بررسی اثر گلیسرول و سوربیتول بر ویژگیهای فیلم های خوراکی ایزوله پروتئین سویا به روش سطح پاسخ

دریادخت سرمدی زاده[۱]، فوژان بدیعی[۲]*، ندامفتون‌آزاد[۳]، محمدرضا احسانی[۴]، آرتیمس عامری شهرابی[۵]

۱-دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد مهندسی علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات
۲-نویسنده مسئول: استادیار مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، بخش تحقیقات مهندسی صنایع غذایی
۳-استادیار بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس
۴- استاد گروه مهندسی علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات
۵- دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد مهندسی علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات
(تاریخ دریافت: ۸۹/۴/۶ تاریخ پذیرش: ۹۰/۸/۱۶)

چکیده

فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی جهت ارتقاء سطح کیفی و افزایش ماندگاری محصولات غذایی در صنعت استفاده می‌شوند. در این تحقیق ابتدا ایزوله پروتئین سویا به روش استخراج قلیایی و ترسیب اسیدی تهیه شد. در ادامه فیلم های خوراکی از ترکیب پروتئین سویا با پلاستی سایزرهای گلیسرول یا سوربیتول در نسبت های مشخص تهیه شدند. اثر غلظت‌های مختلف پروتئین سویا و پلاستی‌سایزرهای گلیسرول و سوربیتول بر خواص فیزیکی و مکانیکی فیلم های تهیه شده از ایزوله پروتئین سویا به روش سطح پاسخ بررسی گردید. نتایج نشان داد که افزایش غلظت پروتئین سویا باعث افزایش مقاومت کششی، کدورت، ضخامت و میزان انتقال بخار آب و کاهش میزان کشش در فیلم های تهیه شده از ایزوله پروتئین سویا می‌شود. از طرفی افزایش غلظت پلاستی-سایزرهای گلیسرول و سوربیتول باعث افزایش میزان انتقال بخار آب، میزان کشش، میزان اختلاف رنگ، ضخامت و کدورت و کاهش قدرت کششی فیلم-های پروتئینی گردید. مدل‌های پیشنهادی بدست آمده به روش سطح پاسخ به‌خوبی قادر به برازش داده‌های آزمایشی ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی فیلم-های پروتئین سویا بودند(R^2>۰/۸۶). این مدل‌ها نشان دادند که نوع و غلظت پلاستی‌سایزر و غلظت پروتئین عوامل اصلی تعیین‌کننده ویژگی فیلم هستند و اثر معنی‌داری بر ویژگیهای فیلم‌های پروتئین سویا دارند.

کلید واژگان: ایزوله پروتئین سویا، فیلم خوراکی، سوربیتول، گلیسرول، روش سطح پاسخ

* مسئول مکاتبات: fjbadii@gmail.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2022-05-18]

۱- مقدمه

در سالهای اخیر فیلم های خوراکی در بحث صنایع غذایی، جایگاه خاصی را به خود اختصاص داده اند. فیلم خوراکی عبارتست از لایه‌ای نازک که بر سطح یا بین ترکیبات مادهٔ غذایی قرار می گیرد و از جابه جایی مواد بین مادهٔ غذایی و محیط اطراف جلوگیری می کند و نیز می تواند به عنوان پوشش در بسته بندی محصولات غذایی جهت کاهش آلودگی استفاده شود [۱،۲،۳]. به طور کلی فیلم های خوراکی برای افزایش ماندگاری و بهبود کیفیت غذاها به کار می روند و از مهاجرت رطوبت، اکسیژن، دی اکسید کربن، مواد عطر زا و چربی ها جلوگیری می نمایند [۴]. فیلم‌ها و پوشش های خوراکی باید بی مزه باشند و در صورتیکه دارای طعم خاص و قابل توجهی هستند، خصوصیات حسی آنها با نوع غذا سازگار باشد، طعم دلپذیری داشته باشند و به آسانی در دهان و یا در آب و روغن بکار رفته در ساختار غذا، توزیع شوند [۶،۵].

کاربرد فیلم‌های خوراکی در محصولات غذایی به سال‌های بسیار دور برمی‌گردد. چینی‌ها در قرن دوازدهم و سیزدهم میلادی مرکبات را با موم (واکس) پوشش می‌دادند تا از افت وزن و کاهش رطوبت آنها جلوگیری شود[۵]. در قرن شانزدهم میلادی گوشت را با چربی پوشش می‌دادند تا از چروکیدگی آن جلوگیری شود. در همان زمان برای نگهداری گوشت و سایر مواد غذایی، آنها را با فیلم‌های ژلاتین پوشش می‌دادند [۷]. یوبا[1] نوعی فیلم ترکیبی چربی و پروتئین خوراکی است که از قرن پانزدهم در شرق آسیا به طور سنتی از شیر سویا تهیه می‌شده است[۸،۳]. در قرن نوزدهم فندق و بادام را با ساکارز پوشش می‌دادند تا از اکسید شدن و تندی آنها جلوگیری شود. از دهه ۱۹۳۰ تاکنون، سطح میوه‌ها را با امولسیون موم‌ها و روغن در آب پوشش می‌دهند. این پوشش‌ها ویژگی‌های ظاهری و رنگ میوه را بهبود می‌بخشند و باعث کنترل رسیدگی، انتقال قارچ‌کش‌ها و کاهش افت آب میوه می‌شوند [۵].

یکی از روش‌های تولید فیلم‌های تجزیه‌پذیر استفاده از پلیمرهای طبیعی[2] نظیر کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌هاست [۹]. در میان این موارد، استفاده از پروتئین در تهیه پوشش خوراکی بیشتر مورد توجه قرار گرفته است. این فیلم‌ها علاوه بر بهبود ارزش تغذیه‌ای ماده غذایی، ویژگی‌های مکانیکی و تراوایی بهتری نسبت به فیلم‌های تهیه شده از کربوهیدرات‌ها و چربی‌ها دارند [۱۰]. تاکنون پروتئین‌های فراوانی از جمله ژلاتین، کازئین، پروتئین آب پنیر، زئین ذرت، گلوتن گندم و ایزوله پروتئین سویا برای این منظور بررسی شده‌اند که به علت گران قیمت بودن پروتئین‌های حیوانی، انواع گیاهی آنها بیشتر مورد توجه قرار گرفته‌اند [۱۰،۱۱]. پروتئین سویا در مقایسه با سایر پروتئین‌های گیاهی ارزش تغذیه‌ای بالایی دارد و نسبتاً ارزان است و می توان از آن محصولات متفاوتی تولید نمود. ارزش غذایی بالا، محتوای اسیدهای آمینه ضروری و خواص عملگرای عالی پروتئین سویا باعث می‌شوند که این پروتئین بعنوان یک ماده مغذی با ارزش به شمار آید [۱۲،۱۰]. به علت قابلیت بالای ایجاد فیلم، فراورده‌های پروتئینی حاصل از آرد سویای روغن‌کشی شده، از جمله ایزوله سویا و کنسانتره سویا را می‌توان برای فیلم‌های خوراکی به کار برد [۹]. این پروتئین، پوششی با بافت یکنواخت، شفاف و انعطاف‌پذیر ایجاد می‌کند که نسبت به نفوذ اکسیژن و چربی بسیار مقاوم است [۱۳]، ولی به‌دلیل خواص آب‌دوستی پروتئین سویا، فیلم تهیه شده از آن، مقاومت کمی در برابر رطوبت دارد [۳]. پروتئین سویا مناسب برای پوشش‌دهی کشمش و خشکبار است و از دست رفتن رطوبت را کاهش می‌دهد. پوشش پروتئین سویا در محصولات سرخ شده باعث کاهش جذب روغن می‌شود و از تبادل رطوبت جلوگیری می‌کند [۱۴].

نفوذپذیری فیلم‌ها نسبت به بخار آب و اکسیژن تحت تأثیر فاکتورهایی همچون ساختار پلیمر، نوع و غلظت پلاستی سایزر، حلال و غیره قرار می‌گیرد. فیلم تهیه شده از پلیمر طبیعی شکننده است. افزودن پلاستی‌سایزر به ماتریکس پلیمری باعث می‌شود تا شکنندگی فیلم کاهش یافته و انعطاف‌پذیری آن افزایش یابد. خواص فیزیکی و مکانیکی فیلم‌ها را می‌توان با تغییر نوع و غلظت پلاستی‌سایزر کنترل نمود. پلاستی سایزرها یا نرم کننده ها، مولکولهای کوچک با وزن مولکولی پایین و غیر فرار هستند که باعث افزایش جنبش مولکولی زنجیره‌های پلیمری، جدا شدن

1. Yuba
2. Biopolymers

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2022-05-18]

نسبی زنجیره‌ها از یکدیگر و کاهش اصطکاک بین آنها می‌شوند و در حقیقت به عنوان یک روان کننده داخلی عمل می‌کنند، در نتیجه باعث بهبود خواص فیزیکی و مکانیکی فیلم و افزایش انعطاف پذیری زنجیره های پلیمری می‌شوند. با افزودن پلاستی-سایزرها، فیلمی با قابلیت شکنندگی کمتر، انعطاف پذیرتر و با بافت بهتر به دست می‌آید [۴].

از آنجاکه ساختمان مولکولی پروتئین سویا قطبی و آب‌دوست است، ترکیبات هیدروکسیلی نظیر گلیسرول و سوربیتول برای بهبود ویژگی‌های فیلم پروتئینی سویا بسیار مناسبند. در این تحقیق فیلم خوراکی با غلظت‌های مختلف ایزوله پروتئین سویا و پلاستی‌سایزرهای گلیسرول و سوربیتول تهیه شد و اثر این دو پلاستی‌سایزر بر برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی فیلم‌های خوراکی برپایه ایزوله پروتین سویا مقایسه شد.

۲- مواد و روشها

۲-۱- مواد: لوبیای سویا (گونه DPX) که از گرگان و از شرکت دانه های روغنی تهیه شد. محلول n- هگزان (C_6H_{14}) با درجه خلوص ۹۵٪ ، سود و اسید کلریدریک غلیظ از شرکت مرک (Merck) آلمان، سوربیتول (۹۷٪) از شرکت آکروس امریکا (Acros) تهیه شدند.

۲-۲- تهیه آرد سویای بدون چربی: آرد کامل از دانه سویا توسط دستگاه آسیاب بدست آمد. آرد سویای بدون چربی از آرد کامل به روش استخراج سرد تولید شد [۱۵].

۲-۳- تهیه ایزوله پروتئین سویا: ایزوله پروتئین سویا از آرد سویای بدون چربی با استفاده از روش استخراج قلیایی و رسوب اسیدی تهیه شد. آرد حاصل به نسبت ۱ به ۱۰ با آب مقطر مخلوط شد و به کمک محلول سود ۱ نرمال به pH=۱۰ رسانده شد. نمونه به خوبی روی همزن به مدت ۱ ساعت مخلوط و با استفاده از سانتریفوژ با دور ۳۰۵۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفوژ شد. محلول شفاف رویی جدا و با استفاده از اسید کلریدریک ۰/۱ نرمال به pH=۴/۳ (pH ایزوالکتریک پروتئین سویا) رسانده شد. این سوسپانسیون به طور کامل روی همزن به مدت ۱ ساعت مخلوط و با استفاده از سانتریفوژ با دور ۳۰۵۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفوژ شد تا رسوب پروتئینی جدا گردد. رسوب حاصل با استفاده از آب شستشو داده شد تا pH آن به حدود ۷ برسد. سپس ایزوله مرطوب سویا با ازت مایع به طور آنی منجمد و بلافاصله در خشک کن انجمادی خشک شد. ایزوله پروتئین در ظروف دردار در دمای ۱۸- درجه سلسیوس نگهداری شد [۱۴،۱۶]. مقدار پروتئین ایزوله بدست آمده ۹۰/۲٪ بود که مطابق با روش استاندارد AOAC اندازه‌گیری شد [۱۷].

۲-۴- تهیه فیلم از ایزوله پروتئین سویا: مقادیر مناسب از ایزوله پروتئین سویا بر حسب گرم (۲/۶، ۳، ۴، ۵، ۵/۴) در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل شدند. پلاستی سایزرهای گلیسرول و سوربیتول در مقادیر مناسب (۰/۲۶، ۰/۳۰، ۰/۴۰، ۰/۵۰، ۰/۵۴ گرم به ازای هر گرم پروتئین سویا) به ایزوله پروتئین سویا افزوده شدند (مقادیر مناسب پروتئین و پلاستی‌سایزر براساس روش سطح پاسخ مطابق جدول۱ تعیین شدند). مخلوط حاصل با استفاده از همزن با دور بالا (۹۰۰۰ دور در دقیقه) به مدت ۲ دقیقه مخلوط شد، سپس pH این محلول با کمک سود ۰/۱ نرمال در حالیکه روی گرمکن همزن دار در دمای ۸۰ درجه درجه سانتی گراد به مدت ۲۰ دقیقه هم زده می‌شد، به ۱۰ رسانیده شد. ۱۵ گرم از محلول شفاف حاصل داخل ظروف پلی استیرن ۱۱×۱۱ سانتی‌متر ریخته و در دمای ۱ ± ۲۵ درجه سانتی گراد خشک شد. بعد از این مدت فیلم‌ها در محیطی با رطوبت نسبی ۵۵ درصد و دمای ۲۵ درجه سلسیوس به مدت ۵ روز نگهداری شدند [۶،۱۸].

۲-۵- تعیین ضخامت فیلم: ضخامت فیلم با استفاده از میکرومتر دستی با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر اندازه گیری شد. ضخامت در هشت نقطه از فیلم اندازه‌گیری و میانگین در محاسبات مربوط به آزمون های مکانیکی و تراوایی به بخار آب به کار برده شد.

۲-۶- اندازه‌گیری کدورت فیلم‌ها: کدورت فیلم‌های پروتئین سویا با استفاده از دستگاه رنگ سنج مدل DP 25 9000 و به روش هانترلب اندازه‌گیری شد. کدورت (Y) بر اساس نسبت کدورت هر کدام از نمونه ها روی کاشی استاندارد

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2022-05-18]

مشکی رنگ (Y_b) و کدورت هر کدام از نمونه ها نسبت به کاشی استاندارد سفید رنگ (Y_w) تعیین و با استفاده از رابطه (۱) محاسبه شد.

$$Y=Y_b/Y_w \quad (1)$$

این محاسبات به صورت خودکار توسط دستگاه رنگ‌سنج و با نرم افزار یونیورسال[3] صورت گرفت [۱۹].

۲-۷- بررسی رنگ فیلم‌ها: رنگ فیلم‌های پروتئین سویا با استفاده از دستگاه رنگ‌سنج و به روش هانترلب مورد بررسی قرار گرفتند. میزان رنگ با استفاده از پارامترهای هانتر بر حسب سفیدی-سیاهی (L^*) ، قرمزی-سبزی (a^*) و زردی-آبی (b^*) بیان شد. تغییر رنگ کلی (ΔE) با استفاده از رابطه (۲) محاسبه شد [۱۶،۲۰].

$$\Delta E=[(L_0-L)^2 + (a_0-a)^2 + (b_0-b)^2]^{0.5}$$

L_0، a_0 و b_0 مربوط به نمونه شاهد (بدون پلاستی سایزر) است.

۲-۸- آزمون مقاومت کششی: آزمون مقاومت کششی فیلم ها بر اساس روش استاندارد ASTM[4] شماره D ۸۸۲-۰۲ (۲۰۰۷a) انجام شد. برای این منظور نوارهایی به اندازه ۴×۱ سانتی‌متر از فیلم‌ها جدا شدند. مقاومت کششی و مقدار کشش با استفاده از دستگاه بافت سنج هانسفیلد[5] مدل H5KS تعیین گردید. فیلم‌ها با لود سل ۵۰۰ نیوتن و با سرعت ۱۰ میلی‌متر بر دقیقه کشیده شدند و مقاومت کششی و میزان کشش تا نقطه پارگی محاسبه شد [۲۱].

۲-۹- اندازه گیری میزان انتقال بخار آب: میزان تراوایی به بخار آب در فیلم بر اساس روش استاندارد ASTM شماره E ۹۶-۰۰ (۲۰۰۷b) تعیین شد. برای این منظور فنجانک-های ویژه‌ای (با قطر داخلی ۴۵ میلی‌متر، ارتفاع ۳۰ میلی‌متر و پهنای لبه ۱۲ میلی‌متر) طراحی شدند. مقداری نمک کلرید کلسیم بدون آب در هر فنجانک ریخته شد. سطح رویی ظروف با فیلم-های تهیه شده پوشانده شد. سپس فیلم‌ها با استفاده از درپوش ویژه و گیره محکم شدند. اطمینان حاصل شد که درزی بین فیلم و ظرف وجود نداشته باشد و تنها محل عبور بخار آب، سطح فیلم باشد. فنجانک ها توزین شده و در دسیکاتور حاوی نمک نیترات منیزیم که در دمای ۲۵ درجه درجه سانتی گراد ، رطوبت نسبی معادل با ۵۵ درصد ایجاد می‌کند، قرار داده شدند، سپس دسیکاتورها در انکوباتور با دمای ثابت ۲۵ درجه سانتی گراد قرار داده شدند. میزان تراوایی بخار آب بر اساس افزایش وزن فنجانک ها محاسبه و در نموداری بر اساس زمان رسم شدند. مقدار شیب نمودارها محاسبه شد و در نهایت با استفاده از رابطه (۳)، میزان انتقال بخار آب[6] (WVTR) بر حسب گرم بر متر-مربع.ساعت محاسبه گردید.

$$WVTR=(G/t)/A \quad (3)$$

که در آن G تغییر وزن بر حسب گرم، t زمان بر حسب ساعت و A سطح مقطع در تماس با بخار آب بر حسب متر مربع است [۲۲].

۲-۱۰- طرح آزمایشی: در این تحقیق برای ارزیابی اثرهای اصلی و متقابل فاکتورهای مختلف، از یک طرح فاکتوریل شکسته[7] به صورت سطح پاسخ استفاده شد. در مرحله تهیه فیلم‌های پروتئین سویا از یک طرح مرکب مرکزی چرخش پذیر[8] با دو متغیر مستقل و شش متغیر وابسته استفاده شد. متغیرهای مستقل شامل غلظت‌های ایزوله پروتئین سویا و پلاستی‌سایزرهای گلیسرول یا سوربیتول هستند و شش متغیر وابسته شامل میزان انتقال بخار آب،مقاومت کششی،میزان کشیدگی، تغییر رنگ، ضخامت و کدورت فیلم های پروتئین سویا می‌باشند. مقادیر کدگذاری شده برای متغیرهای مستقل عبارتند از ۱/۴۴- (کوچکترین سطح)، ۱- (سطح میانی)، ۱ و ۱/۴۴ (بزرگترین سطح). طرح کامل شامل ۱۲ نقطه آزمایشی و یک نقطه مرکزی با ۴ تکرار می‌باشد. نقطه مرکزی برای تخمین خطای تجزیه و پیش‌بینی ویژگی برازش مدل است. هر شش متغیر وابسته (y) یا پاسخ تحت تاثیر دو متغیر مستقل قرار می‌گیرند. جدول ۱ مقادیر کدگذاری شده مربوط به متغیرهای مستقل را نشان می دهد.

3. Universal Software 3.2
4. American Standard Test Method
5. Hounsfield
6. Water Vapor Transmission Rate
7. Fractional factorial design
8. Box,s central composite design

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2022-05-18]

۲-۱۱-تجزیه آماری: داده‌های آزمایشی برای هر یک از متغیرهای وابسته با معادله زیر برازش شدند:

(۴)

$$Y=b_0+b_1X_1+b_2X_2+b_{12}X_1X_2+b_{11}X_1^{2}+b_{22}X_2^{2}$$

b_n: ضرایب ثابت رگرسیون

X_1, X_2, X_3: متغیرهای مستقل کد گذاری شده

تجزیه واریانس[9] و محاسبه ضریب رگرسیون با نرم‌افزار اکسل[10] به‌دست آمد. با نرم‌افزار سیگماپلات[11] نیز نمودارهای سه‌بعدی رسم شدند.

۳- یافته‌ها و بحث

فیلم‌های خوراکی از ایزوله پروتئین سویا با استفاده از پلاستی سایزرهای گلیسرول و سوربیتول در نسبتهای مشخص تهیه شدند و ویژگیهای فیلم‌ها از قبیل تعیین ضخامت، کدورت، تغییر رنگ، مقاومت کششی، میزان کشش و میزان انتقال بخار آب اندازه گیری شد. قبل از انجام آزمایشها، فیلم ها در دمای $25 \pm 1\ ^{o}C$ و رطوبت نسبی ۵۵٪ به مدت ۵ روز نگهداری شدند و سپس آزمونهای فیزیکی و مکانیکی روی آنها انجام شدند، زیرا خواص مکانیکی فیلم‌ها به شدت تحت تأثیر دو پارامتر رطوبت نسبی و دما قرار می گیرد [۱۳].

۳-۱- میزان انتقال بخار آب (WVTR) فیلم های تهیه شده از ایزوله پروتئین سویا

جدول۲ نتایج برازش داده‌های آزمایشی مربوط به میزان انتقال بخار آب فیلم‌های ایزوله پروتئینی سویا و گلیسرول را با معادله ۴ نشان می‌دهد. با توجه به جدول ۲ در مورد میزان انتقال بخار آب، ضرایب b_2 و b_{11} در سطح احتمالی ۱٪ و ضریب b_1 در سطح احتمالی ۵٪ معنی دار شده‌اند ولی ضرایب b_{12} و b_{22} معنی دار نمی باشند، بنابراین اثر خطی غلظت پروتئین و پلاستی‌سایزر گلیسرول و اثر درجه دوم غلظت پروتئین بر میزان انتقال بخار آب فیلم‌های خوراکی بر پایه ایزوله پروتئینی سویا و پلاستی-سایزر گلیسرول معنی‌دار شده‌است. معادله ۵، معادله رگراسیون محاسبه شده در مورد میزان انتقال بخار آب فیلم های تهیه شده از ایزوله پروتئین سویا با گلیسرول بر اساس روش سطح پاسخ را نشان می دهد.

(۵)

$$WVTR=۱/۴۹-۰/۴۲P+۰/۵۷G+۰/۶۴P^{۲}$$

درمعادله فوق غلظت‌های ایزوله پروتئین سویا با(P) و پلاستی-سایزر گلیسرول با (G) نشان داده شده است شکل ۱-الف نشان می دهد که غلظت پروتئین و پلاستی سایزر گلیسرول هر دو بر میزان انتقال بخار آب فیلم های تهیه شده از ایزوله پروتئین سویا اثر معنی دار داشته اند. با توجه به شکل با افزایش میزان غلظت پلاستی سایزر، میزان انتقال بخار آب به طور خطی افزایش یافته ولی در مورد غلظت پروتئین، با افزایش آن میزان انتقال بخار آب ابتدا کاهش و سپس افزایش یافته است و از یک تابع درجه دوم تبعیت می کند.

با توجه به جدول۳ در مورد متغیر انتقال بخار آب فیلم های ایزوله پروتئینی سویا و سوربیتول، ضریب $b_۱$ در سطح احتمالی ۱٪ و ضرایب $b_۲$ و $b_{۲۲}$ در سطح احتمالی ۵٪ معنی دار هستند و ضرایب $b_{۱۱}$ و $b_{۱۲}$ معنی دار نمی باشند، بنابراین اثر خطی غلظت پروتئین و پلاستی‌سایزر سوربیتول و اثر درجه دوم غلظت پلاستی سایزر سوربیتول بر میزان انتقال بخار آب فیلم‌های خوراکی بر پایه ایزوله پروتئینی سویا و پلاستی‌سایزر سوربیتول معنی‌دار شده‌است و معادله رگرسیون محاسبه شده در مورد میزان انتقال بخار آب این فیلم‌ها بر اساس روش سطح پاسخی بصورت معادله ۶ به دست آمد.

$$WVTR=۲/۴۰-۱/۰۸P+۰/۵۴S-۰/۶۲S^{۲}$$ (۶)

S: غلظت سوربیتول

شکل۱-ب نیز نشان می دهد که غلظت پروتئین و پلاستی سایزر هر دو بر میزان انتقال بخار آب فیلم ها تأثیر گذار بوده اند. با توجه به شکل با افزایش غلظت پلاستی سایزر سوربیتول، میزان انتقال بخار آب در فیلم ها افزایش یافته است که اثر افزایش پلاستی سایزر بر این ویژگی به صورت خطی و درجه دوم است در حالیکه مطابق شکل۱-الف افزودن گلیسرول فقط بصورت خطی باعث افزایش WVTR فیلم پروتئینی می‌شود.

[9] ANOVAs
[10] Microsoft excel
[11] Sigmaplot

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2022-05-18]

جدول ۱ جدول تعیین سطوح مختلف فیلم های خوراکی تهیه شده از ایزوله پروتئین سویا

پلاستی سایزر (٪)	میزان پروتئین (گرم)	تیمارها
۳۰ (-۱)	۳ (-۱)	۱
۳۰ (-۱)	۵ (۱)	۲
۵۰ (۱)	۳ (-۱)	۳
۵۰ (۱)	۵ (۱)	۴
۴۰ (۰)	۲/۶ (-۱/۴۱)	۵
۴۰ (۰)	۵/۴ (۱/۴۱)	۶
۲۶ (-۱/۴۱)	۴ (۰)	۷
۵۴ (۱/۴۱)	۴ (۰)	۸
۴۰ (۰)	۴ (۰)	۹
۴۰ (۰)	۴ (۰)	۱۰
۴۰ (۰)	۴ (۰)	۱۱
۴۰ (۰)	۴ (۰)	۱۲

جدول ۲ جدول ضرایب رگرسیون (R^2) و تجزیه واریانس ۶ پاسخ متفاوت برای فیلم ایزوله پروتئینی سویا با نرم کننده گلیسرول

ضرایب	ضخامت	کدورت	رنگ	میزان کشش	مقاومت کششی	میزان انتقال بخار آب
b_0	۶۵/۰۲	۵/۸۷	$۱/۹۲\times۱۰^{-۸}$	۵۴۳/۱۸	۱۱/۸۷	۱/۴۹
خطی						
b_1	۱۱/۳۰**	۰/۱۹*	۰/۳۷ns	۳۰/۴۹ns	۱/۹۵*	-۰/۴۱*
b_2	۶/۵۱**	-۰/۵۸**	$۰/۴۴\times۱۰^{-۳}$**	۹۲/۴۶**	-۲/۳۴*	۰/۵۶**
اثر متقابل						
b_{12}	۰/۲۵ns	$-۰/۷۵\times۱۰^{-۴}$ns	$۰/۵۳\times۱۰^{-۲}$**	۹۲/۵**	-۱/۸۵ns	۰/۰۲ns
اثر درجه دوم						
b_{11}	-۴/۲۶*	۰/۱۱ns	۰/۲۵ns	-۷۲/۳۱**	-۴/۴۳**	۰/۶۳**
b_{22}	-۲/۵۰ns	$۰/۶۹\times۱۰^{-۲}$**	۰/۳۳**	-۵۵/۹۶*	-۲/۳۳*	۰/ ۱۱ns
ضریب همبستگی (R^2)	۰/۹۳	۰/۹۳	۰/۹۳	۰/۹۳	۰/۹۰	۰/۹۱
مقدار احتمال F رگرسیون	۱۷/۸۹	۱۶/۷۳	۱۷/۲۶	۱۸/۵۸	۱۲/۰۶	۱۲/۷۰

ns معنی دار نیست

* معنی دار در سطح احتمالی ۵٪

** معنی دار در سطح احتمالی ۱٪

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2022-05-18]

پلاستی‌سایزرهای گلیسرول و سوربیتول به دلیل داشتن وزن مولکولی پایین و گروههای قطبی، به‌راحتی با پروتئینها ترکیب شده و باعث کاهش دانسیته و افزایش فضاهای خالی در شبکه پروتئینی و در نهایت افزایش میزان انتقال بخار آب فیلم می‌شوند. گلیسرول و سوربیتول با دارا بودن خاصیت آبدوستی باعث نرم شدن ساختار فیلم های خوراکی و افزایش خاصیت آبدوستی فیلم ها (به دلیل داشتن گروههای هیدروکسیلی) می شوند. اختلاف در میزان انتقال رطوبت در فیلم های تهیه شده با پلاستی سایزرهای گلیسرول و سوربیتول به دلیل تفاوت در میزان جذب رطوبت پلاستی سایزرها می باشد. مولکولهای گلیسرول دارای گروههای هیدروکسیلی بیشتری نسبت به مولکولهای سوربیتول می باشند، بنابراین فیلم های حاوی گلیسرول قادر به جذب مولکولهای آب بیشتری می باشند. میزان غلظت پلاستی سایزر نیز بر میزان انتقال بخار آب تأثیر می گذارد. هرچه غلظت پلاستی سایزر بیشتر باشد، فیلم رطوبت بیشتری جذب می کند که همانطور که ذکر شد به دلیل ماهیت آبدوستی پلاستی سایزر می باشد [۲۴،۲۳،۶]. نتایج مشابهی نیز قبلاً در مورد اثر پلاستی‌سایزرهای مختلف بر انتقال بخارآب فیلم پروتئینی سویا گزارش شده‌است [۳۲،۳۴،۳۵].

۳-۲- میزان کشش فیلم های تهیه شده از ایزوله پروتئین سویا

با توجه به جدول ۲ در مورد متغیر میزان کشش فیلم پروتئینی سویا با پلاستی‌سایزر گلیسرول، ضرایب b_2، b_{12} و b_{11} در سطح احتمال ۱٪ و ضریب b_{22} در سطح احتمالی ۵٪ معنی دار شدند ولی ضریب b_1 معنی دار نشد، لذا برای میزان کشش فیلم های تهیه شده از ایزوله پروتئین سویا با گلیسرول، معادله رگراسیون ۷ بر اساس روش سطح پاسخ بدست آمد. این معادله و شکل ۲-الف نشان می‌دهد که اثر خطی غلظت گلیسرول، اثر متقابل غلظت گلیسرول و پروتئین و اثر درجه دوم غلظت پروتئین بر میزان کشش فیلم‌های خوراکی بر پایه ایزوله پروتئینی سویا و پلاستی‌سایزر گلیسرول معنی‌دار شده اند.

$$EXT=۵۴۳/۱۸+۹۲/۴۶G+۹۲/۵PG-۷۲/۳۱P^۲-۵۵/۹۶G^۲ \quad (۷)$$

EXT: میزان کشش

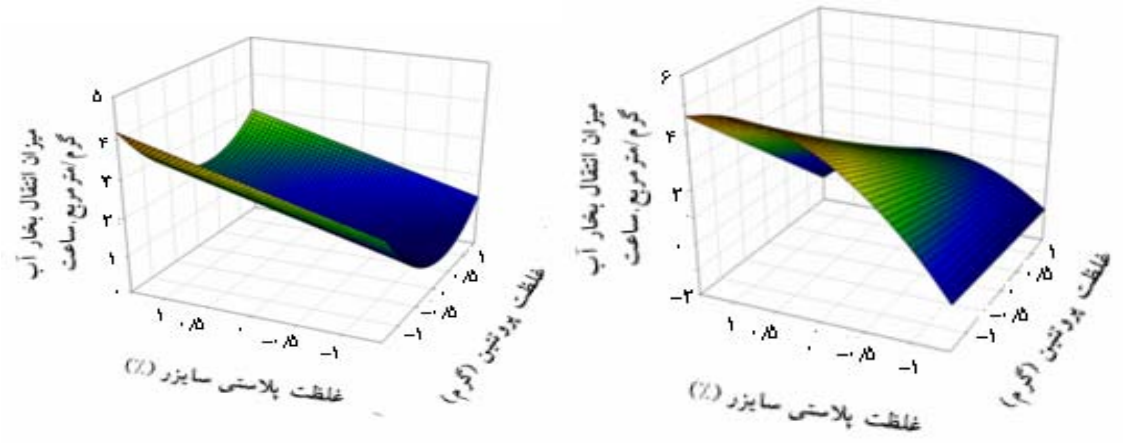
با توجه به جدول ۳ در مورد متغیر میزان کشش فیلم پروتئینی حاوی سوربیتول، ضریب b_2 در سطح احتمال ۱٪ و ضریب b_1 در سطح احتمال ۵٪ معنی دار هستند و سایر ضرایب معنی دار نمی باشند، بنابراین معادله رگرسیون محاسبه شده در مورد میزان کشش فیلم های تهیه شده از ایزوله پروتئین سویا با سوربیتول بر اساس روش سطح پاسخی به صورت معادله ۸ می باشد. بر اساس این معادله اثر خطی غلظت پروتئین و پلاستی‌سایزر سوربیتول بر میزان کشش فیلم‌های خوراکی بر پایه ایزوله پروتئینی سویا و پلاستی‌سایزر سوربیتول معنی‌دار شده است.

$$EXT=۳۵/۶۹-۲/۴۹P+۵/۳۵S \quad (۸)$$

با توجه به شکل ۲-ب با افزایش غلظت پروتئین میزان کشش فیلم های تهیه شده از ایزوله پروتئین سویا با سوربیتول به طور خطی کاهش یافته و برعکس با افزایش غلظت پلاستی سایزر میزان کشش فیلم ها به طور خطی افزایش یافته است.بنابراین هم غلظت پروتئین و هم غلظت پلاستی سایزر بر میزان کشش فیلم ها مؤثر بوده اند.

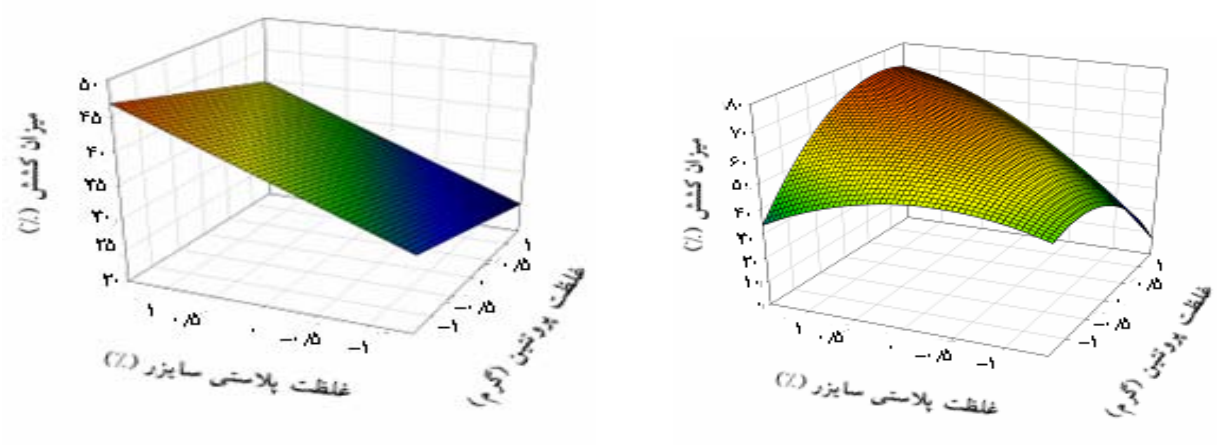
فیلم های خالص تهیه شده از پروتئین سویا ترد و شکننده هستند، مقاومت کششی بالا و میزان کش آمدگی پایین دارند. بنابراین برای بهبود خواص مکانیکی آنها افزودن پلاستی سایزر ضروری است. با افزودن پلاستی سایزر خواص مکانیکی فیلم ها تغییر می‌کند. مولکول پلاستی سایزر به درون شبکه پروتئینی راه می یابد و پیوندهای ضعیف پلاستی سایزر – پروتئین جایگزین پیوندهای پروتئین–پروتئین می شوند. افزایش فضای بین مولکولی و ایجاد پیوندهای ضعیف تر باعث می شوند تا هنگام اعمال نیرو زنجیره ها راحت تر روی یکدیگر بلغزند، در نتیجه فیلم انعطاف پذیر تر می شود. به طور کلی افزایش در غلظت پلاستی سایزر، باعث افزایش میزان کشش در فیلم می شود [۱۳،۱۸،۲۳،۲۴]. در حالیکه مطابق شکل۲ اثر گلیسرول نسبت به سوربیتول بر این ویژگی بیشتر است.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2022-05-18]



ب الف

شکل ۱ میزان انتقال بخار آب فیلم های تهیه شده از الف) ایزوله پروتئین سویا با گلیسرول ب) ایزوله پروتئین سویا با سوربیتول



ب الف

شکل ۲ میزان کشش فیلم های تهیه شده از الف) ایزوله پروتئین سویا با گلیسرول ب) ایزوله پروتئین سویا با سوربیتول

جدول ۳ جدول ضرایب رگرسیون (R^2) و تجزیه و تحلیل واریانس ۶ پاسخ متفاوت برای فیلم ایزوله پروتئینی سویا با نرم کننده سوربیتول

ضرایب	میزان انتقال بخار آب	میزان کشش	مقاومت کششی	رنگ	کدورت	ضخامت
b_0	۲/۵۱	۳۲/۹۸	۲/۹۷	۹/۲۹	۸/۴۹	۵۳/۱۰
خطی b_1	-۱/۰۸**	-۲/۴۹*	-۰/۰۵ns	۱/۱۵**	۰/۵۷**	۶/۳۸**
b_2	۰/۸۰*	۵/۳۵**	۰/۵۴*	۰/۶۶ns	۰/۳۸**	۰/۰۹ns
اثر متقابل b_{12}	-۰/۶۵ns	۱/۰۴ns	۰/۶۷*	۱/۱۰*	-۰/۰۹ns	-۴/۰۲ns
اثر درجه دوم b_{11}	-۰/۰۴ns	۲/۳۴ns	۱/۲۹**	-۱/۷۳**	-۰/۲۰*	۸/۳۰**
b_{22}	-۰/۹۳*	۱/۷۲ns	۱/۴۵**	-۱/۲۱*	۰/۰۷ns	۴/۰۲*
ضریب همبستگی (R^2)	۰/۸۹	۰/۸۷	۰/۹۴	۰/۹۰	۰/۹۴	۰/۹۱
مقدار احتمال F رگرسیون	۱۰/۴۷	۸/۱۱	۲۰/۳۱	۱۱/۳۴	۱۹/۸۳	۱۲/۴۷

ns معنی دار نیست
* معنی دار در سطح احتمالی ۵٪
** معنی دار در سطح احتمالی ۱٪

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2022-05-18]

۳-۳- مقاومت کششی فیلم های تهیه شده از ایزوله پروتئین سویا

با توجه به جدول ۲ در مورد مقاومت کششی فیلم های تهیه شده از ایزوله پروتئین سویا با گلیسرول، ضریب b_{11} در سطح احتمالی ۱٪ و ضرایب b_1، b_2 و b_{22} در سطح احتمالی ۵٪ معنی دار شدند ولی ضریب b_{12} معنی دار نشد، بنابراین اثر خطی و اثر درجه دوم غلظت پروتئین و پلاستی سایزر گلیسرول بر مقاومت کششی فیلم های تهیه شده از ایزوله پروتئین سویا با گلیسرول معنی دار شده اند ولی اثر متقابل آنها معنی دار نشده است. براین اساس معادله رگراسیون محاسبه شده در مورد مقاومت کششی فیلم های تهیه شده از ایزوله پروتئین سویا با گلیسرول بر اساس روش سطح پاسخی به صورت معادله ۹ به دست آمد.

$$TS=۱۱/۸۷+۱/۹۵P-۲/۳۴G-۴/۴۳P^۲-۲/۳۳G^۲ \quad (۹)$$

TS: مقاومت کششی فیلم‌های پروتئینی

با توجه به نمودار ۳-الف، مقاومت کششی فیلم های تهیه شده از ایزوله پروتئین سویا با گلیسرول با تغییرات غلظت پروتئین و پلاستی سایزر تغییر کرده است، یعنی هم غلظت پروتئین و هم غلظت گلیسرول بر مقاومت کششی فیلم ها تأثیر گذار بوده اند. مطابق شکل، غلظت پروتئین اثر خطی مستقیم بر میزان مقاومت کششی دارد ولی اثر غلظت پلاستی سایزر به صورت معکوس می باشد. از طرفی مطابق شکل، اثرهای درجه دوم غلظت پروتئین و غلظت پلاستی سایزر نیز معنی دار شده اند.

جدول ۳ نشان می‌دهد که در مورد مقاومت کششی فیلم های تهیه شده از ایزوله پروتئین سویا با سوربیتول، ضرایب b_2 و b_{12} در سطح احتمالی ۵٪ و ضرایب b_{11} و b_{22} در سطح احتمالی ۱٪ معنی دار شدند. بنابراین معادله رگرسیون ۱۰ برای این ویژگی محاسبه شد. مطابق این معادله و شکل ۳-ب اثر خطی غلظت سوربیتول و اثر درجه دوم غلظت پروتئین و پلاستی سایزر سوربیتول و اثر متقابل آنها بر مقاومت کششی فیلم های تهیه شده از ایزوله پروتئین سویا با سوربیتول معنی دار شده است.

$$TS=۲/۹۷+۰/۵۴S+۰/۶۷PS+۱/۲۹P^۲+۱/۴۵S^۲ \quad (۱۰)$$

افزودن پلاستی سایزر به ماتریکس پروتئینی باعث افزایش انعطاف پذیری آن می شود، در نتیجه با افزایش غلظت پلاستی سایزر مقاومت کششی فیلم ها کاهش می یابد [۱۳،۲۴،۲۵]. گزارشات چو و ری (۲۰۰۲) در مورد خواص مکانیکی فیلم های تهیه شده از پروتئین سویا و نیز چوک و همکاران (۲۰۰۵) در این مورد نشان دادند که افزایش غلظت پلاستی سایزر باعث کاهش مقاومت کششی فیلمها شد که با نتایج به دست آمده در این تحقیق مطابقت داشت.

۳-۴- تغییر رنگ فیلم های تهیه شده از ایزوله پروتئین سویا

با توجه به جدول۲ معادله رگراسیون ۱۱ برای متغیر رنگ فیلم ایزوله پروتئینی سویا و پلاستی‌سایزر گلیسرول بدست آمد. این معادله نشان می دهد که اثر خطی و درجه دوم پلاستی‌سایزر گلیسرول و اثر متقابل غلظت پلاستی سایزر گلیسرول و پروتئین بر میزان تغییر رنگ فیلم‌های خوراکی بر پایه ایزوله پروتئینی سویا و پلاستی‌سایزر گلیسرول معنی‌دار شده است.

$$CO=۱۰/۵+۱/۳۵G-۱/۱۷PG-۰/۸۹G^۲ \quad (۱۱)$$

CO: میزان تغییر رنگ فیلم‌های پروتئینی

شکل ۴-الف نشان می دهد که غلظت گلیسرول به طور خطی و درجه دوم بر میزان تغییر رنگ فیلم ها تاثیر می‌گذارد، از طرفی اثر متقابل غلظت پروتئین و پلاستی سایزر نیز بر میزان رنگ فیلم های تهیه شده از ایزوله پروتئین سویا با گلیسرول تأثیر معنی دار شده است. بطورکلی اثر غلظت گلیسرول نسبت به غلظت پروتئین بر میزان تغییر رنگ فیلم پروتئین سویا بیشتر بوده‌است.

جدول ۳ نشان می‌دهد که در مورد میزان تغییر رنگ فیلم های ایزوله پروتئینی سویا و پلاستی سایزر سوربیتول، ضرایب b_1 و b_{11} در سطح احتمالی ۱٪ و ضرایب b_{12} و b_{22} در سطح احتمالی ۵٪ معنی دار هستند و ضریب b_2 معنی دار نمی باشد. بنابر این معادله رگرسیون محاسبه شده در مورد رنگ فیلم های تهیه شده از ایزوله پروتئین سویا با سوربیتول بر اساس روش سطح پاسخ به صورت معادله ۱۲ می باشد. بر اساس این معادله اثر خطی و درجه دوم غلظت پروتئین و اثر متقابل غلظت پروتئین و

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2022-05-18]

سوربیتول بر میزان تغییر رنگ فیلم‌های خوراکی بر پایه ایزوله پروتئینی سویا و پلاستی‌سایزر سوربیتول معنی‌دار شده اند. با توجه شکل ۴-ب، افزایش غلظت پروتئین به صورت خطی و درجه دوم باعث تغییر رنگ فیلم ها شده است. از طرفی اثر متقابل غلظت پلاستی سایزر پروتئین نیز بر میزان تغییر رنگ فیلم ها معنی دار شده است. از طرفی معادلات رگرسیون ۱۱ و ۱۲ نشان می‌دهد که گلیسرول نسبت به سوربیتول اثر بیشتری بر تغییر رنگ فیلم دارد.

$$CO=۷/۹۲+۱/۱۵P+۱/۱PS-۰/۸۶P^{۲} \quad (۱۲)$$

۳-۵- کدورت فیلم های تهیه شده از ایزوله پروتئین سویا

با توجه به جدول ۲، معادله رگرسیون ۱۳ برای توصیف اثر گلیسرول و غلظت پروتئین بر کدورت فیلم های تهیه شده از ایزوله پروتئین سویا با گلیسرول بدست می‌آید. شکل ۵-الف نشان می‌دهد که با افزایش غلظت پروتئین، میزان کدورت فیلم های تهیه شده از ایزوله پروتئین سویا با گلیسرول افزایش یافته است. افزایش غلظت گلیسرول بصورت خطی و درجه دوم بر میزان کدورت فیلم ها اثر می‌گذارد، بنابراین میزان کدورت فیلم ها تحت تأثیر هر دو عامل غلظت پروتئین و غلظت پلاستی سایزر قرار گرفته است.

$$OP=۵/۸۸+۰/۲P-۰/۵۸G+۰/۳۴G^{۲} \quad (۱۳)$$

OP: کدورت فیلم‌های پروتئینی

با توجه به جدول ۳ در مورد کدورت فیلم های تهیه شده از ایزوله پروتئین سویا با سوربیتول، ضرایب $b_۱$ و $b_۲$ در سطح احتمال ۱٪ و ضریب $b_{۱۱}$ در سطح احتمال ۵٪ معنی دار هستند و ضرایب $b_{۱۲}$ و $b_{۲۲}$ معنی دار نمی باشند. بنابراین معادله رگرسیون محاسبه شده در مورد کدورت فیلم های تهیه شده از ایزوله پروتئین سویا با سوربیتول بر اساس روش سطح پاسخ به صورت معادله ۱۴ می باشد. این معادله نشان می دهد که اثر خطی غلظت پروتئین و پلاستی‌سایزر سوربیتول و اثر درجه دوم غلظت پروتئین بر میزان کدورت فیلم‌های خوراکی بر پایه ایزوله پروتئینی سویا و پلاستی‌سایزر سوربیتول معنی‌دار شده‌است. شکل ۵-ب نیز نشان می دهد که باافزایش غلظت پروتئین و پلاستی سایزر، میزان کدورت فیلم های تهیه شده از ایزوله پروتئین سویا با سوربیتول افزایش یافته است. در اینجا غلظت پروتئین در مقایسه با غلظت پلاستی سایزر، تأثیر بیشتری بر میزان کدورت فیلم ها داشته است. افزایش پلاستی سایزر به طور خطی باعث افزایش کدورت فیلم ها می شود ولی اثر غلظت پروتئین به صورت خطی و درجه دوم است. در مورد فیلم‌های تهیه شده از پکتین نیز با افزایش غلظت پلاستی‌سایزر و پکتین مقدار کدورت فیلم افزایش یافت [۲۶]. مقایسه نتایج کدورت فیلم‌های پروتئین سویا نشان می‌دهد که اثر پلاستی‌سابزرهای گلیسرول و سوربیتول بر کدورت فیلم متفاوت است و کدورت فیلم بسته به نوع و غلظت پلاستی‌سایزر تغییر می‌کند.

$$OP=۸/۵۰+۰/۵۷P+۰/۳۸S-۰/۲P^{۲} \quad (۱۴)$$

۳-۶- ضخامت فیلم های تهیه شده از ایزوله پروتئین سویا

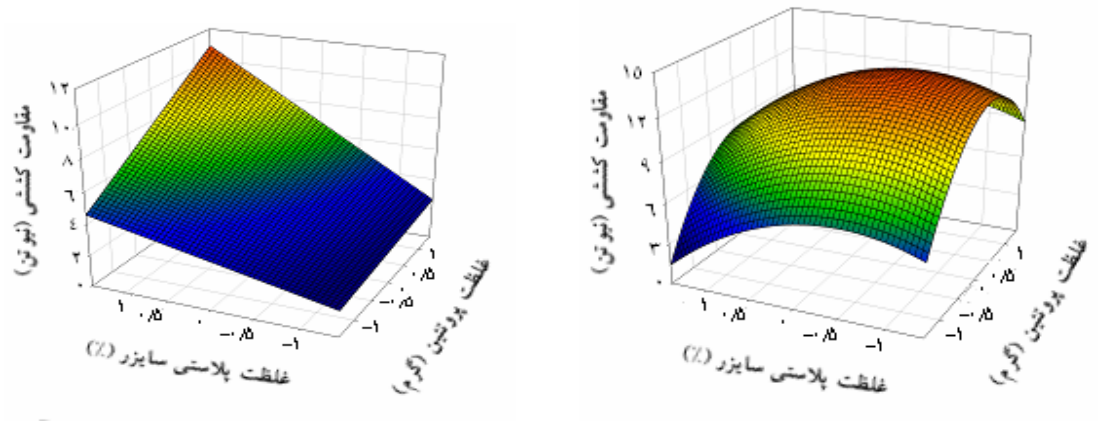
مطابق جدول ۲ در مورد متغیر ضخامت فیلم پروتئینی سویا و گلیسرول، معادله رگرسیون ۱۵ بدست می‌آید. مطابق این معادله اثر خطی غلظت پروتئین و پلاستی‌سایزر گلیسرول و اثر درجه دوم غلظت پروتئین بر میزان ضخامت فیلم‌های خوراکی بر پایه ایزوله پروتئینی سویا و پلاستی‌سایزر گلیسرول معنی‌دار شده-است.

$$TH=۶۵/۰۲+۱۱/۳۰P+۶/۵۱G-۴/۲۶P^{۲} \quad (۱۵)$$

TH: ضخامت فیلم‌ها

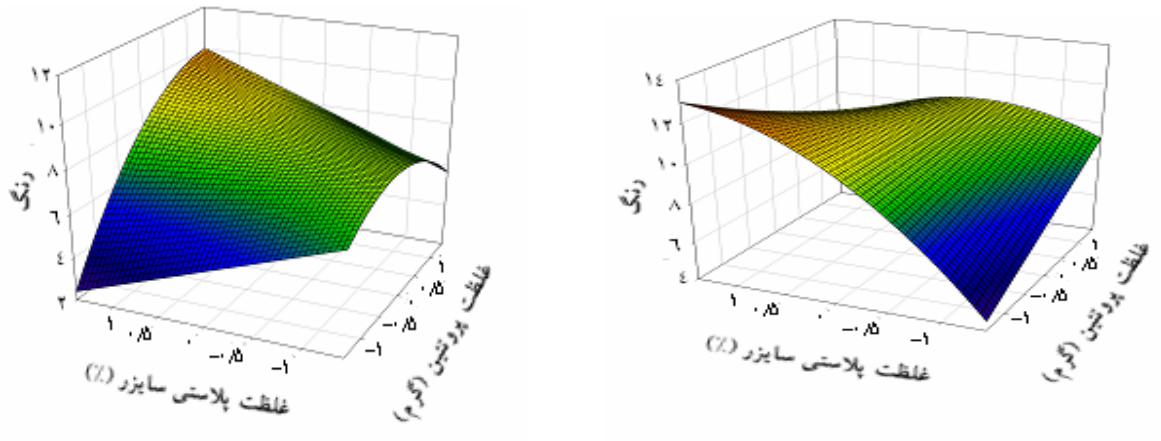
شکل ۶-الف نشان می دهد که افزایش غلظت پروتئین و پلاستی سایزر هر دو باعث افزایش خطی میزان ضخامت فیلم های تهیه شده از ایزوله پروتئین سویا با گلیسرول می شوند.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2022-05-18]



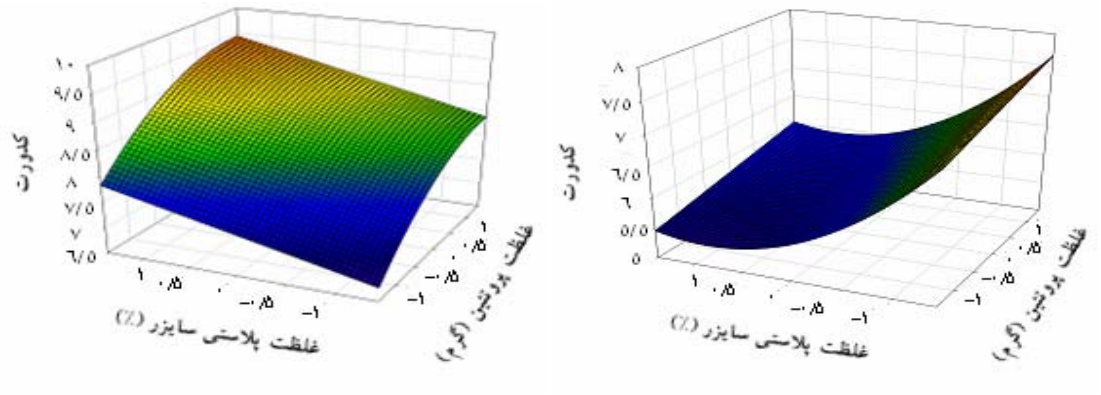
الف ب

شکل ۳ مقاومت کششی فیلم های تهیه شده از الف) ایزوله پروتئین سویا با گلیسرول ب) ایزوله پروتئین سویا با سوربیتول



الف ب

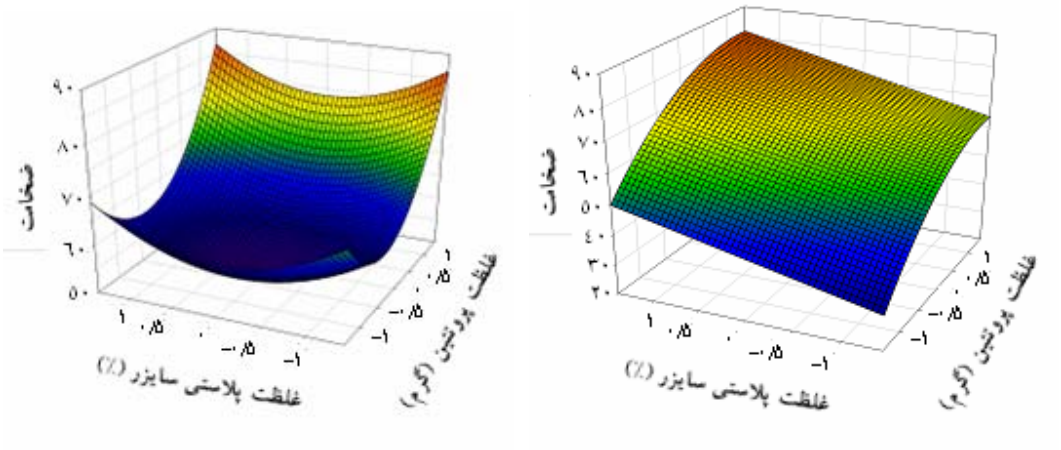
شکل ۴ میزان تغییر رنگ فیلم های تهیه شده از الف) ایزوله پروتئین سویا با گلیسرول ب) ایزوله پروتئین سویا با سوربیتول



الف ب

شکل ۵ کدورت فیلم های تهیه شده از الف) ایزوله پروتئین سویا با گلیسرول ب) ایزوله پروتئین سویا با سوربیتول

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2022-05-18]



الف ب

شکل ۶ ضخامت فیلم تهیه شده از الف) ایزوله پروتئین سویا با گلیسرول ب) ایزوله پروتئین سویا با سوربیتول

از طرفی اثر درجه دوم غلظت پروتئین بر ضخامت فیلم ها نیز معنی دار شده است.

در مورد ضخامت فیلم‌های پروتئینی سویا و پلاستی‌سایزر سوربیتول، معادله رگراسیون بر اساس روش سطح پاسخ بدست آمد. بنابراین اثر خطی و درجه دوم غلظت پروتئین و اثر درجه دوم غلظت پلاستی‌سایزر سوربیتول بر میزان ضخامت فیلم‌های ایزوله پروتئینی سویا و پلاستی‌سایزر سوربیتول معنی‌دار شده‌است. همانگونه که در شکل ۶-ب مشخص است، غلظت پروتئین اثر خطی و درجه دوم بر ضخامت فیلم ها داشته و غلظت پلاستی سایزر اثر کم تری نسبت به پروتئین بر ضخامت فیلم های ایزوله پروتئینی سویا با سوربیتول داشته است. معادله ۱۶ نشان می‌دهد که ضخامت فیلم پروتئینی به نوع و غلظت پلاستی‌سایزر وابسته است.

$$TH=۵۳/۱+۶/۳۸P+۸/۳P^۲+۴/۰۲S^۲ \qquad (۱۶)$$

سایزر و غلظت پروتئین عامل اصلی تعیین‌کننده خواص فیلم‌های پروتئینی سویا هستند. پلاستی‌سایزرهای سوربیتول و گلیسرول اثر متفاوتی بر ویژگیهای فیلم سویا داشتند و مدل‌های پیشنهادی بدست آمده به روش سطح پاسخ به‌خوبی قادر به توصیف ویژگیهای فیلم‌های تهیه شده بودند($R^۲>۰/۸۶$).

بطورکلی فیلم های خوراکی تهیه شده از پروتئین سویا با پلاستی سایزرهای گلیسرول و سوربیتول مقاومت ضعیفی در برابر رطوبت داشته و بطور کامل در آب محلولند ولی خواص مکانیکی خوبی دارند، بویژه بعضی از انواع فیلم‌های تهیه شده با گلیسرول میزان کشش بالایی دارند. با توجه به خواص آبدوست این فیلم‌ها و محلول بودن آنها در آب می توان از این فیلم ها در تولید بسته بندی‌های محلول در آب استفاده نمود. پیشنهاد می‌شود در خصوص کاربردهای فیلم‌های پروتئینی سویا در صنایع غذایی و امکان تولید صنعتی آنها مطالعه شود.

۴- نتیجه‌گیری

فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی نقش مهمی را در بهبود کیفیت و افزایش ماندگاری محصولات غذایی تازه و فرآیند شده ایفا می‌کنند. در این تحقیق اثر غلظت‌های مختلف پروتئین سویا و دو پلاستی‌سایزر گلیسرول و سوربیتول بر برخی خواص فیزیکی و مکانیکی فیلم های تهیه شده از ایزوله پروتئین سویا با روش سطح پاسخ ارزیابی شد. نتایج نشان داد که نوع و غلظت پلاستی-

۵- منابع

[1] Choi, W. S. & Han, J. H. (2001). Physical and mechanical properties of Pea-Protein-based edible films. Journal of Food Science-vol.66,2

[2] Jun-Hung, O., Wang, B., Field, P. D. & Aglan, H. A. (2004). Characteristics of edible films made from dairy proteins and zein hydrolysate cross-linked with transglutaminese. International Journal of Food Science and Technology, 39,287-294

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2022-05-18]

[3] Kim, K. M., Weller, C., Hanna, M. A. & Gennadios, A. (2001). Heat curing of soy proteins films at selected temperatures and pressures.Lebensm.-Wiss. u-Technol., 35,140-145
[4] Guilbert, S., Biquet, B. Edible films and coatings. Chapter 22
[5] Debeaufort, F., Quezada-Gallo, J. A., & Voilley, A. (1998). Edible films and coatings: Tomorrow's packagings: a review. Critical Reviews in Food Science, 38 (4), 299-313
[6] Krochta, J. M. & Mulder-Johnson, C. (1997). Edible and Biodegradable polymer films: challenges and opportunities. Food Technology, 51, 61-74
[7] Kester, J, J. & Fenneme, O. R. (1986). Edible films and coatings: a review FoodTechnology, 48, 47-59
[8] Contreras-Medellin, R., & Labuza, T. P. (1981). Prediction of moisture protection requirements for foods. Cereal Food World, 26(7), 335
[9] Salmoral, E. M., Gonzalez, M. E., Mariscal, M. P., And Medina, L. F. 2000. Comparison of chickpea and soy protein isolate and whole flour as biodegradable plastics. Industrial Crops and Products,11,227-236
[10] Bureau, G., & Multon, J. L. (1996). Food Packaging Technology. Wiley-VCH**,** 315-335
[11] Cao, N. Fu.Y. & He. J.(2007). Preparation and physical properties of Soy Protein Isolates and gelatin composite films. Food Hydrocolloids. 21. 1153-1162
[12] Fishman, M. L. (1997). Edible and biodegradable polymer films. Challenges and opportunity. Food Technology.5(2):16,60-74
[13] Hangwan, V. C., Kim, M. S., & Lee, S.Y. (2005).Water vapor permeability and mechanical properties of soy protein isolate edible films composed of different plasticizer combinations. Journal of Food Sciences. 70(6): E387-E391
[14] Albert, S. & Mittal, G. S. (2002). Comparative evaluation of edible coatings to reduce fat uptake in a deep-fried cereal product.Food Research International,35,445-458
[15] Krochta. J. M. (1997). Edible protein films and coating.In Damodaran, S., food protein and their application (pp:529-544).Marcel Dekker, New York.
[16] Akdeniz, N. , Sahin, S. & Sumnu, G. (2006).Functionality of batters containing different gums for deep-fat frying of carrot slices.Journal of Food Engineering,75,522-526
[17] AOAC (2000).Official methods of analysis.17th ed.Gaithersburg, M.D., USA, Association of Official Analytical Chemists International.
[18] Cho, S.Y, Rhee, C. (2004).Mechanical properties and water vapor permeability of edible films made from fractionated soy proteins with ultrafiltration. Lebensm.-Wiss.u-Technol,37,833-839
[19] Paschalik, Garcia, T. M., Sobral, A. T. & Habitante. A. M. Q. B. (2003).Characterization of some Functional Properties of Edible Films based on muscle proteins Nile Tilapia. Food Hydrocolloids,17,419-427
[20] Bertolini, R., Suarez, L.A., Campanone, M. A., Garcia, M. A. & Zaritzky, N. E. (2008). Comparision of the deep frying process in coated and uncoated dough systems.Journal of Food Engineering,84,383-393
[21] ASTM International.2007a.Standard Test Methods for Tensile Properties of thin plastic sheeting.D882-02 ANNUAL Book of ASTM Standards 14.02. United States.
[22] ASTM International. 2007 b. Standard Test Methods for water vapor transmissionstandards. E96-00. ANNUALBookof ASTM Standards. 14. 02.United States.
[23] Cheuk, V., Wan, H., Kim, M.S. & Lee, S.Y. (2005). Water vapor Permeability and Mechanical Properties of Soy Protein Isolate Edible Films Composed of Different Plasticizer Combinations. Food Engineering and Physical Properties. Journal of Food Science. vol. 70.Nr6
[24] Cho, S.Y., & Rhee, C. (2002). Sorption characteristics of soy protein films and their relation to mechanical properties. Lebensm.-Wiss.u-Technol, 35,151-157
[25] Turhan, K. N. & Sahbas, F. (2003). Water Vapor permeability, tensile properties and solubility of methylcellulose-based edible films. J. Food engineering,61,459-466
[26] Maftoonazad, N., Ramaswamy, H. S. & Marcotte, M. (2006). Evaluation of factors affecting barrier, mechanical and optical properties of Pectin-based films using Response Surface Methodology. Department of Food Science. McGill University, Macdonald Campus. 21,111 Lakeshore Ste-Anne-de-Bellevue, Quebec, Canada, 539-563

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2022-05-18]

Evaluating the effects of glycerol and sorbitol on the properties of edible soy protein-based films using response surface methodology

Sarmadizadeh, D.[1], Badii, F.[2 *], Maftoonazad, N.[3], Ehsani, M. R.[4], Ameri, A.[5]

1. M.Sc. Graduate of Food Science & Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran.
2. Assistant Prof. of Agricultural Engineering Research Institute, Karaj, Iran.
3. Assistant Prof. of Agricultural Engineering Research Department, Agriculture and Natural Resources Center, Zargan, Fars.
4. Prof, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran.
5. M.Sc. Graduate of Food Science & Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran.

(Received: 89/4/6 Accepted: 90/8/16)

Edible films and coatings are developed to improve quality and to extend shelf-life of food products. In this study, soy protein isolate was obtained from defatted soy flour by alkaline extraction and acid precipitation. Then edible films were prepared from soy protein isolate. The effects of protein concentrations and two plasticizers of glycerol and sorbitol on some physical and mechanical properties of the films were evaluated, using response surface methodology (RSM). The results showed that tensile strength, opacity, thickness and water vapor transmission rate (WVTR) were increased, while elongation of the films decreased by protein concentration. Increasing the concentration of glycerol and sorbitol increased WVTR, elongation, total color difference (ΔE), thickness and opacity, while declined tensile strength of the films. The model developed by RSM for the physical and mechanical properties of the films had high coefficient of multiple determination (R^2 >0.87) and significant F values. The models suggested that the concentration of soy protein and the type and concentrations of the plasticizers are the most influential factors with significant effects on the properties of soy protein isolate films.

Keywords: Soy protein isolate, Edible film, Sorbitol, Glycerol, Response surface method

* Corresponding Author E-Mail address: fjbadii@gmail.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2022-05-18]