت نمایید:

ماده ۱- حقوق مادی و معنوی پایان‌نامه ها/ رساله‌های مصوب دانشگاه متعلق به دانشگاه است و هر گونه بهره‌برداری از آن باید با ذکر نام دانشگاه و رعایت آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های مصوب دانشگاه باشد.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان‌نامه/ رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی می‌یابد، به نام دانشگاه بوده و استاد راهنما نویسنده مسئول مقاله باشند.

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

ماده ۳- انتشار کتاب، نرم‌افزار و یا آثار ویژه (اثری هنری مانند عکس، نقاشی و نمایشنامه) حاصل از نتایج پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی کلیه واحدهای دانشگاه اعم از دانشکده‌ها، مراکز تحقیقاتی، پژوهشکده‌ها، پارک علم و فناوری و دیگر واحدها باید با مجوز کتبی صادره از معاونت پژوهشی دانشگاه و بر اساس آیین‌نامه‌های مصوب انجام شود.

ماده ۴- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه 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 حوزه 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 **محمد فاضل نجف‌آبادی** دانشجوی رشته مهندسی کشاورزی- علوم و صنایع غذایی ورودی سال تحصیلی ۱۳۸۶ مقطع دکتری تخصصی دانشکده کشاورزی متعهد می‌شوم کلیه نکات مندرج در آئین‌نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهش‌های علمی دانشگاه تربیت مدرس را در انتشار یافته‌های علمی مسخرج از پایان‌نامه/ رساله تحصیلی خود رعایت نمایم. در صورت تخلف ار مفاد آئین‌نامه فوق الاشعار 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 نمایید. ضمنا 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»

تاریخ: ۱۳۸۹/۱۱/۳

امضاء:

چکیده

به دلیل معایب متعدد مواد بسته بندی سنتزی از قبیل مهاجرت به مواد غذایی، ایجاد آلودگی زیست محیطی، مشکل بازیافت، گران بودن مواد اولیه و بالا بودن هزینه تولید، همچنین برای بهبود خصوصیات فیلم‌های بر پایه نشاسته، در این تحقیق برای اولین بار نوعی فیلم خوراکی از مخلوط نشاسته و دو صمغ ایرانی (کتیرا و ثعلب) تهیه و خصوصیات آنها برای استفاده در بسته‌بندی مواد غذایی بررسی گردید. بدین منظور ابتدا فیلم مخلوط نشاسته و سطوح مختلف از کتیرا یا ثعلب (۵-۰٪)، گلیسرول (۴۰-۱۰٪) و روغن آفتابگردان حاوی ۵٪ امولسیون‌کننده توئین ۸۰ (۲۰-۰٪) در قالب طرح آماری روش سطح پاسخ فرموله و خصوصیات آنها (مقاومت به کشش، میزان کشش‌پذیری، مدول الاستیک، سیری رنگ، شفافیت، کدورت، درصد عبور نور فرابنفش یا UV، حلالیت و نفوذپذیری به بخار آب) بررسی گردید. نتایج نشان داد که گلیسرول باعث کاهش مقاومت به کشش، مدول الاستیک، شفافیت و میزان عبور نور UV و افزایش میزان کشش‌پذیری، کدورت، رنگ، حلالیت و نفوذپذیری به بخار آب گردید. همچنین روغن باعث کاهش میزان کشش‌پذیری، مقاومت به کشش، مدول الاستیک، شفافیت، درصد عبور نور UV، حلالیت و نفوذپذیری به بخار آب و افزایش کدورت و رنگ فیلم شد. از طرفی صمغ کتیرا باعث کاهش سیری رنگ و کدورت و افزایش مقاومت به کشش، مدول الاستیک و درصد عبور نور UV گردید ولی روی میزان کشش‌پذیری، شفافیت، حلالیت و نفوذپذیری به بخار آب تاثیری نداشت. درحالیکه، صمغ ثعلب باعث کاهش میزان کشش‌پذیری، شفافیت و درصد عبور نور UV و افزایش مقاومت به کشش، مدول الاستیک و میزان سیری رنگ شد ولی روی کدورت، حلالیت و نفوذپذیری به بخار آب تاثیری نداشت. در ادامه تاثیر سطوح مختلف تیمار حرارتی (۱۴۰-۹۰ درجه سانتی‌گراد)، pH (۹/۵-۴/۵) و تیمار فراصوت (۵۰-۰ دقیقه) روی فیلم‌های بهینه [فیلم بهینه کتیرا (۲٪ کتیرا، ۳۰٪ گلیسرول و ۱۷٪ روغن) و فیلم بهینه ثعلب (۳٪ ثعلب، ۳۲٪ گلیسرول و ۸٪ روغن)] در قالب طرح آماری روش سطح پاسخ بررسی و خصوصیات آنها ارزیابی گردید. نتایج نشان داد که تیمار حرارتی باعث کاهش میزان کشش‌پذیری، شفافیت و درصد عبور نور UV و افزایش مقاومت به کشش، مدول الاستیک، رنگ، کدورت، حلالیت و نفوذپذیری به بخار آب می‌شود. همچنین، در pH قلیایی نسبت به pH اسیدی، شفافیت کمتر و میزان کشش‌پذیری، مقاومت به کشش، مدول الاستیک، رنگ، حلالیت و نفوذپذیری به بخار آب بیشتر شد و کدورت و درصد عبور نور UV به نوع فیلم (فیلم بهینه کتیرا و ثعلب) وابسته بود. از طرفی دیگر تیمار فراصوت باعث کاهش رنگ، کدورت و نفوذپذیری به بخار آب و افزایش میزان کشش‌پذیری، مقاومت به کشش، مدول الاستیک و شفافیت شد ولی در میزان عبور نور UV و حلالیت تاثیری نداشت. در مرحله بعد، تاثیر سطوح مختلف کلسیم کلراید و پتاسیم سوربات (۱۵-۲٪) در قالب یک طرح فاکتوریل روی فیلم‌های بهینه و تیمار شده [فیلم بهینه کتیرا (دمای تیمار حرارتی ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد، زمان تیمار فراصوت ۴۰ دقیقه و pH ۷/۵) و فیلم بهینه ثعلب (دمای تیمار حرارتی ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد، زمان تیمار فراصوت ۴۰ دقیقه و pH ۶/۵] بررسی گردید. نتایج نشان داد که کلسیم کلراید باعث کاهش مقاومت به کشش، مدول الاستیک و میزان عبور نور UV و افزایش میزان کشش‌پذیری و حلالیت شد ولی روی L^*، میزان رنگ، کدورت و نفوذپذیری به بخار آب تاثیری نداشت. همچنین پتاسیم سوربات باعث کاهش مقاومت به کشش، مدول الاستیک و میزان عبور نور UV و افزایش میزان کشش‌پذیری، سیری رنگ، کدورت و حلالیت گردید ولی روی L^* و نفوذپذیری به بخار آب تاثیری نداشت. در پایان از فیلم‌های بهینه شده برای لفاف کردن و پوشش نان باگت استفاده و بیاتی نان در طی ۳ یا ۷ روز توسط دو آزمون حسی و مکانیکی بررسی و مشخص شد که استفاده از این پوشش‌ها یا لفاف‌ها باعث کاهش سرعت بیاتی نان باگت گردیده ولی تفاوتی بین دو نوع فیلم بهینه (کتیرا و ثعلب) مشاهده نشد.

کلمات کلیدی: فیلم خوراکی، نشاسته، کتیرا، ثعلب، نان باگت، تیمارهای فیزیکوشیمیایی

فهرست مطالب

عنوان ..... **شماره صفحه**

فصل اول: مقدمه و کلیات ۱

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۲- قابلیت فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی ۳

۱-۳- تاریخچه استفاده از فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی ۳

۱-۴- ترکیب فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی ۳

۱-۴-۱- فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی پلی‌ساکاریدی ۴

۱-۴-۱-۱- سلولز و مشتقات آن ۴

۱-۴-۱-۲- سایر پلی‌ساکاریدها ۵

۱-۴-۲- فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی بر پایه پروتئین‌ها ۵

۱-۴-۳- فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی بر پایه ترکیبات لیپیدی ۶

۱-۴-۴- نرم‌کننده ۷

۱-۴-۴-۱- انواع نرم‌کننده‌ها ۷

۱-۴-۵- افزودنی‌ها ۸

۱-۵- عملکردهای فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی ۹

۱-۵-۱- حفاظت فیزیکی و مکانیکی ۹

۱-۵-۲- عملکردهای ممانعت کنندگی، نفوذ و انتقال ۹

۱-۵-۳- افزایش ماندگاری و بالا بردن ایمنی ۱۰

۱-۵-۴- حامل مواد فعال و آزادسازی کنترل شده ۱۰

۱-۵-۵- دیگر عملکردهای فیلم‌های خوراکی ۱۰

۱-۶- ساخت فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی ۱۰

۱-۷- کاربرد فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی ۱۱

۱-۸- فیلم‌های خوراکی بر پایه نشاسته ۱۳

۱-۸-۱- نشاسته ۱۳

۱-۸-۲- نشاسته اصلاح شده ۱۴

۱-۸-۳- شکل گیری فیلم ۱۵

۱-۸-۳-۱- تهیه محلول نشاسته ۱۵

۱-۸-۳-۲- شکل‌گیری فیلم ۱۶

۱-۸-۴- تبلور نشاسته و دمای انتقال شیشه‌ای ۱۶
۱-۸-۵- درجه تبلور فیلم‌های نشاسته ۱۷
۱-۸-۶- میزان جذب آب فیلم‌های نشاسته ۱۷
۱-۸-۷- خصوصیات مکانیکی فیلم‌های نشاسته ۱۷
۱-۸-۸- خصوصیات ممانعت‌کنندگی فیلم‌های نشاسته ۱۸
۱-۹- فیلم‌های زیست‌تخریب‌پذیر بر پایه نشاسته ۱۸
۱-۱۰- نشاسته ترموپلاستیک ۱۹
۱-۱۱- اکستروژن فیلم‌های نشاسته ۱۹
۱-۱۲- پلاستیک‌های پر شده از نشاسته ۲۰
۱-۱۳- سیب‌زمینی ۲۰
۱-۱۳-۱- ترکیب شیمیایی سیب‌زمینی ۲۱
۱-۱۳-۲- نشاسته سیب‌زمینی ۲۲
۱- ۱۴- هیدروکلوئیدها ۲۲
۱-۱۴-۱- کتیرا ۲۳
۱-۱۴-۱-۱- گیاه شناسی ۲۳
۱-۱۴-۱-۲- روش تهیه صمغ کتیرا ۲۳
۱-۱۴-۱-۳- ترکیب شیمیایی ۲۴
۱-۱۴-۲- صمغ ثعلب ۲۵
۱-۱۵- توئین ۲۵
۱-۱۶- سوربات ۲۶
۱-۱۷- بیاتی نان ۲۷
۱-۱۷-۱- اهمیت اقتصادی بیاتی نان ۲۷
۱-۱۷-۲- عوامل موثر روی بیاتی نان ۲۷
۱-۱۷-۲-۱- نقش پروتئین آرد ۲۷
۱-۱۷-۲-۲- نقش رطوبت ۲۷
۱-۱۷-۲-۳- نقش نشاسته ۲۸
۱-۱۷-۳- روش‌های اندازه‌گیری شدت بیاتی ۲۸
۱-۱۷-۳-۱- روش‌های شیمیایی ۲۸
۱-۱۷-۳-۲- روش‌های رئولوژیکی ۲۸

۱-۱۷-۳-۲-۱- تغییر استحکام یا سفتی نان ۲۸
۱-۱۷-۳-۲-۱-۱- تراکم‌سنج نانوایی ۲۹
۱-۱۷-۳-۲-۱-۲- اینستران ۲۹
۱-۱۷-۳-۲-۲- آزمون فارینوگراف و آمیلوگراف ۲۹
۱-۱۷-۳-۳- روش‌های حسی ۲۹
۱-۱۷-۳-۴- دیگر روش‌های ارزیابی بیاتی نان ۳۰
۱-۱۸- روش تجزیه آماری سطح پاسخ (RSM) ۳۰
۱-۱۸-۱- طرح‌های مرکب مرکزی (CCD) ۳۰
۱-۱۸-۱-۱- انواع طرح‌های مرکب مرکزی ۳۱
۱-۱۸-۱-۱-۱- محیط کردن (CCC) ۳۱
۱-۱۸-۱-۱-۲- محاط کردن (CCI) ۳۱
۱-۱۸-۱-۱-۳ مرکز وجه (CCF) ۳۲
فصل دوم: مروری بر پژوهش‌های پیشین ۳۳
۲-۱- پژوهشهای انجام شده روی ترکیب شیمیایی سیب‌زمینی و نشاسته آن ۳۴
۲-۲- پژوهشهای انجام شده روی فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی ۳۴
۲-۳- هدف‌های پژوهش حاضر ۵۲
فصل سوم: مواد و روش‌ها ۵۳
۳-۱- مواد اولیه و شیمیایی مورد استفاده ۵۴
۳-۲- تجهیزات مورد استفاده ۵۴
۳-۳- استخراج نشاسته از سیب‌زمینی ۵۴
۳-۴- تعیین ترکیب شیمیایی کتیرا، ثعلب، سیب‌زمینی و نشاسته سیب‌زمینی ۵۵
۳-۵- روش تهیه فیلم ۵۵
۳-۶- روش تیمارهای حرارتی، فراصوت و pH ۵۶
۳-۷- آزمون‌های انجام شده روی فیلم ۵۶
۳-۷-۱- تعیین میزان نفوذپذیری به بخار آب (WVP) ۵۶
۳-۷-۲- تعیین ویژگی‌های مکانیکی فیلم‌ها ۵۷
۳-۷-۳- اندازه‌گیری حلالیت ۵۷
۳-۷-۴- تعیین رنگ فیلم‌ها ۵۷
۳-۷-۵- تعیین کدورت و میزان عبور نور فرابنفش از فیلم ۵۷

۳-۷-۶- بررسی ساختار فیلم با میکروسکوپ الکترونی ۵۸
۳-۸- روش تجزیه و تحلیل آماری برای تهیه فیلم ۵۸
۳-۹- لفاف کردن نان‌های باگت ۶۰
۳-۱۰- لفاف ترکیبی نان‌های باگت ۶۰
۳-۱۱- پوشش‌دار کردن نان‌های باگت ۶۰
۳-۱۲- ترکیب پوشش خوراکی و لفاف پلی‌اتیلن ۶۰
۳-۱۳- تجزیه حسی نان‌ها ۶۱
۳-۱۴- اندازه‌گیری سفتی نان توسط اینستران ۶۱
فصل چهارم: نتایج و بحث ۶۲
۴-۱- ترکیب شیمیایی کتیرا، ثعلب، سیب‌زمینی و نشاسته سیب‌زمینی ۶۳
۴-۲- بررسی تاثیر مقدار صمغ (کتیرا و ثعلب)، گلیسرول و روغن آفتابگردان روی خصوصیات فیلم‌های نشاسته ۶۴
۴-۲-۱- خصوصیات مکانیکی (مقاومت به کشش، میزان کشش‌پذیری و مدول الاستیک) ۶۹
۴-۲-۱-۱- فیلم مخلوط نشاسته، کتیرا، گلیسرول و روغن ۶۹
۴-۲-۱-۲- فیلم مخلوط نشاسته، ثعلب، گلیسرول و روغن ۷۰
۴-۲-۱-۳- بحث ۷۱
۴-۲-۲- ویژگی‌های رنگی (شفافیت یا L^* و میزان سیری رنگ یا C^*) ۷۳
۴-۲-۲-۱- فیلم مخلوط نشاسته، کتیرا، گلیسرول و روغن ۷۳
۴-۲-۲-۲- فیلم مخلوط نشاسته، ثعلب، گلیسرول و روغن ۷۳
۴-۲-۲-۳- بحث ۷۴
۴-۲-۳- نتایج آزمون طیف‌نورسنج (کدورت و درصد عبور نور فرابنفش یا UV) ۷۵
۴-۲-۳-۱- فیلم مخلوط نشاسته، کتیرا، گلیسرول و روغن ۷۵
۴-۲-۳-۲- فیلم مخلوط نشاسته، ثعلب، گلیسرول و روغن ۷۶
۴-۲-۳-۳- بحث ۷۶
۴-۲-۴- حلالیت ۷۷
۴-۲-۴-۱- فیلم مخلوط نشاسته، کتیرا، گلیسرول و روغن ۷۷
۴-۲-۴-۲- فیلم مخلوط نشاسته، ثعلب، گلیسرول و روغن ۷۷
۴-۲-۴-۳- بحث ۷۷
۴-۲-۵- نفوذپذیری به بخار آب (WVP) ۷۸
۴-۲-۵-۱- فیلم مخلوط نشاسته، کتیرا، گلیسرول و روغن ۷۸

۴-۲-۵-۲- فیلم مخلوط نشاسته، ثعلب، گلیسرول و روغن ۷۸
۴-۲-۵-۳- بحث ۷۹
۴-۲-۶- نقاط بهینه و آزمون اعتبارسنجی ۸۰
۴-۳- بررسی تاثیر تیمارهای حرارتی، pH و فراصوت روی خصوصیات فیلم‌های نشاسته بهینه شده ۸۲
۴-۳-۱- خصوصیات مکانیکی (مقاومت به کشش، میزان کشش‌پذیری و مدول الاستیک) ۸۷
۴-۳-۱-۱- فیلم بهینه مخلوط کتیرا ۸۷
۴-۳-۱-۲- فیلم بهینه مخلوط ثعلب ۸۸
۴-۳-۱-۳- بحث ۸۹
۴-۳-۲- نتایج آزمون رنگ‌سنجی توسط دستگاه هانترلب (شفافیت یا *L و میزان سیری رنگ یا *C) ۹۱
۴-۳-۲-۱- فیلم بهینه مخلوط کتیرا ۹۱
۴-۳-۲-۲- فیلم بهینه مخلوط ثعلب ۹۲
۴-۳-۲-۳- بحث ۹۲
۴-۳-۳- نتایج آزمون طیف‌نورسنج (کدورت و درصد عبور امواج UV) ۹۳
۴-۳-۳-۱- فیلم بهینه مخلوط کتیرا ۹۳
۴-۳-۳-۲- فیلم بهینه مخلوط ثعلب ۹۳
۴-۳-۳-۳- بحث ۹۴
۴-۳-۴- حلالیت ۹۴
۴-۳-۴-۱- فیلم بهینه مخلوط کتیرا ۹۴
۴-۳-۴-۲- فیلم بهینه مخلوط ثعلب ۹۵
۴-۳-۴-۳- بحث ۹۵
۴-۳-۵- نفوذپذیری به بخار آب (WVP) ۹۶
۴-۳-۵-۱- فیلم بهینه مخلوط کتیرا ۹۶
۴-۳-۵-۲- فیلم بهینه مخلوط ثعلب ۹۶
۴-۳-۵-۳- بحث ۹۶
۴-۳-۶- نقاط بهینه و آزمون اعتبارسنجی ۹۷
۴-۴- تاثیر کلسیم کلراید روی خصوصیات فیلم‌های بهینه تیمارشده ۱۰۰
۴-۴-۱- خصوصیات مکانیکی (مقاومت به کشش، میزان کشش‌پذیری و مدول الاستیک) ۱۰۰
۴-۴-۲- نتایج آزمون رنگ‌سنجی توسط دستگاه هانترلب (شفافیت یا L^* و میزان سیری رنگ یا C^*) ۱۰۰
۴-۴-۳- نتایج آزمون طیف‌نورسنج (کدورت و درصد عبور نور UV) ۱۰۱

۴-۴-۴- حلالیت ۱۰۱
۴-۴-۵- نفوذپذیری به بخار آب (WVP) ۱۰۱
۴-۵- تاثیر پتاسیم سوربات روی خصوصیات فیلم‌های بهینه تیمارشده ۱۰۳
۴-۵-۱- خصوصیات مکانیکی (مقاومت به کشش، میزان کشش‌پذیری و مدول الاستیک) ۱۰۳
۴-۵-۲- نتایج آزمون رنگ‌سنجی توسط دستگاه هانترلب (شفافیت یا L^* و میزان سیری رنگ یا C^*) ۱۰۳
۴-۵-۳- نتایج آزمون طیف‌نورسنج (کدورت و درصد عبور نور UV) ۱۰۴
۴-۵-۴- حلالیت ۱۰۴
۴-۵-۵- نفوذپذیری به بخار آب (WVP) ۱۰۴
۴-۶- کاربرد فیلم‌های بهینه تیمار شده در به تاخیر انداختن بیاتی نان باگت ۱۰۶
۴-۶-۱- لفاف‌های خوراکی یک لایه ۱۰۶
۴-۶-۲- لفاف‌های ترکیبی (فیلم خوراکی و پلی‌اتیلن) ۱۰۷
۴-۶-۳- پوشش‌های خوراکی یک لایه ۱۰۸
۴-۶-۴- ترکیب پوشش‌های خوراکی و لفاف PE ۱۰۹
۴-۷- نتیجه‌گیری کلی ۱۱۱
۴-۸- پیشنهادها ۱۱۲
فهرست منابع ۱۱۳

فهرست جدول‌ها

عنوان ..... **شماره صفحه**

جدول ۳-۱- سطوح مورد آزمایش در طرح آماری RSM برای تهیه فیلم بهینه در مرحله اول..... ۵۹

جدول ۳-۲- سطوح مورد آزمایش در طرح آماری RSM برای تهیه فیلم بهینه در مرحله دوم ۵۹

جدول ۴-۱- ترکیب شیمیایی کتیرا، ثعلب، سیب‌زمینی رقم آگریا و نشاسته آن ۶۴

جدول ۴-۲- تاثیر مقدار کتیرا، گلیسرول و روغن به روش سطح پاسخ بر برخی خصوصیات فیلم نشاسته سیب‌زمینی ۶۵

جدول ۴-۳- تاثیر مقدار ثعلب، گلیسرول و روغن به روش سطح پاسخ بر برخی خصوصیات فیلم نشاسته سیب‌زمینی ۶۶

جدول ۴-۴- مقادیر ضرایب مدل رگرسیون برازش شده برای پاسخ‌های مربوط به تاثیر مقدار کتیرا، گلیسرول و روغن بر خصوصیات فیلم نشاسته سیب‌زمینی ۶۷

جدول ۴-۵- مقادیر ضرایب مدل رگرسیون برازش شده برای پاسخ‌های مربوط به تاثیر مقدار ثعلب، گلیسرول و روغن بر خصوصیات فیلم نشاسته سیب‌زمینی ۶۸

جدول ۴-۶- مقایسه نتایج واقعی و پیش‌بینی شده برخی از ویژگی‌های فیلم بهینه کتیرا (حاوی ۲٪ کتیرا، ۳۰٪ گلیسرول و ۱۷٪ روغن آفتابگردان حاوی توئین ۸۰ بر پایه نشاسته)..... ۸۱

جدول ۴-۷- مقایسه نتایج واقعی و پیش‌بینی شده برخی از ویژگی‌های فیلم بهینه ثعلب (حاوی ۳٪ ثعلب، ۳۲٪ گلیسرول و ۸٪ روغن آفتابگردان حاوی توئین ۸۰ بر پایه نشاسته) ۸۱

جدول ۴-۸- تاثیر ترکیبی سطوح مختلف تیمارهای حرارتی، pH و فراصوت روی خصوصیات فیلم‌های بهینه کتیرا (حاوی ۲٪ کتیرا، ۳۰٪ گلیسرول و ۱۷٪ روغن آفتابگردان حاوی توئین ۸۰ بر پایه نشاسته)..... ۸۳

جدول ۴-۹- تاثیر ترکیبی سطوح مختلف تیمارهای حرارتی، pH و فراصوت روی خصوصیات فیلم بهینه ثعلب (حاوی ۳٪ ثعلب، ۳۲٪ گلیسرول و ۸٪ روغن آفتابگردان حاوی توئین ۸۰ بر پایه نشاسته) ۸۴

جدول ۴-۱۰- مقادیر ضرایب مدل رگرسیون برازش شده برای پاسخ‌های مربوط به تاثیر ترکیب سطوح مختلف حرارت، pH و فراصوت روی خصوصیات فیلم بهینه کتیرا (حاوی ۲٪ کتیرا، ۳۰٪ گلیسرول و ۱۷٪ روغن آفتابگردان حاوی توئین ۸۰ بر پایه نشاسته)..... ۸۵

جدول ۴-۱۱- مقادیر ضرایب مدل رگرسیون برازش شده برای پاسخ‌های مربوط به تاثیر ترکیب سطوح مختلف حرارت، pH و فراصوت روی خصوصیات فیلم بهینه ثعلب (حاوی ۳٪ ثعلب، ۳۲٪ گلیسرول و ۸٪ روغن آفتابگردان حاوی توئین ۸۰ بر پایه نشاسته)..... ۸۶

جدول ۴-۱۲- مقایسه نتایج واقعی و پیش‌بینی شده برخی از ویژگی‌های فیلم کتیرای بهینه (۲٪ کتیرا، ۳۰٪ گلیسرول و ۱۷٪ روغن آفتابگردان حاوی توئین ۸۰ بر پایه نشاسته) و تیمار شده (دمای تیمار حرارتی ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد، pH ۷/۵ و زمان تیمار فراصوت ۴۰ دقیقه) ۹۹
جدول ۴-۱۳- مقایسه نتایج واقعی و پیش‌بینی شده برخی از ویژگی‌های فیلم ثعلب بهینه (۳٪ ثعلب، ۳۲٪ گلیسرول و ۸٪ روغن آفتابگردان حاوی توئین ۸۰ بر پایه نشاسته) و تیمار شده (دمای تیمار حرارتی ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد، pH ۶/۵ و زمان تیمار فراصوت ۴۰ دقیقه) ۹۹
جدول ۴-۱۴- تاثیر سطوح مختلف کلسیم کلراید روی خصوصیات فیلم‌های بهینه و تیمار شده کتیرا..... ۱۰۲
جدول ۴-۱۵- تاثیر سطوح مختلف کلسیم کلراید روی خصوصیات فیلم‌های بهینه و تیمار شده ثعلب..... ۱۰۲
جدول ۴-۱۶- تاثیر سطوح مختلف پتاسیم سوربات روی خصوصیات فیلم‌های بهینه و تیمار شده کتیرا..... ۱۰۵
جدول ۴-۱۷- تاثیر سطوح مختلف پتاسیم سوربات روی خصوصیات فیلم‌های بهینه و تیمار شده ثعلب..... ۱۰۵
جدول ۴-۱۸- بررسی اثر لفاف‌های خوراکی یک لایه بر بیاتی نان باگت بوسیله آزمون حسی در طول ۳ روز نگهداری در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵۰٪ ۱۰۷
جدول ۴-۱۹- بررسی اثر لفاف‌های خوراکی یک لایه بر بیاتی نان باگت بوسیله آزمون مکانیکی در طول ۳ روز نگهداری در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵۰٪ ۱۰۷
جدول ۴-۲۰- بررسی اثر لفاف‌های ترکیبی بر بیاتی نان باگت بوسیله آزمون حسی در طول ۵ روز نگهداری در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵۰٪ ۱۰۸
جدول ۴-۲۱- بررسی اثر لفاف‌های ترکیبی بر بیاتی نان باگت بوسیله آزمون مکانیکی در طول ۵ روز نگهداری در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵۰٪ ۱۰۸
جدول ۴-۲۲- بررسی اثر پوشش‌های خوراکی بر بیاتی نان باگت بوسیله آزمون حسی در طول ۳ روز نگهداری در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵۰٪ ۱۰۹
جدول ۴-۲۳- بررسی اثر پوشش‌های خوراکی بر بیاتی نان باگت بوسیله آزمون مکانیکی در طول ۳ روز نگهداری در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵۰٪ ۱۰۹
جدول ۴-۲۴- بررسی اثر ترکیبی پوشش خوراکی و لفاف PE بر بیاتی نان باگت بوسیله آزمون حسی در طول نگهداری در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵۰٪ ۱۱۰
جدول ۴-۲۵- بررسی اثر ترکیبی پوشش خوراکی و لفاف PE بر بیاتی نان باگت بوسیله آزمون مکانیکی در طول نگهداری در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵۰٪ ۱۱۰

فهرست شکل‌ها

عنوان ..... **شماره صفحه**

شکل ۱-۱- طبقه‌بندی ترکیبات آب‌گریز بر اساس میزان مقاومت در برابر بخار آب و رطوبت (Han, 2006) ۷
شکل ۳-۱- پهن‌کننده کروماتوگرافی لایه نازک مورد استفاده برای پهن کردن محلول فیلم روی پلکسی گلاس ... ۵۵
شکل ۳-۲- فنجان، گیره و واشر لاستیکی مورد استفاده برای انجام آزمون نفوذپذیری به بخار آب فیلم‌ها ۵۶
شکل ۳-۳- دستگاه لایه‌نشان طلا..... ۵۸
شکل ۳-۴- میکروسکوپ الکترونی ۵۸
شکل ۳-۵- دستگاه اینستران مورد استفاده برای آزمون تراکم نان‌های باگت ۶۱
شکل ۴-۱- SEM سطح فیلم بهینه کتیرا (حاوی ۲٪ کتیرا، ۳۰٪ گلیسرول و ۱۷٪ روغن آفتابگردان حاوی توئین ۸۰ بر پایه نشاسته) با بزرگنمایی ۱۰۰۰ ..... ۸۰
شکل ۴-۲- SEM سطح فیلم بهینه ثعلب (حاوی ۳٪ ثعلب، ۳۲٪ گلیسرول و ۸٪ روغن آفتابگردان حاوی توئین ۸۰ بر پایه نشاسته) با بزرگنمایی ۱۰۰۰ ..... ۸۰
شکل ۴-۳- SEM سطح فیلم کتیرا بهینه (۲٪ کتیرا، ۳۰٪ گلیسرول و ۱۷٪ روغن آفتابگردان حاوی توئین ۸۰ بر پایه نشاسته) و تیمار شده (دمای تیمار حرارتی ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد، pH ۷/۵ و زمان تیمار فراصوت ۴۰ دقیقه) با بزرگنمایی ۱۰۰۰ ..... ۹۸
شکل ۴-۴- SEM سطح فیلم ثعلب بهینه (۳٪ ثعلب، ۳۲٪ گلیسرول و ۸٪ روغن آفتابگردان حاوی توئین ۸۰ بر پایه نشاسته) و تیمار شده (دمای تیمار حرارتی ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد، pH ۶/۵ و زمان تیمار فراصوت ۴۰ دقیقه) با بزرگنمایی ۱۰۰۰ ..... ۹۸

فهرست ضمیمه‌ها

عنوان ..... **شماره صفحه**

شکل ۱- اثرات متقابل کتیرا، گلیسرول و روغن آفتابگردان روی میزان کشش‌پذیری..... ۱۲۲

شکل ۲- اثرات متقابل کتیرا، گلیسرول و روغن آفتابگردان روی مقاومت به کشش..... ۱۲۲

شکل ۳- اثرات متقابل کتیرا، گلیسرول و روغن آفتابگردان روی مدول الاستیک..... ۱۲۳

شکل ۴- اثرات متقابل کتیرا، گلیسرول و روغن آفتابگردان روی L^*..... ۱۲۳

شکل ۵- اثرات متقابل کتیرا، گلیسرول و روغن آفتابگردان روی C^*..... ۱۲۴

شکل ۶- اثرات متقابل کتیرا، گلیسرول و روغن آفتابگردان روی میزان کدورت..... ۱۲۴

شکل ۷- اثرات متقابل کتیرا، گلیسرول و روغن آفتابگردان روی درصد عبور نور UV..... ۱۲۵

شکل ۸- اثرات متقابل کتیرا، گلیسرول و روغن آفتابگردان روی حلالیت..... ۱۲۵

شکل ۹- اثرات متقابل کتیرا، گلیسرول و روغن آفتابگردان روی WVP..... ۱۲۶

شکل ۱۰- اثرات متقابل ثعلب، گلیسرول و روغن آفتابگردان روی میزان کشش‌پذیری..... ۱۲۶

شکل ۱۱- اثرات متقابل ثعلب، گلیسرول و روغن آفتابگردان روی مقاومت به کشش..... ۱۲۷

شکل ۱۲- اثرات متقابل ثعلب، گلیسرول و روغن آفتابگردان روی مدول الاستیک..... ۱۲۷

شکل ۱۳- اثرات متقابل ثعلب، گلیسرول و روغن آفتابگردان روی L^*..... ۱۲۸

شکل ۱۴- اثرات متقابل ثعلب، گلیسرول و روغن آفتابگردان روی C^*..... ۱۲۸

شکل ۱۵- اثرات متقابل ثعلب، گلیسرول و روغن آفتابگردان روی میزان کدورت..... ۱۲۹

شکل ۱۶- اثرات متقابل ثعلب، گلیسرول و روغن آفتابگردان روی درصد عبور نور UV..... ۱۲۹

شکل ۱۷- اثرات متقابل ثعلب، گلیسرول و روغن آفتابگردان روی حلالیت..... ۱۳۰

شکل ۱۸- اثرات متقابل ثعلب، گلیسرول و روغن آفتابگردان روی WVP..... ۱۳۰

شکل ۱۹- اثرات متقابل تیمارهای حرارت، فراصوت و pH روی میزان کشش‌پذیری فیلم بهینه مخلوط کتیرا ۱۳۱

شکل ۲۰- اثرات متقابل تیمارهای حرارت، فراصوت و pH روی مقاومت به کشش فیلم بهینه مخلوط کتیرا ۱۳۱

شکل ۲۱- اثرات متقابل تیمارهای حرارت، فراصوت و pH روی مدول الاستیک فیلم بهینه مخلوط کتیرا ۱۳۲

شکل ۲۲- اثرات متقابل تیمارهای حرارت، فراصوت و pH روی L^* فیلم بهینه مخلوط کتیرا ۱۳۲

شکل ۲۳- اثرات متقابل تیمارهای حرارت، فراصوت و pH روی C^* فیلم بهینه مخلوط کتیرا..... ۱۳۳

شکل ۲۴- اثرات متقابل تیمارهای حرارت، فراصوت و pH روی میزان کدورت فیلم بهینه مخلوط کتیرا..... ۱۳۳

شکل ۲۵- اثرات متقابل تیمارهای حرارت، فراصوت و pH روی درصد عبور نور UV فیلم بهینه مخلوط کتیرا.... ۱۳۴

شکل ۲۶- اثرات متقابل تیمارهای حرارت، فراصوت و pH روی حلالیت فیلم بهینه مخلوط کتیرا ۱۳۴

شکل ۲۷- اثرات متقابل تیمارهای حرارت، فراصوت و pH روی WVP فیلم بهینه مخلوط کتیرا..... ۱۳۵

شکل ۲۸- اثرات متقابل تیمارهای حرارت، فراصوت و pH روی میزان کشش‌پذیری فیلم بهینه مخلوط ثعلب ۱۳۵
شکل ۲۹- اثرات متقابل تیمارهای حرارت، فراصوت و pH روی مقاومت به کشش فیلم بهینه مخلوط ثعلب ۱۳۶
شکل ۳۰- اثرات متقابل تیمارهای حرارت، فراصوت و pH روی مدول الاستیک فیلم بهینه مخلوط ثعلب ۱۳۶
شکل ۳۱- اثرات متقابل تیمارهای حرارت، فراصوت و pH روی L^* فیلم بهینه مخلوط ثعلب ۱۳۷
شکل ۳۲- اثرات متقابل تیمارهای حرارت، فراصوت و pH روی C^* فیلم بهینه مخلوط ثعلب ۱۳۷
شکل ۳۳- اثرات متقابل تیمارهای حرارت، فراصوت و pH روی میزان کدورت فیلم بهینه مخلوط ثعلب..... ۱۳۸
شکل ۳۴- اثرات متقابل تیمارهای حرارت، فراصوت و pH روی درصد عبور نور UV فیلم بهینه مخلوط ثعلب.... ۱۳۸
شکل ۳۵- اثرات متقابل تیمارهای حرارت، فراصوت و pH روی حلالیت فیلم بهینه مخلوط ثعلب ۱۳۹
شکل ۳۶- اثرات متقابل تیمارهای حرارت، فراصوت و pH روی WVP فیلم بهینه مخلوط ثعلب..... ۱۳۹
شکل ۳۷- تاثیر سطوح مختلف کلسیم کلراید روی میزان کشش‌پذیری فیلم‌های بهینه و تیمار شده کتیرا و ثعلب۱۴۰
شکل ۳۸- تاثیر سطوح مختلف کلسیم کلراید روی مقاومت به کشش فیلم‌های بهینه و تیمار شده کتیرا و ثعلب ۱۴۰
شکل ۳۹- تاثیر سطوح مختلف کلسیم کلراید روی مدول الاستیک فیلم‌های بهینه و تیمار شده کتیرا و ثعلب ... ۱۴۰
شکل ۴۰- تاثیر سطوح مختلف کلسیم کلراید روی شفافیت (L^*) فیلم‌های بهینه و تیمار شده کتیرا و ثعلب ۱۴۱
شکل ۴۱- تاثیر سطوح مختلف کلسیم کلراید روی سیری رنگ فیلم‌های بهینه و تیمار شده کتیرا و ثعلب ۱۴۱
شکل ۴۲- تاثیر سطوح مختلف کلسیم کلراید روی کدورت فیلم‌های بهینه و تیمار شده کتیرا و ثعلب ۱۴۱
شکل ۴۳- تاثیر سطوح مختلف کلسیم کلراید روی درصد عبور نور UV از فیلم‌های بهینه و تیمار شده کتیرا و ثعلب..... ۱۴۲
شکل ۴۴- تاثیر سطوح مختلف کلسیم کلراید روی حلالیت فیلم‌های بهینه و تیمار شده کتیرا و ثعلب..... ۱۴۲
شکل ۴۵- تاثیر سطوح مختلف کلسیم کلراید روی WVP فیلم‌های بهینه و تیمار شده کتیرا و ثعلب ۱۴۲
شکل ۴۶- تاثیر سطوح مختلف پتاسیم سوربات روی میزان کشش‌پذیری فیلم‌های بهینه و تیمار شده کتیرا و ثعلب..... ۱۴۳
شکل ۴۷- تاثیر سطوح مختلف پتاسیم سوربات روی مقاومت به کشش فیلم‌های بهینه و تیمار شده کتیرا و ثعلب۱۴۳
شکل ۴۸- تاثیر سطوح مختلف پتاسیم سوربات روی مدول الاستیک فیلم‌های بهینه و تیمار شده کتیرا و ثعلب. ۱۴۳
شکل ۴۹- تاثیر سطوح مختلف پتاسیم سوربات روی شفافیت (L^*) فیلم‌های بهینه و تیمار شده کتیرا و ثعلب... ۱۴۴
شکل ۵۰- تاثیر سطوح مختلف پتاسیم سوربات روی سیری رنگ فیلم‌های بهینه و تیمار شده کتیرا و ثعلب ۱۴۴
شکل ۵۱- تاثیر سطوح مختلف پتاسیم سوربات روی کدورت فیلم‌های بهینه و تیمار شده کتیرا و ثعلب ۱۴۴
شکل ۵۲- تاثیر سطوح مختلف پتاسیم سوربات روی درصد عبور نور UV از فیلم‌های بهینه و تیمار شده کتیرا و ثعلب..... ۱۴۵
شکل ۵۳- تاثیر سطوح مختلف پتاسیم سوربات روی حلالیت فیلم‌های بهینه و تیمار شده کتیرا و ثعلب..... ۱۴۵

شکل ۵۴- تاثیر سطوح مختلف پتاسیم سوربات روی WVP فیلم‌های بهینه و تیمار شده کتیرا و ثعلب ۱۴۵
شکل ۵۵- تاثیر لفاف‌های خوراکی روی خصوصیات حسی نان‌های باگت در طی ۳ روز نگهداری ۱۴۶
شکل ۵۶- تاثیر لفاف‌های خوراکی روی خصوصیات مکانیکی نان‌های باگت در طی ۳ روز نگهداری ۱۴۶
شکل ۵۷- تاثیر لفاف‌های ترکیبی (خوراکی و پلی‌اتیلن) روی خصوصیات حسی نان‌های باگت در طی ۵ روز نگهداری.....۱۴۶
شکل ۵۸- تاثیر لفاف‌های ترکیبی (خوراکی و پلی‌اتیلن) روی خصوصیات مکانیکی نان‌های باگت در طی ۵ روز نگهداری.....۱۴۶
شکل ۵۹- تاثیر پوشش‌های خوراکی روی خصوصیات حسی نان‌های باگت در طی ۵ روز نگهداری ۱۴۷
شکل ۶۰- تاثیر پوشش‌های خوراکی روی خصوصیات مکانیکی نان‌های باگت در طی ۵ روز نگهداری ۱۴۷
شکل ۶۱- تاثیر ترکیب پوشش‌های خوراکی و لفاف‌های PE روی خصوصیات حسی نان‌های باگت در طی ۵ روز نگهداری..... ۱۴۷
شکل ۶۲- تاثیر ترکیب پوشش‌های خوراکی و لفاف‌های PE روی خصوصیات مکانیکی نان‌های باگت در طی ۵ روز نگهداری..... ۱۴۷

فصل اول

مقدمه و کلیات

۱-۱- مقدمه

بسته‌بندی مواد غذایی رشته علمی مهمی در عرصه تکنولوژی مواد غذایی است. امروزه پلاستیک‌های سنتز شده از مواد نفتی به خاطر در دسترس بودن، ارزان بودن، خصوصیات عملکردی مطلوبی مانند کشش‌پذیری خوب، مقاومت بالا به پاره شدن، خصوصیات ممانعتی عالی نسبت به اکسیژن و مواد معطر و قابلیت دوخت حرارتی مناسب به طور وسیع استفاده می‌شوند. از جمله این بسپارها می‌توان به پلی‌اتیلن، پلی‌پروپیلن، پلی‌استرها و پلی‌آمیدها اشاره نمود (صداقت، ۱۳۸۴؛ میرنظامی ضیابری، ۱۳۸۵؛ Coles and McDowell, 2003).

از سال ۱۹۷۰ مصرف پلاستیک‌ها هر ۴ تا ۵ سال، ۲ برابر می‌شود. از طرفی حدود ۳۰٪ پلاستیک‌های تولید شده یک بار مصرف هستند. برای مثال میزان پلاستیک‌های یک بار مصرف در آمریکا در سال ۲۰۰۵، حدود ۸ میلیون تن بود. با این وجود بسیاری از پلاستیک‌های مورد استفاده در بسته‌بندی، استفاده مجدد نمی‌شوند و علت این امر آلودگی بالای این مواد و نیاز به تمیز کردن قبل از استفاده مجدد است، که به خاطر هزینه‌بر بودن، غیر اقتصادی است. بر اساس یک بررسی ۲۸-۱۴٪ حجم کل زباله‌های جامد شهری و حدود ۱۲-۹٪ حجم کل زباله‌های جامد و فاضلاب شهری را پلاستیک‌ها تشکیل می‌دهند (Bastioli, 2005).

در ضمن با توجه به طول عمر بالای پلاستیک‌ها و تقریبا زیست‌تخریب‌پذیر نبودن این بسپارها، دچار یک بحران زیست‌محیطی شده‌ایم و باید این مشکل به نحوی حل گردد. یکی از راه حل‌های این مشکل، سنتز و طراحی بسپارهای زیست‌تخریب‌پذیر است. زیست‌تخریب‌پذیری فرایندی است که به موجب آن ریزسازواره‌ها و یا آنزیم‌های آنها یک سوبسترا را به عنوان یک منبع غذایی مصرف و شکل اولیه بسپار را از بین می‌برند (Smith, 2005; Chandra and Rustgi, 1998).

اکثر بسپارها بخاطر دارا بودن ساختار کربنی و مقاومت این ساختار به آنزیم‌ها، در برابر تخریب بیولوژیکی مقاوم هستند. همچنین خاصیت آبگریزی پلاستیک‌ها عامل بازدارنده فعالیت آنزیمی شده است. از طرفی سطح کم و وزن مولکولی بالای بسپارها باعث مقاومت به حمله میکروبی می‌شود (Sorrentino *et al.*, 2007; Domb *et al.*, 1997).

به خاطر دلایل ذکر شده، در طی سال‌های اخیر خصوصا در طی ۳۰ سال گذشته تحقیقات بسیاری روی بسپارهای زیست‌تخریب‌پذیر انجام شده است. درشت مولکول‌های طبیعی مانند پروتئین‌ها، سلولز و نشاسته شامل پیوندهای قابل هیدرولیزی هستند که معمولا به زیست‌تخریب‌پذیری توسط آنزیم‌های هیدرولیتیک ریزسازواره‌ها حساس هستند. بزرگترین گروه بسپارهای زیست‌تخریب‌پذیر، بسپارهایی هستند که در ساختار زنجیره خود دارای پیوندهای قابل هیدرولیز هستند. از جمله این بسپارها می‌توان به پلی‌استرها، پلی‌آمیدها، پلی‌اوره‌ها، پلی‌انیدریدها، پلی (آمید- ان آمین)ها، پلی‌اورتان‌ها و پلی‌فسفاژن اشاره کرد (Tharanathan, 2003; Alvesa *et al.*, 2006; Petersen *et al.*, 1999).

یک گروه از بسپارهای زیست‌تخریب‌پذیر، فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی است. فیلم‌ها ورقه‌های بسیار نازک تهیه شده از بسپارهای زیستی هستند که بصورت یک لایه نازک پیوسته روی غذا و یا در میان اجزای آن قرار داده