تهیه ی فیلم های امولسیونی بر پایه ی پروتئین پسته وحشی(بنه) به همراه اولئیک اسید و بررسی ویژگی های فیزیکی آن

بهناز طوقی عشقی[۱]، ناصر صداقت[۲*]، مسعود تقی زاده[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، علوم و صنایع غذایی، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد، خراسان رضوی، ایران
۲- دانشیار، علوم و صنایع غذایی، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد، خراسان رضوی، ایران
۳- استادیار، علوم و صنایع غذایی، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد، خراسان رضوی، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۵/۰۹/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۱/۱۲)

چکیده

با افزایش روند رشد جمعیت جهانی و نگرانی از وجود منابع محدود و آلودگی های محیط زیست به دلیل پایداری و عدم تجزیه پلیمرهای سنتزی، استفاده از منابع تجدید پذیر برای تولید بیوپلیمرهای زیست تخریب پذیر و دوستدار محیط زیست در دستور کار محققین قرار گرفته است. در این تحقیق فیلم خوراکی امولسیونی با استفاده از پروتئین استحصالی از کنجاله پسته وحشی (٦گرم در ۱۰۰ میلی لیتر)، اسید چرب اولئیک(C18:1) (۲، ٤ و ٦ ٪ w/w پروتئین) و گلیسرول، به عنوان پلاستی سایزر، به نسبت ۱:۰,۳ پروتئین و با افزودن امولسیفایر و هموژنیزاسیون به منظور کاهش نفوذپذیری به بخار آب (WVP) و بهبود ویژگی های فیزیکی تهیه شد.تاثیر غلظت های متفاوت اولئیک اسید با بررسی ویژگی های فیزیکی صورت گرفت. میزان نفوذپذیری به بخار آب (WVP) فیلم های امولسیونی در نتیجه ی افزودن اسید چرب از۲۵,۹۹ $g.mm/m^2dKpa$ به ۱۲,۹۰ کاهش یافت. میزان رطوبت و جذب رطوبت فیلم های امولسیونی با افزایش غلظت اولئیک اسید (OA) کاهش قابل ملاحظه و معناداری (P< ۰/۰۰۱) یافت. مقاومت به کشش (TS) فیلم پروتئینی بنه از ۱۰/۲۰ به ۲/۵۰ مگاپاسکال در فیلم های امولسیونی کاهش معناداری را نشان داد. افزایش طول فیلم (E) نسبت به فیلم پروتئینی (شاهد) افزایش معناداری از ۲۰/۸۲ ٪ به ٤۸/۷۱٪ نشان داد و پس از آن با افزایش غلظت اسید اوائیک روند نزولی مشاهده شد. کدورت به عنوان ویژگی حسی نامطلوب با افزایش غلظت اسید چرب نسبت به فیلم پروتئینی افزایش یافت.

کلید واژگان: فیلم خوراکی امولسیونی، فیلم پروتئینی، پروتئین پسته وحشی، بنه، اولئیک اسید

* مسئول مکاتبات: Sedaghat@um.ac.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-26]

۱- مقدمه

در طی ۵۰ سال گذشته، توسعه روز افزون صنایع پتروشیمی و تکنولوژی های مربوط به تولید پلاستیک های صنعتی، همچنین بروز پیشرفت های چشمگیر در عرصه تولید فیلم های سنتزی برای محافظت از فرآورده های غذایی، مواد دارویی و سایر محصولات، موجب کاربرد هر چه بیشتر پلیمرهای نفتی در صنایع بسته بندی و به خصوص بسته بندی های ویژه مواد غذایی شده است [۱]. پر واضح است که صنعت پلاستیک تا حد زیادی وابسته به نفت بوده و به تبع آن افزایش قیمت نفت خام و گاز طبیعی تا چه اندازه می تواند بر بازار پلاستیک تاثیر گذار باشد. (www.european-bioplastics.org) بنابراین استفاده از مواد خام جایگزین بطور روز افزون اهمیت بیشتری می یابد، تا کنون پلیمرهای سنتزی همانند پلی اتیلن ترفتالات(PET)، پلی وینیل کلراید (PVC)، پلی اتیلن (PE)، پلی پروپیلن (PP) و ... بطور فزاینده ای به عنوان مواد بسته بندی به دلیل دسترسی آسان با هزینه کم و دارا بودن ویژگی های مکانیکی مطلوب، بازدارندگی مناسب در برابر گازهای مختلف و ترکیبات عطری، پایداری حرارتی، داشتن ویژگی هایی مانند نرمی، سبکی، شفافیت و ... مورد استفاده قرار گرفته اند [۲].

پلاستیک سنتزی ماده ای است که در محیط زیست به سهولت و سرعت قابل تجزیه نمی باشد و این زنگ خطری است برای کسانی که به دلیل کاملا منطقی، آلوده کردن محیط زیست را کاری بس ناهنجار به شمار می آورند. از این رو محققان و پژوهشگران همواره در صدد بوده تا راهی برای حل این مشکل اساسی بیابند. این کوشش ها در سال های اخیر نمود بیشتری یافته و در این راستا مواد سازگار با طبیعت در بسته بندی مواد غذایی مورد استفاده قرار گرفته اند [۳].

استفاده از بسته بندی های زیست تخریب پذیر[1] شامل پوشش ها [2] و فیلم های خوراکی[3] بدلیل اینکه بیوپلیمرهای حاصل از فرآورده های کشاورزی قابلیت برگشت به طبیعت را دارند و توسط میکروارگانیسم ها در طی فرآیند کمپوست [4] به محصولات طبیعی مانند دی اکسید کربن، آب، متان و توده ی زیستی (بیومس)[5] تبدیل می شوند واین بیوپلیمرها زیست فروپاشنده هستند و موجب آلودگی محیط زیست نمی شوند همچنین ویژگی آنها در برابر ممانعت نسبی از عبور رطوبت، گازها و مواد محلول و همچنین توانایی آنها بعنوان حامل مواد عطر و طعم، مواد ضد میکروبی، آنتی اکسیدان ها و رنگ ها به عنوان مواد بسته بندی جدید و جایگزین مناسب بسیاری از بسته بندی های پلاستیکی رو به افزایش است [٤, ٥].

فیلم ها و پوشش های خوراکی از منابع گوناگون طبیعی همچون پروتئین ها، پلی ساکاریدها، لیپیدها ویا ترکیبی از این مواد قابل تهیه می باشند. بطور کلی فیلم های با منشا پروتئینی به دلیل اینکه مانع خوبی در برابر نفوذ گازها بوده، همچنین دارای ویژگی های مکانیکی و کیفیت تغذیه ای مطلوبی می باشند مورد توجه بسیاری از پژوهشگران هستند. تا کنون منابع پروتئینی گیاهی و حیوانی گوناگونی برای تهیه فیلم های خوراکی مورد استفاده قرار گرفته اند [٦]. از آن جمله می توان فیلم های حاصل از پروتئین زئین ذرت [۷, ۸]، گلوتن گندم [۹, ۱۰]، پروتئین سویا [۱۱]، پروتئین های آب پنیر [۱۲]، پروتئین های کازئین شیر [۱۳, ١٤]، فیلم های حاصل از پروتئین های میوفیبریلی ماهی [۱۵] و پروتئین سفیده ی تخم مرغ [١٦] نام برد.

فیلم های ساخته شده از بیوپلیمرها ی پروتئینی،پلی ساکاریدی دارای عیوبی از نظر مکانیکی، تراوایی و ویژگی های فیزیکوشیمیایی هستند.نرم کننده ها[6] ،نانوذرات، لیپیدها و ترکیبات ضد میکروبی می توانند برای بهبود ویژگی های فوق به این فیلم ها اضافه شوند. تردی و ضعف مکانیکی این بیوپلیمرها را می توان با افزودن پلاستی سایز و نانو ذرات کاهش داد، همچنین این فیلم ها تمایل بالا به نفوذ پذیری نسبت به بخار آب دارند که با افزودن لیپید های متفاوت قابل کنترل است.افزودن ترکیبات طبیعی با ویژگی های ضد میکروبی به فیلم پلیمرهای زیستی می توانند امنیت غذا و افزایش عمر نگهداری محصول را برای ما به ارمغان آورد [۱۷]. همانطور که اشاره شد فیلم های تهیه شده از پروتئین ها و پلی ساکاریدها ویژگی های مکانیکی مناسبی دارند اما به دلیل ماهیت آبدوستشان تراوایی نسبتا بالایی به مولکول های آب دارند و در بسته بندی مواد غذایی این ویژگی پارامتر نامطلوبی محسوب می شود از طرفی فیلم های لیپیدی تراوایی پایینی نسبت به رطوبت به دلیل ماهیت غیر قطبی خود دارند اما از

1. biodegradable
2. coatings
3. edible film
4. compost
5. biomass
6. plasticizers

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-26]

لحاظ ویژگی های فیزیکی چندان مناسب نبوده و ویژگی های حسی قابل قبولی نمی توانند ایجاد کنند [۱۸].

بنابراین استفاده از سیستم های چند جزئی که در آنها پروتئین تشکیل شبکه منسجم و پیوسته ای می دهد به همراه دیسپرسیون مواد لیپیدی این امکان را می دهد تا فیلم مناسب برای کنترل رطوبت و ایجاد تعادل در محصول طراحی نماییم و برای تولید فیلم های پروتئینی با خواص بازدارندگی بالا نسبت به بخار آب، باید اجزای لیپیدی به محلول تشکیل دهنده فیلم افزوده شود [۱۹–۲۲].

دو روش متفاوت برای ساخت فیلم مرکب، بصورت لایه ای و یا امولسیونی وجود دارد. فرآیند ساخت فیلم های لایه ای مشکل می باشد اما بازدارندگی بالاتری در برابر بخار آب حاصل می شود همچنین امکان ایجاد ترک و حفرات سوزنی و خیلی ریز در فیلم بالا می رود بنابراین به دلیل سهولت ساخت فیلم های امولسیونی آنها نسبت به [۲۳, ۲٤] لامینه کردن فیلم ترجیح داده می شوند.

گالوس و کادزینسکا [۱۷] به بررسی فیلم خوراکی پروتئین آب پنیر به همراه روغن بادام و گردو پرداختند نتایج حاکی از آن بود که با افزایش غلظت روغن ویژگی های فیزیکی فیلم تضعیف شد و سطح آبدوستی و جذب بخار آب با افزایش در غلظت لیپید، کاهش یافت.

کووالژیک و همکاران (۲۰۱٦) به بررسی خواص عملکردی وریزساختاری فیلم امولسیونی پروتئین نخود به همراه نرم کننده سوربیتول پرداختند [۲۵]. به منظور تولید فیلم امولسیونی از غلظت های متفاوت چربی شیر بدون آب (AMF)[1]، موم کاندلیلا[2] (CNW)، لستین[3] (LEC) و اولئیک اسید[4] (Oleic acid) استفاده کردند. نتایج حاکی از آن بود که تنها AMF و CNW باعث کاهش نفوذ پذیری آب شدند و بیشترین تاثیر بر کاهش WVP مربوط به موم کاندلیلا بود.افزایش غلظت لیپید در فیلم پروتئین نخود منجر به کاهش مقاومت نسبت به کشش گردید و بر خلاف چربی های جامد اولئیک اسید ویژگی نرم کنندگی از خود نشان داد و سبب افزایش توسعه پذیری فیلم شد.

ما[5] و همکاران (۲۰۱۲) ویژگی های فیلم ژلاتینی و روغن زیتون را بررسی کردند [۲٦]. روغن زیتون باعث تقویت خاصیت آبگریزی فیلم های ژلاتینی شد. جونگاراونارک[6] و همکاران (۲۰۰٦) گزارش کردند که وجود اسید چرب استر ساکاروز در فیلم ژلاتینی پوست ماهی باعث کاهش بیشتر نفوذ پذیری بخار آب نسبت به فیلم های حاوی اسید چرب با همان میزان شد [۲۷]. آنها بیان کردند اسید چرب استر ساکاروز دارای هر دو ویژگی آبدوستی و آبگریزی می باشد بنابراین به راحتی می تواند پخش شود و با زنجیره ی پروتئینی از طریق برقراری پیوند های هیدروژنیبا سر آبدوست مولکول پیوند برقرار کند و همین سبب ایجاد ابگریزی پیوسته ای در فیلم می شود.

بنه (Mutica Pistacia atlantica subsp)یکی از مهمترین گونه های وحشی پسته در ایران می باشد که بصورت جنگل های خودرو در مخلوط با درختان بادام و بلوط و سایر درختان جنگلی دیده می شوند و در عرصه های بسیار گسترده ای از مناطق خشک و نیمه خشک سازگاری و استقرار یافته اند. گسترش این گونه در مناطق مختلف شرق، غرب، جنوب و مناطق مرکزی حاکی از پایداری و مقاومت این گونه به عوامل مختلف جوی و خاکی در حداقل دو سوم از وسعت کشورمان می باشد [۲۸]. در این پژوهش ما پس از استخراج روغن از بنه با استحصال پروتئین از کنجاله ی ان اقدام به تولید فیلم زیست تخریب پذیر نمودیم و برای بهبود ویژگی های نفوذ پذیری به بخار آب و خصوصیات فیزیکی از اسید چرب غیر اشباع اولئیک استفاده کردیم. هدف از انجام این پژوهش تولید فیلم امولسیونی پروتئین بنه و اسید اولئیک و بررسی تاثیرات افزودن این اسید چرب روی ویژگی های نفوذ پذیری به بخار آب، ویژگی های مکانیکی، کدورت، حلالیت و جذب رطوبت فیلم مرکب تولیدی بود.

۲– مواد و روش ها

۲–۱– مواد

کنجاله بنه – اسید اولئیک – گلیسرول – آزید سدیم – امولسیفایر توئین ۸۰، کلرید کلسیم بدون آب – سولفات پتاسیم

1. anhydrous milk fat
2. candelilla wax
3. lecithin
4. oleic acid

5. ma
6. jongjareonrak

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-26]

– سود – اسبد کلریدریک – فنیل متان سولفونیل فلوراید PMSF از دو شرکت سیگما و مرک خریداری شدند

۲-۲-استخراج پروتئین

ایزوله پروتئین بنه بر اساس روش استخراج قلیایی و ترسیب اسیدی تهیه شد. به ازای هر لیتر حلال 3 میلی مول آزید سدیم، به منظور جلوگیری از رشد میکروارگانیسمها، و5 میلی مول بازدارنده آنزیم پروتئاز PMSF ، جهت ممانعت از تجزیه پروتئین ها در طول زمان استخراج، افزوده شدند. آرد روغن گیری شده ی کنجاله ی بنه با نسبت ۱ به ۱۰ با آب مقطر دیونیزه مخلوط شد سپس با استفاده از سود ۱ مولار pH روی ۹ تنظیم شد و دو ساعت با کنترل مداوم pH بر روی همزن قرار گرفت سپس به مدت ۲۰ دقیقه با دور ۱۵۰۰۰ سانترفیوژ شد محلول شفاف رویی جدا شد با اسید کلریدریک ۰/۱ نرمال به pH ایزوالکتریک پروتئین رسانده شد. یک ساعت دیگر بر روی همزن قرار گرفت سپس با دور ۷۰۰۰ به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شد سپس رسوبات پروتئینی جدا گردید و برای بالا رفتن خلوص آن دو مرتبه با آب مقطر شستشو داده شد هر بار ۵ دقیقه با دور ۵۰۰۰ این عمل صورت گرفت [۲۹].

۲-۳-تهیه فیلم خوراکی از پروتئین کنجاله بنه و اسید چرب

محلول پروتئینی ٦٪ w/v از پودر پروتئین بنه و آب مقطر تهیه کرده و با سود یک نرمال pH آن روی ۹ تنظیم گردید. سپس دمای دستگاه همزن روی°C ۸۰ تنظیم و محلول تحت همزدن با ۱۰۰۰ دور بر دقیقه قرار می گیرد تا به دمای °C ۸۰ برسد پس از آن گلیسرول با نسبت ۳/ **۱:۰ به پروتئین به محلول** اضافه شده و به مدت ۲۵ دقیقه در درجه حرارت °C 2 ± ۸۰ و همزدن حرارت دهی ادامه می یابد برای تهیه فیلم خوراکی امولسیونی اسید اولئیک (در غلظتهای ۲، ٤ و ٦٪ W/W) پروتئین و همچنین امولسیفایر توئین ۸۰ به محلول اضافه شد یک دقیقه با همین شرایط حرارت دهی ادامه یافت سپس محلول با هموژنایزر مدل IKA T25 digital, Ultra-Turrax, Germanyبا دور rpm ۱۳۵۰۰ هموژن می شود سپس دیسپرسیون حاصله در دمای اتاق به وسیله پمپ خلا هواگیری می شود. در نهایت محلول بدست آمده با نسبت۳,۵ mil/cm^2 در پلیت های شیشه ای ریخته میشود. قالبهای حاوی محلول فیلم پروتئین و محلول فیلم امولسیونی به ترتیب به مدت 48 و 40 ساعت در شرایط آزمایشگاه(درجه حرارت °c ۲۲ و رطوبت نسبی ۳۲٪) قرار داده می شوند تا رطوبتشان تبخیر شده و فیلم خوراکی تشکیل گردد .فیلمهای سالم، بدون حباب و ترک برای انجام آزمونها انتخاب می شوند [۲۹].

۲-٤-اندازه گیری ضخامت[1] فیلم خوراکی

ضخامت فیلم ها توسط میکرومتر دیجیتالی مدل QLR digit-IP54, China و قبل از انجام آزمونها تعیین می شود برای فیلم هایی که به منظور تعیین نفوذپذیری به بخار آب تهیه شده اند ضخامت در ۵ نقطه و 4 نقطه در پیرامون و یک نقطه در مرکز فیلم، اندازه گیری و میانگین گرفته می شود. برای فیلمهای آماده شده به منظور تعیین خواص مکانیکی ضخامت ۸ نقطه در امتداد فیلم اندازه گیری می شود.

۲-۵-اندازه گیری نفوذپذیری به بخار آب[2]

اندازه گیری نفوذپذیری به بخار آب فیلم های خوراکی طبق استاندارد ASTM E 96-00 و با روش دسیکانت[3] انجام می گیرد [۳۰]astm. برای تعیین نفوذ پذیری فیلم های خوراکی به بخار آب، ابتدا فیلم ها به مدت ۳روز توسط محلول اشباع نیترات کلسیم ٤ آبه مشروط شدند. سپس ضخامت فیلم در ۵ نقطه (٤ نقطه اطراف فیلم و یک نقطه وسط) اندازه گیری شد. فیلم تهیه شده بر روی ظروف شیشه ای استوانه ای شکل حاوی ٤ گرم کلرید کلسیم بدون آب توسط گیره بسته شد به طوری که سطح ظرف کاملا توسط فیلم پوشانده شود و اطراف آن توسط پارافین کاملا عایق گردید. سپس ظروف در درون دسیکاتور حاوی محلول اشباع سولفات پتاسیم با رطوبت ۹۷٪ قرار گرفت و در طی ۱۲ ساعت اول هر ۲ ساعت یکبار و بعد از آن هر ٢٤ ساعت بوسیله ی ترازو با دقت 0/001 به مدت ۷۲ ساعت توزین شد. نمودار افزایش وزن ظرف بصورت تابعی از زمان ترسیم شد و شیب خط در قسمت خطی محاسبه گردید. نرخ عبور بخار آب و تراوش پذیری به بخار آب توسط روابط ذیل انجام گرفت.

$$WVTR = \frac{Slope}{A} = \frac{\Delta m}{\Delta t \times A} \qquad (۱)$$

WVTR: نرخ عبور بخار آب، Slope: شیب تغییرات وزنی نسبت به تغییرات زمان، تغییرات وزنی (g)، Δt: تغییرات زمانی(ساعت) و A مساحت دهانه ظرف(متر مربع)

1. thickness
2. water vapor permeability
3. desiccant method

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-26]

$$WVP = \frac{WVTR \times X}{\Delta P \times (R_1 - R_2)}$$

WVP: نفوذپذیری به بخار آب (گرم.میلی متر مربع.روز.کیلو پاسکال)X: ضخامت فیلم(mm)،ΔP: اختلاف فشار بخار بین داخل و خارج ظرف شیشه ای بر حسب کیلو پاسکال، R_1:رطوبت نسبی موجود در محیط داخلی دسیکاتور،R_2:رطوبت نسبی موجود در ظرف شیشه ای

۲-۶-تعیین میزان جذب رطوبت[1]

اندازه گیری جذب رطوبت بر اساس روش انگل و دفرنس (۲۰۰۰) صورت گرفت [۳۱]. فیلم به ابعاد cm^2 ۲×۲ بریده شد و در دسیکاتور حاوی کلرید کلسیم بدون آب با رطوبت صفر در دمای آزمایشگاه قرار داده شد. نمونه هر ۲٤ ساعت یکبار (تا رسیدن به وزن ثابت)، توزین شد و سپس در دسیکاتور حاوی محلول اشباع پتاسیم سولفات قرار گرفت و هر ۲٤ ساعت یکبار(تا رسیدن به وزن ثابت)، توزین شد.

$$Moisture\ absorption = \frac{M_2 - M_1}{M_1}$$

M_1،وزن فیلم بعد از رسیدن به وزن ثابت در کلرید کلسیم بدون آب، M_2: وزن فیلم بعد از رسیدن به وزن ثابت در محلول اشباع سولفات پتاسیم

۲-۷-اندازه گیری حلالیت در آب[2]

حلالیت در آب فیلمهای خوراکی توسط روش گونتاردو همکاران (1994)تعیین می شود [۳۲]. فیلم ها در ابعاد ۲×۲ سانتیمتر بریده و توزین می شوند. یک قطعه بعنوان نمونه شاهد به مدت۲٤ ساعت در درجه حرارت°C ۱۰۳ آون گذاری می شود. قطعه دیگر با وزنی برابر شاهد داخل ظرفی که حاوی ۵۰ میلی لیتر آب مقطراست انداخته می شود مقدار % 0/02 w/v سدیم آزید برای جلوگیری از رشد میکروارگانیسم ها به آب مقطر اضافه می شود سپس ظرف حاوی نمونه به مدت ۲٤ ساعت در دمای محیط و داخل شیکر مکانیکی با دور ملایم قرار داده می شود بعد از این مدت نمونه ها از داخل آب مقطر خارج شده و آب سطح آنها تا حد امکان خشک شد و به مدت ۲٤ ساعت در درجه حرارت°C ۱۰۳ آون گذاری میشوند. نمونه ها بعد از سرد کردن داخل دسیکاتور توزین شده .درصد حلالیت با رابطه ذیل تعیین می گردد.

$$\%\,\text{Solubility} = \frac{M_d - M_s}{M_d} \times 100$$

که M_d ، وزن فیلم بعد از آون گذاری و M_s ، وزن فیلم بعد از حل کردن و آون گذاری است.

۲-۸-اندازه گیری محتوای رطوبت[3] فیلم خوراکی

برای اندازه گیری مقدار رطوبت از روش گو و همکاران (۲۰۱٤) استفاده شد [۳۳]. ابتدا فیلمها توسط قیچی به ابعاد کوچکتر از ۰/۵ سانتیمتر بریده می شوند سپس به مقدار یک گرم داخل پتری دیش قرار داده می شود پتری دیش را قبلاً به وزن ثابت رسیده ایم .پتری دیش حاوی نمونه به مدت ۲٤ ساعت در درجه حرارت°C ۱۰۳ آون گذاری می شود. بعد از این مدت نمونه ها داخل دسیکاتور سرد و توزین شدند .مقدار رطوبت با فرمول ذیل محاسبه می شود :

$$\%\,\text{Moisture} = \frac{M_i - M_d}{M_i - M_p} \times 100$$

که M_i ، وزن پتری دیش و نمونه قبل از آون گذاری، M_d ، وزن پتری دیش و نمونه بعد از آون گذاری و Mp وزن پتری دیش می باشد.

۲-۹- اندازه گیری میزان کدروت[4] فیلم خوراکی

میزان کدورت فیلمهای خوراکی طبق روش گونتارد و همکاران [۳٤] تعیین گردید. فیلم ها به ابعاد ۳/٤ ×۷/۰ بریده می شوند و داخل سل اسپکتروفوتومتر UV-Vis قرار می گیرند. مقدار جذب فیلم در دامنه طول موج ۸۰۰-٤۰۰ نانومتر اندازه گیری و طیف جذبی آن رسم می شود . مساحت زیر منحنی طول موج –جذب توسط دستگاه مساحت سنج تعیین می گردد و به عنوان کدورت فیلم بیان می گردد .واحد کدورت $AV.nm^{\circ}$ است.

۲-۱۰-تعیین مقاومت به کشش[5] و ازدیاد طول[6] تا نقطه پارگی

پارامترهای مقاومت به کشش و ازدیاد طول تا نقطه پارگی بر اساس استاندارد ASTM D882 – 02 و بوسیله دستگاه

1. moisture absorption
2 .water solubility

3. moisture content
4. opacity
5. tensile strengh
6. elongation

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-26]

بافت سنج اندازه گیری می شود [۳٤]. فیلمها به ابعاد۱٤×۲ سانتیمترمربع بریده شده سپس به اندازه۲ سانتیمتر از هر دو انتهای فیلم بین فک ها قرار گرفته و سفت می شوند و در لحظه پاره شدن فیلم تست پایان می یابد. مقدار مقاومت به کشش بر حسب مگاپاسکال (MPa) بیان می شود.

۲-۱۱- تجزیه و تحلیل آماری

آنالیز آماری با طرح آنالیز واریانس یک طرفه و مقایسه ی میانگین ها با استفاده از آزمون توکی برآورد شد و از نرم افزار اکسل برای رسم نمودارها استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱-نفوذ پذیری به بخار آب (WVP)

قابلیت بازدارندگی فیلم در برابر بخار آب عبارتست از توانایی آن در کاهش تبادل رطوبت محصول بسته بندی شده یا پوشش داده شده با اتمسفر خارجی [۲۳]. که هر چه این تبادل کمتر باشد فیلم کارآمدتر است. فاکتور هایی مانند :تحرک زنجیره ی پلیمری و بر هم کنش بین گروه های عملکردی پلیمر ها بر تراوش پذیری به بخار آب اثر می گذارد.در این آزمایش میانگین ضخامت فیلم ها ۰/۲μm می باشد و تمامی توزین ها در شرایط یکسان از لحاظ دما و رطوبت انجام شده است.

در جدول شماره ۱ میزان WVP فیلم پروتئینی و فیلم های حاوی اسید اولئیک در نسبت های متفاوت نشان داده شده اند. همانطور که مشاهده می شود افزودن اسید چرب اولئیک به فیلم پروتئینی بنه، باعث کاهش معنی دار نفوذ پذیری به بخار آب فیلم شد. حضور اسید اولئیک در محلول تشکیل دهنده ی فیلم تا حدودی باعث کاهش تحرک زنجیر های پلیمری شده و سبب کاهش پراکنش مولکول های آب بین زنجیرهای پروتئینی می شود که در نهایت با کاهش WVP همراه است [۳۵].

Table 1 Comparing the mean values (standard deviation) of water vapor permeability in different concentration of Oleic Acid in edible films based on wild pistachio (baneh) protein.

OA Concentration Protein %w/w	WVP (mmg/m^2dkpa)	Level of Significance
0	25.99±0.39 [a]	< 0.001
2	20.33±0.50 [b]	
4	14.77± 1.47 [c]	
6	12.90±0.89 [d]	

Different letters within a column indicate significant differences among concentrations

با افزایش غلظت اسید چرب در ساختار فیلم این روند ادامه یافت و میزان WVP از mmg/m^2dkpa ۲۵,۹۹ به ۱۲,۹ کاهش یافت. تشکیل شبکه ی لیپیدی درون ماتریکس پروتئینی و وجود فاز پراکنده ی هیدروفوب حتی در نسبت های کم سبب عدم پیوستگی در فاز هیدروفیل شده که باعث افزایش فاکتور پیچ خوردگی[1] برای انتقال جرم می شود بنابراین WVP کاهش می یابد.

Table 2 Physical properties of edible films based on wild pistachio (baneh) protein emulsified with various concentrations of oleic acid.

OA Concentration w/w %Protein	Moisture Absorption(%)	Moisture content(%)
0	156.33±21.82 [a]	43.16 ± 3.07 [a]
2	90.84±16.17 [b]	37.10 ± 1.34 [b]
4	71.53±1.85 [b,c]	34.01 ± 0.58 [c]
6	63.11±2.64 [c]	32.92 ± 0.27 [d]

فیلم بنه به علت بالا بودن نسبت اسید آمینه های قطبی(آسپارتیک و گلوتامیک) به اسید آمینه های غیر قطبی و خاصیت آبدوستی بالای پروتئین تشکیل دهنده دارای مقاومت در برابر رطوبت و بازدارندگی نسبت به بخار آب ضعیفی می باشد [۳٦]. برای اصلاح این پارامتر اسید چرب اولئیک، که هم دارای خاصیت پلاستی سایزری و هم هیدروفوب می باشد به ترکیب فیلم افزوده شد تا با طبیعت آبگریز و با پراکنده شدن در داخل ماتریس پروتئینی بتواند باعث کنترل نفوذپذیری به بخار آب در فیلم های امولسیون پروتئین گردد. پروتئین ها هر چقدر اسید آمینه های غیر قطبی (آبگریز) نسبت به اسید آمینه های قطبی در ساختارشان بالاتر باشد بازدارندگی بیشتر خواهد بود [۳۷]. اسید آمینه های غیر قطبی در پروتئین های پرولامینی بالا هستند مانند زئین ذرت و گلیادین گندم در نتیجه موجب بازدارندگی بالاتر آنها نسبت به پروتئین های آلبومینی و گلوبولینی مانند پروتئین های آب پنیر در برابر بخار آب می

1. tortuosity factor

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-26]

گردد. آبدوست بودن اکثر بیوپلیمر ها نه تنها باعث پایین بودن بازدارندگی آنها نسبت به بخار آب می گردد بلکه با جذب آب توسط فیلم بیوپلیمری تحرک زنجیرهای پلیمر افزایش یافته و نفوذ پذیری نسبت به گازهای مستقل نیز افزایش می یابد [۷]. توزیع خوب لیپید در ساختار فیلم فاکتور مهمی در کنترل تبادل رطوبت است. در فیلم های امولسیفیه آب از سر تاسر ماتریکس فیلم نفوذ کرده و فاز پراکنده ی لیپید فقط مسیر عبور آن را پر پیچ و خم می نماید [۱۰].

غلظت مواد هیدروفوب تاثیر بسزایی بر روی نفوذ پذیری به بخار آب دارد. با افزایش غلظت تا حد معینی بازدارندگی افزایش و پس از غلظت معینی، کاهش می یابد. در غلظت های بالاتر به علت کاهش یکپارچگی و پیوستگی شبکه بیوپلیمر، بازدارندگی کاهش می یابد بنابراین غلظت اپتیمم استفاده از مواد لیپیدی در فیلم مرکب با توجه به تاثیر آن بر کاهش نفوذ پذیری به بخار آب و ویژگی های مکانیکی مورد نظر تعیین می شود [۳۸].

نتایج مشابهی توسط وارگاس و همکاران (۲۰۰۹)گزارش شده که به بررسی فیلم کیتوزان با غلظت های متفاوت اسید اولئیک پرداختند [۳۹] و نتیجه حاکی از آن بود که با افزایش غلظت اسید چرب میزان جذب رطوبت کاهش یافته است، اما این کاهش از بین ٤ غلظت متفاوت فقط بین دو غلظت CH–4OA 1OA–CH معنی دار($p<0.05$) بوده است. همچنین قاسملو و همکاران غلظت های متفاوت اسید اولئیک بر فیلم کفیرین را ارزیابی کردند [۳۵] و با افزایش غظت اسید چرب، کاهش نفوذ پذیری به بخار آب را ثبت کردند. هاگن مایر و همکاران اثر غلظت های متفاوت اسید چرب استئاریک را بر WVP فیلم های هیدروکسی پروپیل متیل سلولز(HPMC)را بررسی کردند و شاهد کاهش ۳۰۰ برابری نفوذ پذیری به بخار اب فیلم های حاوی٪ ۵۰-٤۰ اسید چرب نسبت به میزان اولیه بودند اما آنها بیان نمودند که این کاهش بصورت یک رابطه خطی نیست [۳۸].

۳-۲- جذب رطوبت

اندازه گیری جذب رطوبت فیلم ها، برای پیش بینی پایداری و تغییرات کیفی فیلم طی بسته بندی محصولات غذایی اهمیت دارد. بطور کلی، مقدار جذب رطوبت فیلم با افزایش فعالیت آبی (رطوبت نسبی) افزایش می یابد. میزان جذب رطوبت فیلم های امولسیونی حاوی اسید اولئیک نسبت به فیلم شاهد کاهش معنی داری ($p<0.001$) را نشان دادند.با افزایش غلظت اسید اولئیک، جذب رطوبت فیلم های امولسیونی بجز غلظت ٤ (w/w% پروتئین) کاهش معنی داری نشان دادند.

اسید چرب اولئیک دارای یک پیوند غیر اشباع ($C_{18}H_{34}O_2$) می باشد. زنجیره ی بلند هیدروکربنی دارد و دارای خاصیت هیدروفوب می باشد. با این وجود اسید چرب های غیر اشباع قطبیت بیشتری نسبت به انواع اشباع دارند وکارایی کمتری در کنترل رطوبت دارند. دمای ذوب اولئیک اسید ١٤-١٣ درجه سانتی گراد می باشد. این اسید چرب در دمای محیط و دمای مد نظر برای تولید فیلم مایع است و می تواند جریان پیدا کند و بطور یکنواخت تری در ساختار فیلم امولسیونی قرار بگیرد ، قطرات چربی در ساختار فیلم زمانی که مایع باشند به راحتی می توانند تغییر شکل بدهند ولی این اتفاق زمانی که جامد هستند نمی افتد. از آنجایی که در تعیین ویژگی جذب آب ، ساختار فیلم حائز اهمیت است [٤٠]. در نتیجه ی جریان یافتن اولئیک اسید در بین ماتریس پروتئینی و پراکنده شدن فاز هیدروفوب در ساختار فیلم میل ترکیبی با مولکول های آب کاهش یافته و طولانی شدن مسیر برای نفوذ رطوبت باعث کاهش بیشتر نفوذ آب با افزایش غلظت ماده ی آبگریز در ساختار فیلم می شود [٤١].

عمده ی پروتئین های گیاهی که تولید فیلم و پوشش از آنها با موفقیت انجام گرفته به شکل کروی هستند. زنجیرهای این پروتئین ها، تا می شوند و توسط پیوند های درون مولکولی هیدروژنی، دی سولفید، آبگریز و یونی ساختار کروی و پایداری را تشکیل می دهند. این پروتئین ها برای تشکیل فیلم باید توسط حرارت، اسید، باز و یا حلال دناتوره شوند تا ساختارشان باز و گسترده گردد و سپس توسط پیوند های هیدروژنی، یونی، آبگریز و دی سولفیدی زنجیره ها بهم متصل شوند و فیلم پیوسته ای تشکیل دهند [۲۳]. در اثر دناتوراسیون پروتئین ها گروه های آبگریز (SH-) در سطح آنها ظاهر می شوند که باعث کاهش قدرت جذب آب می گردند. چنانچه دناتوراسیون در سطح وسیع تری صورت بگیردکه باعث تجمع و اتصال مولکول های پروتئین به یکدیگر شود، سطح کمتری از پروتئین در تماس با مولکول های آب قرار گرفته و از قدرت جذب آب آن کاسته می شود [٤٢].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-26]

۳-۳- محتوای رطوبت

محتوای رطوبت فیلم های امولسیونی نسبت به فیلم پروتئینی فاقد اسید چرب ۳۰٪ کاهش یافت. در غلظت ٤٪ اسید اولئیک با وجود مشاهده ی روندکاهشی، نسبت به میزان ها ی ۲ و ٦ (w/w ٪ پروتئین) کاهش معنادار نبود.حضور اسید چرب اولئیک فقط برای داشتن طبیعت آبگریزش می تواند باعث کاهش محتوای رطوبت شود [٥]. اولئیک اسید ایجاد پیوند های کووالانسی بین گروه های عاملی و زنجیره های پروتئینی پسته وحشی(بنه) می کند که سبب کاهش دسترسی به گروه های هیدروکسیل می گردد. بنابراین جایگزینی بخشی از برهم کنشهای آب-پروتئین (توسط پیوند های هیدروژنی) با برهم کنشهای لیپید-پروتئین سبب کاهش محتوای رطوبت در فیلم می گردد [۳٥].

زاهدی(۱۳۸۸) تاثیر نوع و غلظت اسید های چرب پالمتیک و استئاریک را بر محتوای رطوبت فیلم های گلوبولین پسته مورد ارزیابی قرار داد [۲۲] نتیجه حاکی از آن بود که نوع اسید چرب اختلاف معنی داری($p>0/05$) بین رطوبت فیلم های خوراکی ایجاد نکرد. اما غلظت های متفاوت اسیدهای چرب باعث کاهش معنی دار محتوای رطوبت گردید.

۳-٤-آزمون های مکانیکی

۳-٤-۱- مقاومت به کشش

آزمون های مکانیکی نشان دهنده ی دوام فیلم و توانایی آن برای افزایش حفظ و نگهداری مواد غذایی است. مقاومت به کشش، حداکثر تنش کششی است که ماده می تواند تحمل کند بدون اینکه دچار کرنش دائمی گردد ، به عبارت ساده تر نشان دهنده ی مقاومت فیلم در مقابل کش آمدن است [٤۳]. فیلم های پروتئینی استحکام کشش نهایی کمتری نسبت به اغلب فیلم های پلی ساکاریدی و همچنین فیلم های سنتزی دارند. افزودن لیپید یا موم به فیلم پروتئینی مقاومت به کشش و مدول یانگ را کاهش داده و سبب افزایش در صد ازیاد طول می شود.قنبری همچنین امکان ایجاد ترک و حفرات سوزنی و خیلی ریز در فیلم نیز بالا می رود. نتایج این تحقیق نشان داد فیلم های امولسیونی نسبت به فیلم پروتئینی کاهش معنادار ۰/۰۰۱> و حدود۳۵ تا ۷۵٪ را در میزان کشش نهایی نشان دادند و این کاهش با افزایش غلظت اسید چرب همچنان ادامه یافت. معمولا فیلمی از نظر مکانیکی مطلوب است که مقاومت به کشش، میزان کش آمدگی و انعطاف پذیری آن بالا بوده و ترد و شکننده نباشد [٤٤].

پروتئین ها ماهیت پلیمری داشته و انواع پیوند های قطبی شامل الکتواستاتیک، هیدروژنی و دی سولفیدی باعث ایجاد یک شبکه ی قوی می شوند با افزودن اسید چرب به دلیل تفاوت در قطبیت بر هم کنش ضعیفی بین اسید چرب و پروتئین ایجاد می شود و ساختار ناهمگن فیلم پروتئینی و اسید چرب اولئیک احتمالا باعث تضعیف واکنش های بین مولکولی آنها شده و به طبع آن مقاومت به کشش کاهش یافته است [٤۳, ٤٥]. کارپین و همکاران(۲۰۱٦) اثر روغن کاکائو را بر ویژگی های مکانیکی فیلم ایزوله ی سویا ارزیابی کرده و شاهد افزایش انعطاف پذیری وروند کاهش ملایم میزان مقاومت به کشش فیلم ها بودند [٤٦].

۳-٤-۲- افزایش طول

برخی از لیپید ها برای افزایش انعطاف پذیری وکشش پذیری فیلم بکار می روند. این لیپید ها در واقع نرم کننده بوده و از طریق تضعیف نیروهای بین مولکولی بین زنجیرهای پلیمری مجاور باعث کاهش مقاومت مکانیکی و در اکثر مواقع به دلیل نقش نرم کنندگی سبب افزایش ازدیاد طول فیلم می شوند. اسید اولئیک از طریق گروه های قطبی می تواند با ماتریکس پروتئینی پیوند برقرار کند که سبب تغییر موازنه ی پیوندها در شبکه ی پروتئینی و نهایتا تغییر خواص عملکردی آن می شود. کشش پذیری فیلم های امولسیونی بنه در نتیجه ی افزودن اسید اولئیک نسبت به فیلم شاهد ۲۰۷٪ افزایش داشت و پس از آن با افزایش غلظت اسید چرب روند نزولی را نشان داد. علت این رفتار را می توان به دلیل عدم توانایی کافی لیپید ها برای ایجاد یک ماتریکس پیوسته و چسبناک و کاهش پیوستگی شبکه ی پروتئین بدلیل حضور گلبول های چربی بیان کرد [۲۹].

درمقایسه با فیلم های سنتزی میزان TS فیلم پروتئین بنه MPa ۱۰/۲-۲/٥ بوده که بسیار کمتر از پلیمری مانند LDPE (۹-۱۷MPa)-پلی استارین (MPa 55–35) و سلوفان (MPa 114) می باشد به هر حال این فیلم E بالایی را نشان داد بیشتر از سلوفان (۲۰٪) – پلی استایرن (۱٪) اما به اندازه ی LDPE (۵۰۰٪) نمی تواند کش بیاید [٤۷].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-26]

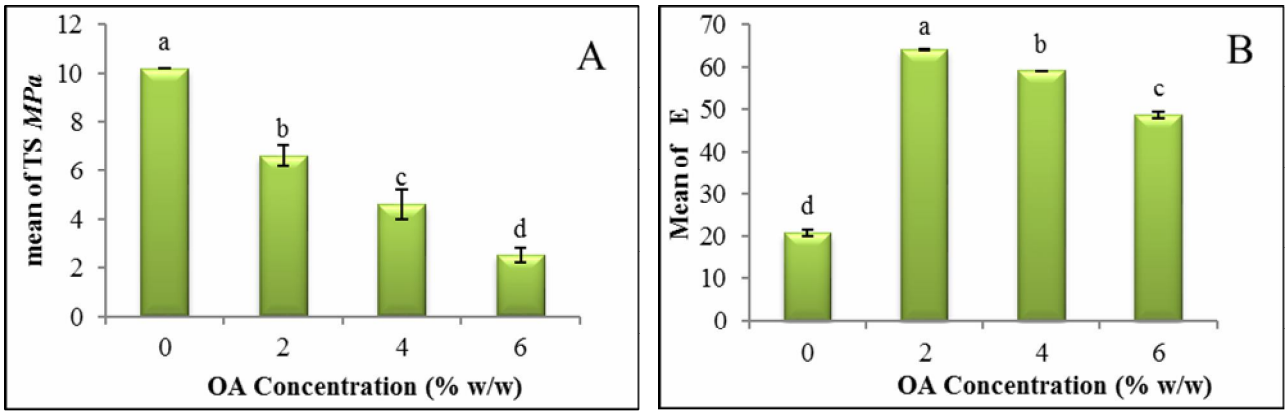

Fig 1 Mechanical properties: (A) TS: tensile strength (B) Elongation for emulsified edible films based on wild pistachio protein and different concentration of Oleic acid. The concentrations are based on pistachio (baneh) content.

۳-۵- کدورت

شاخص کدورت می تواند مقدار نور جذب شده توسط ماده ی بسته بندی را نشان بدهد.ابراهیمی کدورت، ویژگی مهمی در مبحث بسته بندی می باشد که می تواند به کنترل اثر گذاری نور بر محتویات بسته ی غذایی کمک کند. فیلم های امولسیونی نسبت به فیلم شاهد فاقد اسید چرب در غلظت های٪ ٤ و ٦ اختلاف معنی داری از لحاظ کدورت را نشان دادند اما در غلظت ۲٪ اسید اولئیک اختلاف با فیلم پروتئینی معنی دار نبود [٤٨].

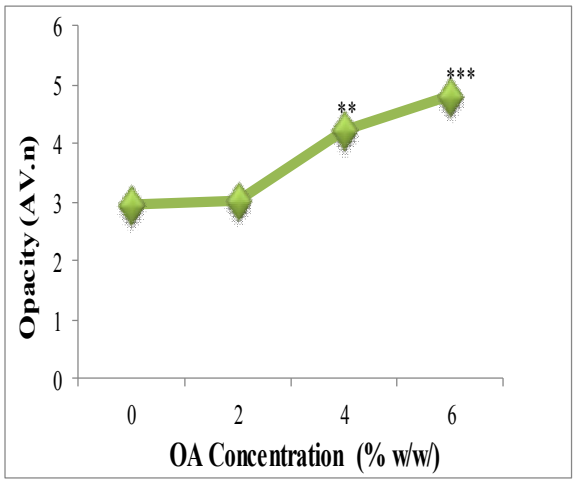

Fig 2 the effect of different concentration of oleic acid in edible films based on wild pistachio protein on opacity. The concentration is based on wild pistachio content.

افزودن اسید چرب و امولسیفایر به محلول پروتئین ی باعث ایجاد امولسیون شده و هموژنیزاسیون هم سبب کاهش اندازه ی ذرات امولسیون می شوند. هر چه اندازه ی ذرات کوچکتر باشد نور را بیشتر پراکنده کرده و رنگ فیلم مات تر می گردد. اسید های چرب جامد به دلیل بالا بودن نقطه ذوبشان تاثیر بیشتری بر کدورت در مقایسه با روغن مایع همانند اولئیک اسید که در دمای محیط مایع است دارند. بطور کلی کدورت فیلم های امولسیونی به اندازه ی ذرات و غلظت لیپید بستگی دارد. معمولا فیلم هایی با ذرات چربی کوچکتر وغلظت کمتر شفاف تر می باشند [٤٩]. کارپین و همکاران اثر نرم کننده عصاره ی یوکا [1] و روغن کاکائو را بر کدورت فیلم سویا بررسی کرده و شاهد بالا رفتن کدورت فیلم با افزایش غلظت روغن بودند [٤٦]. زاهدی و همکاران با افزودن اسیدهای چرب پالمتیک و استئاریک به فیلم گلبولین پسته شاهد افزایش ۲/۵ برابری کدورت به ازای ٦٪ اسید چرب در مقایسه با فیلم گلبولین پسته بودند [۲۲].

٤- نتیجه گیری

افزودن اسید چرب اولئیک به فیلم پروتئینی بنه بجز فاکتور کدورت که باعث افزایش آن شد در بقیه موارد تاثیر مثبت گذاشت. نفوذ پذیری به بخار آب که فاکتوری حائز اهمیت در نگهداری ماده ی غذایی می باشد در غلظت ٦٪ اسید اولئیک حدودا ۵۰٪ نسبت به فیلم شاهد کاهش نشان داد. همچنین شاهد کاهش میزان رطوبت و جذب رطوبت که فاکتوری برای پیش بینی پایداری و تغییرات کیفی فیلم طی بسته بندی مواد غذایی است بودیم. میزان مقاومت به کشش کاهش و افزایش طول به دلیل خاصیت پلاستی سایزی اسید اولئیک نسبت به فیلم فاقد اسید چرب افزایش یافت.

1. yucca schidigera extract

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-26]

۵- منابع

[1] Krochta JM (2002) Proteins as raw materials for films and coatings: definitions, current status, and opportunities. In A. Gennadios (Ed.), Protein-based Film coatings, 1–41, London New York: CRC PRESS.

[2] Siracusa V, Rocculi P, Romani S, Dalla Rosa M (2008) Biodegradable polymers for food packaging: a review. Trends Food Sci Technol, 19:634–643.

[3] Ebrahimi SE, Koocheki A, Milani E, Mohebbi M (2016) Interactions between Lepidium perfoliatum seed gum–Grass pea (Lathyrus sativus) protein isolate in composite biodegradable film. Food Hydrocoll 54:302–314.

[4] Barreto PLM, Pires ATN, Soldi V (2003) Thermal degradation of edible films based on milk proteins and gelatin in inert atmosphere. Polym Degrad Stab 79:147–152.

[5] Gontard N, Guilbert S (1994) Bio-packaging: technology and properties of edible and/or biodegradable material of agricultural origin. In: Food Packag. Preserv. Springer, pp 159–181

[6] Perez-Gago MB, Krochta JM (2000) Drying temperature effect on water vapor permeability and mechanical properties of whey protein-lipid emulsion films. J Agric Food Chem 48:2687–2692.

[7] Landry J, Delhaye S, Damerval C (2002) Comparative efficiencies of isopropyl and tert-butyl alcohols for extracting zeins from maize endosperm. J Agric Food Chem 50:4131–4134.

[8] Parris N, Coffin DR (1997) Composition factors affecting the water vapor permeability and tensile properties of hydrophilic zein films. J Agric Food Chem 45:1596–1599.

[9] Ali Y, Ghorpade VM, Hanna MA (1997) Properties of thermally-treated wheat gluten films. Ind Crops Prod 6:177–184.

[10] Kayserilioglu BS, Bakir U, Yilmaz L, Akkas N (2003) Drying temperature and relative humidity effects on wheat gluten film properties. J Agric Food Chem 51:964–968.

[11] Park SK, Hettiarachchy NS, Were L (2000) Degradation behavior of soy protein-wheat gluten films in simulated soil conditions. J Agric Food Chem 48:3027–3031.

[12] Longares A, Monahan FJ, O'riordan ED, O'sullivan M (2004) Physical properties and sensory evaluation of WPI films of varying thickness. LWT-Food Sci Technol 37:545–550.

[13] Chick J, Ustunol Z (1998) Mechanical and Barrier Properties of Lactic Acid and Rennet Precipitated Casein□Based Edible Films. J Food Sci 63:1024–1027.

[14] Banerjee R, Chen H (1995) Functional properties of edible films using whey protein concentrate. J Dairy Sci 78:1673–1683.

[15] Mohajer S, Rezaei M, Hosseini SF (2017) Physico-chemical and microstructural properties of fish gelatin/agar bio-based blend films. Carbohydr Polym 157:784–793.

[16] Lim L-T, Mine Y, Tung MA (1998) Transglutaminase cross-linked egg white protein films: tensile properties and oxygen permeability. J Agric Food Chem 46:4022–4029.

[17] Galus S, Kadzińska J (2016) Whey protein edible films modified with almond and walnut oils. Food Hydrocoll 52:78–86.

[18] Shi W, Dumont M-J (2014) Processing and physical properties of canola protein isolate-based films. Ind Crops Prod 52:269–277.

[19] Chick J, Hernandez RJ (2002) Physical, Thermal, and Barrier Characterization of Casein□Wax□Based Edible Films. J Food Sci 67:1073–1079.

[20] Shellhammer TH, Krochta JM (1997) Whey protein emulsion film performance as affected by lipid type and amount. J Food Sci 62:390–394.

[21] Avena,Bustillos RJ, Krochta JM (1993) Water Vapor Permeability of Caseinate,Based Edible Films as Affected by pH, Calcium Crosslinking and Lipid Content. J Food Sci 58:904–907.

[22] Zahedi Y, Ghanbarzadeh B, Sedaghat N (2010) Physical properties of edible emulsified films based on pistachio globulin protein and fatty acids. J Food Eng 100:102–108.

[23] Ghanbarzadeh B, Almasi H, Zahedi Y (1999) Edible biodegradable biopolymers in food and drug packaging. Ghanbarzadeh, B., Almasi, H., & Zahedi, Y., Tehran

[24] Debeaufort F, Voilley A (1995) Effect of surfactants and drying rate on barrier properties of emulsified edible films. Int J food Sci Technol 30:183–190.

[25] Kowalczyk D, Gustaw W, Zięba E, et al (2016) Microstructure and functional properties of sorbitol-plasticized pea protein isolate emulsion films: Effect of lipid type and concentration. Food Hydrocoll 60:353–363.

[26] Ma W, Tang C-H, Yin S-W, et al (2012) Characterization of gelatin-based edible films

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-26]

incorporated with olive oil. Food Res Int 49:572–579.
[27] Jongjareonrak A, Benjakul S, Visessanguan W, Tanaka M (2006) Fatty acids and their sucrose esters affect the properties of fish skin gelatin-based film. Eur Food Res Technol 222:650–657.
[28] Fattahi M (1999) Environmental impacts caused by the improper operation of the vegetation. Articles National Plant Protection Conference oaks and mastics in the Zagros. Res Inst For Rangelands 15–17.
[29] Fabra MJ, Talens P, Chiralt A (2008) Tensile properties and water vapor permeability of sodium caseinate films containing oleic acid–beeswax mixtures. J Food Eng 85:393–400.
[30] ASTM. (2000). Standard method for water Vapor transmission of materials. In Designation E96-00). Philadelphia: American Society for Testing and Materials.
[31] Angles MN, Dufresne A (2000) Plasticized starch/tunicin whiskers nanocomposites. 1. Structural analysis. Macromolecules 33:8344–8353.
[32] Gontard N, Duchez C, CUQ J, GUILBERT S (1994) Edible composite films of wheat gluten and lipids: water vapour permeability and other physical properties. Int J food Sci Technol 29:39–50.
[33] Guo J, Ge L, Li X, et al (2014) Periodate oxidation of xanthan gum and its crosslinking effects on gelatin-based edible films. Food Hydrocoll 39:243–250.
[34] ASTM. (2002). Standard method for Tensile Properties of Thin Plastic Sheeting. In In Annual Book of ASTM Standards, Designation D882-02). philadelphia: American Society for Testing and Materials.
[35] Ghasemlou M, Khodaiyan F, Oromiehie A, Yarmand MS (2011) Characterization of edible emulsified films with low affinity to water based on kefiran and oleic acid. Int J Biol Macromol 49:378–384.
[36] Jahanbazy Gojani H, Iranmanesh Y, Naghavi H (2012) Economic Value of Pistachio (Pistacia Mutica) Meal and ITS USING ON Feeding of Herbivorous Animals. Int J Sci Nat 3(1):73-77.
[37] Kokoszka S, Debeaufort F, Hambleton A, et al (2010) Protein and glycerol contents affect physico-chemical properties of soy protein isolate-based edible films. Innov Food Sci Emerg Technol 11:503–510.
[38] Hagenmaier RD, Shaw PE (1990) Moisture permeability of edible films made with fatty acid and hydroxypropyl methyl cellulose. J Agric Food Chem 38:1799–1803.
[39] Vargas M, Albors A, Chiralt A, González-Martínez C (2009) Characterization of chitosan–oleic acid composite films. Food Hydrocoll 23:536–547.
[40] Su J-F, Huang Z, Yuan X-Y, et al (2010) Structure and properties of carboxymethyl cellulose/soy protein isolate blend edible films crosslinked by Maillard reactions. Carbohydr Polym 79:145–153.
[41] Rocca-Smith JR, Marcuzzo E, Karbowiak T, et al (2016) Effect of lipid incorporation on functional properties of wheat gluten based edible films. J Cereal Sci 69:275–282.
[42] Fatemi, H. (2008). Food Chemistry. (1th ed). Tehran: EA Publishing Inc.
[43] Fabra MJ, Jiménez A, Atarés L, et al (2009) Effect of fatty acids and beeswax addition on properties of sodium caseinate dispersions and films. Biomacromolecules 10:1500–1507.
[44] Hosseini SF, Rezaei M, Zandi M, Ghavi FF (2013) Preparation and functional properties of fish gelatin–chitosan blend edible films. Food Chem 136:1490–1495.
[45] Ryan M, McEvoy E, Duignan S, et al (2008) Thermal stability of soy protein isolate and hydrolysate ingredients. Food Chem 108:503–510.
[46] Carpiné D, Dagostin JLA, de Andrade EF, et al (2016) Effect of the natural surfactant Yucca schidigera extract on the properties of biodegradable emulsified films produced from soy protein isolate and coconut oil. Ind Crops Prod 83:364–371.
[47] Smith, S.A., Bakker, M., (Ed.), The Wiley Encyclopedia of Packaging Technology, John Wiley & Sons, New York, 1986, pp. 514–523.
[48] Villalobos R, Chanona J, Hernández P, et al (2005) Gloss and transparency of hydroxypropyl methylcellulose films containing surfactants as affected by their microstructure. Food Hydrocoll 19:53–61.
[49] Pérez-Gago MB, Krochta JM (2001) Lipid particle size effect on water vapor permeability and mechanical properties of whey protein/beeswax emulsion films. J Agric Food Chem 49:996–1002.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-26]

Production and physical evaluation of an emulsified edible films based on wild pistachio (Baneh) protein with oleic acid

Toghi-Eshghi, B. [1], Sedaghat, S. [2*], Taghizadeh, M. [3]

1. M.Sc. Student, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
2. Assistant professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
3. Associated professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

(Received: 2016/11/30 Accepted:2017/01/31)

With the increasing trends of global population growth and concerns about limited resources and environmental pollution that caused by their stability and lack of decomposition of synthetic polymers, use of renewable resources to produce biodegradable films that can improve product quality and reduce waste disposal problems are being explored. In this study, an emulsified edible films based on protein extracted from wild pistachio meal (6 grams per 100 mL), oleic acid (C18: 1) (2, 4 and 6% w / w protein) and glycerol as plasticizer, the ratio of 1: 0.3 protein and the addition of emulsifiers and homogenizer to reduce the water vapor permeability (WVP) was developed and improved physical properties. Impact of different concentrations of oleic acid was conducted by examining physical characteristics. The water vapor permeability (WVP) of emulsion films decreased from g.mm/m2dKpa 25.99 to 12.90 as a result of increasing the amount of fatty acid. The Moisture content and moisture absorption of emulsion films decreased significantly (001/0 P <) with increasing concentrations of oleic acid (OA). Tensile strength (TS) was decreased significantly from 20/10 to 50/2 MPa in Baneh-protein based emulsified edible film. Elongation (E) of control film indicated a significant increase from 82/20% to 71/48% and then the downward trend was observed with increasing the oleic acid concentration. Opacity as undesirable sensory characteristic, increased in the protein film by increasing concentrations of the fatty acid.

Kewords: Emulsified edible film, Protein film, Wild pistachio protein, Baneh, oleic acid

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-26]

* Corresponding Author E-Mail Address: Sedaghat@um.ac.ir