بهینه سازی خصوصیات فیزیکوشیمیایی فیلم خوراکی بر پایه ی ایزوله ی پروتئین لوبیا قرمز (Phaselous vulgaris *L.*)

عصمت خوری[۱]، الهام مهدیان[۲*]، و امین حسین زاده[۳]

۱- دانشجوی دکتری، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد قوچان، دانشگاه آزاد اسلامی، قوچان، ایران
۲- استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد قوچان، دانشگاه آزاد اسلامی، قوچان، ایران
۳-دانشجوی دکتری علوم و صنایع غذایی، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی،سبزوار،ایران
(تاریخ دریافت: ۹۶/۰۲/۱۷ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۹/۲۸)

چکیده

ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی مواد بسته بندی یکی از مهم‌ترین شاخص‌های صنعت بسته بندی و فیلم‌های خوراکی می باشد. در این پژوهش ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی فیلم مرکب از ایزوله پروتئین لوبیا قرمز که غلظت‌های مختلف ایزوله پروتئین در محدوده ۲ تا ۱۰ درصد و گلیسرول به عنوان نرم کننده در محدوده ۰/۵ تا ۷ درصد و اسید اولئیک در محدوده ۰ تا ۲ درصد در آن بکار رفته بود مورد بررسی قرار گرفت. با کاهش غلظت پروتئین و گلیسرول و افزایش غلظت اسید اولئیک شفافیت ۱۸ واحد افزایش یافت. از سوی دیگر با کاهش غلظت پروتئین و اسید اولئیک و افزایش درصد گلیسرولتغییر رنگ کلی نمونه های فیلم ۸ واحد کاهش یافت ($P<0.05$). نفوذ پذیری به بخار آب با افزایش غلظت پروتئین و گلیسرول به طور معنی داری افزایش و با افزایش غلظت اسید اولئیک از میزان ۵/۸۹ به ۱/۴۸ (گرم بر متر در پاسکال ثانیه) کاهش یافت ($P<0.05$). با افزایش میزان پروتئین کاهش ۳۶ درصدی در حلالیت فیلم‌ها در آب و ۲۸ درصدی برای حلالیت فیلم‌ها در اسید مشاهده شد و با افزایش میزان گلیسرول و اسید اولئیک، حلالیت در آب و اسید افزایش نشان داد ($P <0.05$).

کلید واژگان: فیلم خوراکی،لوبیا قرمز، تغییر رنگ کلی، شفافیت

*مسئول مکاتبات:emahdian2000@yahoo.com

۱- مقدمه

لوبیای قرمز (*Phaselous vulgaris L.*) به صورت عمده در بسیاری از مناطق دنیا کشت شده و به مصرف می رسد. این محصول به عنوان یک غذای حاوی چربی کم و مغذی مورد استفاده قرار می گیرد. لوبیای قرمز معمولا دارای ۲۰ تا ۳۰ درصد پروتئین بر اساس ماده خشک و یا ۵ تا ۱۰ درصد وزنی پروتئین است. چون پروتئین آن دارای ترکیب خوبی از اسیدهای آمینه می باشد از سوی سازمان بهداشت جهانی[1] و سازمان کشاورزی ملل متحد[2] برای مصرف افراد جامعه توصیه و پیشنهاد شده است. همچنین پروتئین لوبیا قرمز دارای خصوصیات مناسب عملکردی از قبیل انحلال پذیری، پایداری کف، خصوصیات امولسیون کنندگی و غیره است که برای بهبود کیفیت غذاها ضروریست [۲ و ۱].

جهت تهیه فیلمهای خوراکی بیشتر از بیوپلیمرها استفاده می‌شود و این بیوپلیمرها شامل پروتئین، پلی ساکاریدها، لیپیدها و ترکیبات آنها هستند که برای استفاده در تهیه فیلمها و پوششهای خوراکی به کار می روند [۳]. بیوپلیمرهای حبوبات از جمله پروتئینها و پلی ساکاریدها برای تهیه مواد بسته بندی مناسب هستند. روشهای مختلف فیزیکی و شیمیایی برای افزایش مدت زمان نگهداری فراورده های غذایی وجود دارد ولی در این بین فقط بسته بندی می تواند از انتقال جرم جلوگیری کند[۵].

پروتئینهای مورد استفاده در پوششهای خوراکی شامل گلوتن گندم، کلاژن، زئین ذرت، کازئین و پروتئین آب پنیر می باشند و لیپیدهای مناسب برای استفاده در فیلم ها و پوشش ها شامل موم ها، اسیل گلیسرول و اسیدهای چرب می باشند[٤].یک فیلم باید پوششی یکنواخت ایجاد کرده و عاری از سوراخهای ریز، ترکهای میکروسکوپی و سطوح خشن باشد، در نتیجه شرایط آماده سازی (مثلا میزان تبخیر و دما) عامل مهمی در تهیه فیلم است. حتی میزان کمی از بی نظمی در فیلم میزان انتشار را به صورت نمایی افزایش می دهد که در قانون فیک لحاظ نشده است. با این حال میزان نفوذ به طور غیر مستقیم متناسب با ریشه دوم وزن مولکولی مولکول انتشار یافته است. بنابراین این امر یک مسئله کوچک برای مولکولهای روغن، طعم و سایر مولکولهای درشت دیگر (نسبت به آب، اکسیژن، کربن دی اکسید، آب و اتیلن) است.به دلیل نقش عمده رطوبت در واکنشهای تخریب مواد غذایی، نفوذپذیری به بخار آب به طور گسترده ای مورد بررسی قرار گرفته است. عوامل تاثیر گذار بر روی نفوذپذیری نسبت به آب در فیلم خوراکی شامل ترکیب فیلم، دما و رطوبت نسبی است. هرچه میزان حل شدن فیلم خوراکی در آب بیشتر باشد، این فیلم در دهان راحت تر خورده شده و سریعتر هضم می گردد. البته باید توجه داشت حل شدن بیش از حد فیلم در بسته بندیهای حاوی مواد مرطوب ممکن است مشکل ساز بوده و ماده بسته بندی فیلم را از بین ببرد. به منظور از بین رفتن و متلاشی هرچه سریعتر فیلم خوراکی در طبیعت و نیز در بدن جانداران بهتر است فیلم حلالیت خوبی در اسید و قلیا داشته باشد. با افزایش pH از نقطه ایزوالکتریک پروتئینها، از حلالیت آنها کاسته شده و در pH قلیایی پروتئین کاملا در محلول حل می‌شود. از سوی دیگر رنگ و ظاهر ماده غذائی اولین پارامتری است که توسط مصرف کننده مورد بررسی و ارزیابی قرار می گیرد و فاکتور مهمی در پذیرش یا رد محصول حتی قبل از قرار دادن آن در داخل دهان می باشد، همچنین به شناخت فساد یا نقص در محصول کمک می‌کند.محققین با بررسی تاثیر میزان ایزوله پروتئین، گلیسرول و موم در ترکیب فیلمهای تهیه شده از ایزوله پروتئین آب پنیربیان کردند تمامی فاکتورها بر روی نفوذپذیری به بخار آب تاثیرگذارند و موم مهمترین فاکتور در چسبندگی و مقبولیت فیلم تهیه شده می‌باشد [۱۱].

در تحقیقی دیگر تاثیر پروتئین و گلیسرول بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی فیلم خوراکی بر پایه ایزوله پروتئین سویا بررسیشده و نتایج مربوط به نفوذپذیری به بخار آب نشان داد با افزایش ضخامت فیلم های ایزوله پروتئینی نفوذپذیری به بخار آب با یک آهنگ خطی تغییر می‌کند. این تغییر ضخامت ناشی از وجود پروتئین و گلسیرول بود [١٦].

تحقیق وتوسعه درباره فیلمها و پوششهایی که از پروتئینهای مختلف کشاورزی تهیه شوند از بیش از ۲۰ سال پیش آغازشده است، اما علاقه به این کار به خاطر افزایش تقاضا برای جایگزینی موادی که جایگزین پلاستیکها و مواد پلیمری بامنشا نفتی شوند و دوستدار محیط زیست و قابل تجدید باشند به اوج رسید. برای برآورده کردن این تقاضا استفاده از پروتئینهای کشاورزی ساخته می شوند، دریچه های جدیدی به رویتولید محصولات کشاورزی، محصولات فرعی آن و جریان ضایعات

1. WHO
2. FAO

حاصل از آن ایجاد کرده اند که همه اینها تاثیراتمثبتی بر روی اقتصاد فرایندهای مواد غذایی می گذارد.هدف ازین تحقیق بررسی امکان تولید و پتانسیل بهینه سازی فرمولاسیون فیلم خوراکی تهیه شده از ایزوله پروتئین لوبیا قرمز است. این پوشش می تواند به عنوان مانعی برای مواد حساس به رطوبت عمل کرده و از واکنشهای نامطلوب تا حدی ممانعت به عمل آورد.

۲- مواد و روشها

۲-۱- موادو تجهیزات

مواد مصرفی تهیه شده از شرکت مرک[3] آلمانشاملاسید کلریدریک، سدیم هیدروکسید، گلیسرول، هگزان نرمال و اسید اولئیک مورد استفاده قرار گرفت.

هانترلب ساخت شرکت کالر فلکس[4] امریکا، اسپکتروفتومتر ساخت شرکت بیوکروم[5] انگلیس، همزن مغناطیسی ساخت شرکت هیدولف[6] آلمان، کجلدال ساخت شرکت گرهاردت[7] آلمان، pHمتر ساخت شرکت جنوی[8] آلمان در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفت.

۲-۲- تهیه فیلم خوراکی از ایزوله لوبیا قرمز

مراحل تهیه ایزوله پروتئین لوبیا قرمز بر اساس روش ژو شان – شان و همکاران (۲۰۰۶) انجام گردید[۷].بدین ترتیب که لوبیا قرمز از بازار محلّی تهیه شده و سنگ و برگ های اضافی و تکه های چوبی آن به صورت دستی حذف گردید. دانه ها توسط آسیاب صنعتی خشکبار ساخت شرکت توس شکن خراسان آسیاب گردید تا پودر آرد یکنواختی جهت استخراج بهتر پروتئین حاصل شود. جهت حصول دانه بندی یکنواخت از الک با مش ۶۰ عبورداده شد. برای حذف چربی موجود در آرد دانه لوبیا قرمز، از حلال هگزان استفاده شد. حلال به میزان ۵ به ۱ آرد اضافه شده و مخلوط به مدت یک ساعت بر روی همزن مغناطیسی در دمای آزمایشگاه مخلوط گردید. پس از این مرحله مخلوط در سرعت ۷۴۰۰ دور در دقیقه و زمان ۱۰ دقیقه سانتریفوژ و رسوب ته فالکون که آرد چربی گیری شده بود، درون آون تحت خلا در دمای ۳۰ درجه سانتیگراد به مدت یک ساعت خشک گردید. در ادامه فرایند استخراج ایزوله پروتئینی، آرد چربی گیری شده در دمای آزمایشگاه به میزان ۱ به ۱۰ با آب مقطر مخلوط و همزمان هم زده شد. سپس pH مخلوط به آهستگی توسط سود یک نرمال، به ۱۰/۵ رسانده شد. مخلوط به مدت ۴۵ دقیقه در این شرایط هم زده شد، سپس درrpm ۷۴۰۰ به مدت ۵ دقیقه سانتریفوژ گردید و مایع شفاف رویبرای مرحله بعد جمع آوری گردید. محلول قلیایی حاصل از مرحله قبل توسط همزن مغناطیسی هم زده شد و توسط اسیدکلریدریک ۱ نرمال pH به ۴/۵ (نقطه ایزوالکتریک پروتئین لوبیا قرمز) رسانده شد. در این مرحله با تغییر pH از ۱۰/۵ به ۴/۵ رنگ محلول به تدریج از قهوه ای به سفید شیری متمایل شد. سپس محلول شیری رنگ درrpm ۷۴۰۰ به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفوژ شد و مایع شفاف رویی دور ریخته شد. رسوبات پروتئینی حاصل از مرحله قبل باpH اسیدی، جدا شده و طی دو مرحله توسط آب مقطر و سود ۰/۱ نرمال به pH خنثی رسانیده شدند، به منظور شستشوی کامل، در هر مرحله عملیات سانتریفوژ درrpm ۷۴۰۰ به مدت ۵ دقیقه اعمال و مایع رویی دور ریخته شد. رسوبات ایزوله شده در آون تحت خلا در دمای ۴۰ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک شد.

مقدار ازت ایزوله تهیه شده و پودر لوبیا قرمز توسط روش کجلدالتعیین و از ضرب کردن مقدار حاصله در۶/۲۵ مقدار پروتئین محاسبه گردید.

۲-۳ تهیه فیلم خوراکی از ایزوله پروتئینی لوبیا قرمز

برای تهیه فیلم خوراکی، درصدهای مختلف ایزوله پروتئین لوبیا قرمز(۲ تا ۱۰ درصد)، گلیسرول (۰/۵ تا ۷ درصد) و اسید اولئیک (۰ تا ۲ درصد) مورد استفاده قرار گرفت. ابتدا پروتئین توسط ترازوی دیجیتال وزن شده و درون ۷۰ میلی لیتر آب مقطر به مدت ۲ دقیقه مخلوط گشت سپس گلیسرول را وزن کرده به آن اضافه کرده و جهت انحلال کامل ترکیبات به مدت ۱ دقیقه مخلوط را هم زده و سپس توسط سود ۰/۱ نرمال،pHمحلول را به ۱۰/۵ رسانده و به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۸۵ درجه سانتیگراد بر روی حمام آبی که بر روی استیرر قرار دارد آنرا همزمان حرارت داده و مخلوط کرده تا محلول تولید

3. Merck
4. Color flex
5. Biochrom
6. Heidolph
7. Gerhardt
8. Jenway

فیلم حاصل گردد. برای تهیه فیلم حاوی اسید اولئیک پس از پایان این مرحله اسید اولئیک را بلافاصله به محلول داغ اضافه و به مدت ۱ دقیقه توسط هموژنایزر ساخت شرکت یورو استار آلمان در دور ۱۶۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱ دقیقه هموژن شد. پس از سرد شدن محلول، روی یک قالب فویل آلومینیومی تراز شده ریخته شد. قالبهای حاوی محلول فیلم به مدت ۲٤ ساعت در دمای آزمایشگاه قرار گرفت تا فیلمها تشکیل شوند. سپس فیلمها از کف قالبها جدا کرده و آنرا در بسته های زیپ پک پلی اتیلنی و در دمای محیط نگهداری شد [۷].

۲-٤- حلالیت در آب و اسید

در این آزمون از هر نمونه دو قطعه دایره ای شکل به قطر ٤ سانتیمتر جدا شد و پس از توزین به مدت ۲٤ ساعت در ۵۰ میلیلیتر آب و یا اسید کلریدریک ۱ نرمال قرار گرفت و در این مدت بر روی دستگاه شیکر با سرعت پایین قرار داده شد و بعد از این مدت فیلم را از آب خارج کرده و پس از خشک شدن درون دسیکاتور به مدت ۲٤ ساعت دوباره توزین شدند و با محاسبه اختلاف وزن درصد حلالیت فیلم در آب یا اسید به دست آمد [۷].

۲-۵- نفوذپذیری به بخار آب

اندازه گیری نفوذپذیری به بخار آب بر اساس استاندار ASTM E96(ASTM 2002) انجام گرفت. بدین صورت که محلول فوق اشباع کلرید سدیم درون دسیکاتور ریخته شد و شیشه های کوچکی با قطر ۱/۳۵ سنتی متر انتخاب و درون آنها مقدار ۳ گرم کلرید کلسیم بدون آب ریخته شد و سطح شیشه ها توسط نمونه های فیلم و بوسیله گیره و کش بسته شد. کلرید کلسیم رطوبت نسبی داخل شیشه را که توسط فیلم بسته شده است را صفر درصد می نماید. پس از وزن کردن تمامی نمونه ها آنها را داخل دسیکاتور حاوی نمک کلرید سدیم فوق اشباع قرار میدهیم که در دمای آزمایشگاه رطوبتی معادل ۷۵ درصد ایجاد می نماید [۹].

تغییرات وزن نمونه ها با استفاده از یک ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم اندازه گیری شده و نمودار تغییرات وزن بر حسب زمان رسم می‌شود تا شیب خط حاصل جهت انجام محاسبات مورد استفاده قرار گیرد.

آهنگ انتقال بخار از طریق فرمول زیر محاسبه شد.

$$WVT = \frac{G}{t.A}$$

WVT: آهنگ انتقال بخار آب ($g/m^2.s$)

A: سطح مقطع شیشه ها (m^2)

G/t: شیب خط میانگین تغییرات وزن در مدت زمان آزمون

برای اندازه گیری میزان نفوذپذیری نسبت به بخار آب از فرمول زیر استفاده شد.

$$WVP = \frac{WVT}{P(R_1 - R_2)} X$$

WVP:میزان نفوذپذیری به بخار آب (g/m.pa.s)

P: فشار بخار آب خالص در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد (Pa)

X: ضخامت فیلم (m)

R_1: میزان رطوبت داخل دسیکاتور(۷۵ درصد)

R_2: میزان رطوبت فضای داخل شیشه ها (۰ درصد)

۲-٦- اندازه گیری رنگ

برای اندازه گیری رنگ، قطر داخلی سل دستگاه هانتر لب توسط کولیس اندازه گیری شده (۲۵/٤ میلی متر) و نمونه های فیلم به صورت دایره هایی به همان قطر بریده شد. ابتدا دستگاه با کاشی سفید وسپس با کاشی سیاه کالیبر شد و نمونه های فیلم به طوریکه کف سل هانتر کاملا توسط آن پوشانده شود، روی آن قرار داده شد. آزمون در ٦ تکرار انجام شد و نتایج آن به صورت میانگین بیان گردید. شاخصهای L* شاخص استاندارد شفافیت، a* شاخص استاندارد سبزی و قرمزی، b* شاخص استاندارد زردی و آبی بودن و فاکتورهای L، a و b مربوط به نمونه های آزمون بود. تغییر رنگ کلی (ΔE) با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد[٦].

$$\Delta E = \sqrt{[(L^* - L)^2 + (a^* - a)^2 + (b^* - b)^2]}$$

۲-۷- اندازه گیری شفافیت

برای اندازه گیری شفافیت فیلمها به صورت نوارهایی در ابعاد، ٤/۵ در ۰/۹ میلیمتر بریده شده به طوریکه داخل سل اسپکتروفتومتر و روی یک سطح شفاف سل را کاملا بپوشاند، یک سل خالی به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. میزان جذب در دامنه ۲۰۰ تا ۸۰۰ نانومتر در شش تکرار اندازه گیری شد. شفافیت نمونه های فیلم از طریق معادله زیر محاسبه گشت. که در این معادله،میزان جذب در طول موج ٦۰۰ نانومتر،ضخامت فیلم برحسب میلی متر است[۱۰].

Transparency = A600 / X

داده های حاصل از آزمایشات توسط نرم افزار Design Expert 6.0.2آنالیز شد. بدین منظور متغیرهای این مطالعه شامل غلظت ایزوله پروتئین لوبیا قرمز در سه سطح (۲، ٦ و ۱۰ درصد)، مقدار گلیسرول در سه سطح (۰/۵، ۳/۷۵ و ٦ درصد) و اسید اولئیک در سه سطح (۰، ۱ و ۲ درصد) بود. متغیرهای وابسته شامل مواد محلول در آب، مواد محلول در اسید، نفوذپذیری به بخار آب، شفافیت، میزان تغییر رنگ کلی بود. نتایج با استفاده از رویه سطح پاسخ[9] و در قالب طرح مرکب مرکزی[10] و با استفاده از مدل درجه دوم[11] آنالیز شد.

۳- نتایج و بحث

خلوص ایزوله پروتئین بدست آمده، بر طبق روش کلدال برابر با ۹۱/۳ درصد محاسبه گردید.

۳-۱-حلالیت در آب

افزایش درصد ایزوله پروتئین، حلالیت در آب را کاهش داد ولی افزایش درصد گلیسرول به میزان بسیار کمتری نسبت به درصد ایزوله پروتئین سبب افزایش حلالیت در آب شد (البته در غلظتهای پایین پروتئین ابتدا سبب افزایش و سپس کاهش در حلالیت شد). با توجه به معنی دار شدن اثر خطی ایزوله پروتئین و گلیسرول و نیز اثر درجه دوم درصد ایزوله پروتئین و درصد گلیسرول ($P<0.05$) و می توان وجود حالت منحنی را در کنتور انتظار داشت. همچنین اثر متقابل ایزوله پروتئین – گلیسرول، معنی دار شده است و با افزایش همزمان ایزوله پروتئین و گلیسرول به صورت خطی با شیب کم حلالیت در آب کاهش می یابد.

محققین دیگری گزارش کردند که افزایش درصد پروتئین آب پنیر و موم زنبور عسل سبب کاهش حلالیت در آب شد ولی سوربیتول به عنوان نرم کننده سبب افزایش حلالیتدر آب فیلمهای خوراکی می‌شود. این بدین معنیست که با افزایش پروتئین و موم مقدار آب بیشتری در ساختار فیلم سبب حفظ آب بیشتر در ساختار فیلم و افزایش میزان سوربیتول سبب بجا ماندن میزان آب کمتری در ساختار فیلم می‌شود[۱۱].چوی و هان (۲۰۰۱) در بررسی میزان حلالیت کل فیلمهای خوراکی تهیه شده از پروتئین تغلیظ شده نخود بیان کردند میزان حلالیت کل این فیلمها حدود ٤۰ درصد بود[۱۲]. پرز – گاگو و همکاران (۱۹۹۰) نیز مقدار کل حلالیت فیلمهای خوراکی تهیه شده از پروتئینهای آب پنیررا حدود ۲۰ درصد اعلام کرده اند. این نتایج در مقایسه با نتایج ما مقادیر کمتری را نشان میدهد [۱۳].کونته و همکاران (۱۹۹۷) نیز در بررسی فیلمهای تهیه شده از پروتئین سویا ضمن اینکه به نتایجی مشابه تحقیقات ما دست یافتند،درصد حلالیت را بین ٤۰ تا ۳۰ درصد اعلام کرده اند [١٤]. تاوین (۲۰۰۸) در طی تحقیقات خود بر روی فیلم خوراکی تهیه شده از نشاسته برنج و کیتوزان بیان کرد با افزایش درصد نرم کننده انحلال پذیری فیلم افزایش می یابد [۱۵]. همچنین، در مقدار ثابت اسید اولئیک (۱ درصد)، بیشترین (۷۲/۱۳ درصد) میزان حلالیت در آب در میزان ایزوله پروتئین ۲ درصد، گلیسرول ۳/۷۵ درصد با میزان و کمترین(۳٦/۵۱ درصد) میزان حلالیت در آب در میزان ایزوله پروتئین ۱۰ درصد، گلیسرول ۰/۵ درصد مشاهده شد.احتمالا کاهش انحلال پذیری فیلم خوراکی با افزایش درصد پروتئین به دلیل دناتوره شدن پروتئین حین فرایند تولید فیلم و تغییر ماهیت دادن ساختار پروتئینهاست که سبب ایجاد شبکه ای مستحکم با پیوندهای دی سولفیدی قوی در ساختار شبکه پروتئینی شده و مانع از فروپاشی شبکه و انحلال پذیری آن می‌شود و این ساختمان قادر به نگهداری برخی مولکولهای اسید چرب در بین خود می باشد که با قرار گرفتن در آب سبب باز شدن بیشتر ساختمان و کمک به حل شدن بیشتر آن می‌کند.

۳-۲- حلالیت در اسید

افزایش درصد ایزوله پروتئین لوبیا، حلالیت در اسید را کاهش داد،ولی افزایش درصد گلیسرول به میزان بسیار کمتری نسبت به درصد ایزوله پروتئین سبب افزایش حلالیت در اسید شد (البته در غلظتهای پایین پروتئین ابتدا سبب افزایش و سپس کاهش در حلالیت شد). با توجه به معنی دار شدن اثر خطی ایزوله پروتئین و گلیسرول و نیز اثر درجه دوم درصد ایزوله پروتئین و درصد گلیسرول ($P<0.05$) می توان وجود حالت منحنی را در کنتور انتظار داشت. همچنین اثر متقابل ایزوله پروتئین – گلیسرول، معنی دار شده است و با افزایش همزمان ایزوله پروتئین و گلیسرول به صورت خطی با شیب کم، حلالیت در اسید کاهش می یابد. همچنین با توجه به شکل شماره ۱، در مقدار ثابت اسید اولئیک (۱ درصد)، بیشترین

9. RSM (Response Surface Methodology)
10. Central Composite Design
11. Quadratic

میزان حلالیت در اسید در میزان ایزوله پروتئین ۲ درصد، گلیسرول ۳/۷۵ درصد و و کمترین میزان حلالیت در اسید در میزان ایزوله پروتئین ۱۰ درصد، گلیسرول ۰/۵ درصد مشاهده می‌شود.از سوی دیگر افزایش درصد اسید اولئیک، حلالیت در اسید را افزایش داد. همچنین اثر متقابل ایزوله پروتئین – اسید اولئیک، معنی دار نشده است و با افزایش همزمان ایزوله پروتئین و اسید اولئیک به صورت تقریبا خطی حلالیت در اسید کاهش می یابد.

اعرابی و همکاران (۱۳۸۵)، طی پژوهش خود بر روی تاثیر درصد گلیسرول بر روی میزان حلالیت فیلمهای خوراکی تهیه شده از گلوتن گندم به نتایج مشابه ما دست یافتند و بیان کردند با افزایش درصد گلیسرول، فیلم خوراکی در اسید بیشتر حل می گردد [۸].چون اسید اولئیک در ترکیب فیلم خوراکی مشابه نرم کننده عمل می‌کند، در نتیجه با افزایش میزان این دو از میزان پیوندهای دی سولفیدی و هیدروژنی بین و داخل زنجیره ای پروتئین کاسته شده و در نتیجه ساختمان فیلم بازتر گشته و فیلم محلول تر می گردد. اما افزایش پروتئین سبب افزایش پیوندهای هیدروژنی بین مولکولهای پروتئین و آب شده و به حفظ ساختار فیلم در اسید کمک می‌کند. همچنین با کاهش pH از انحلال پذیری پروتئین کاسته شده و درنتیجه حلالیت در اسید نسبت به حلالیت در آب و قلیا دارای میزان حلالیت کمتری می باشد.

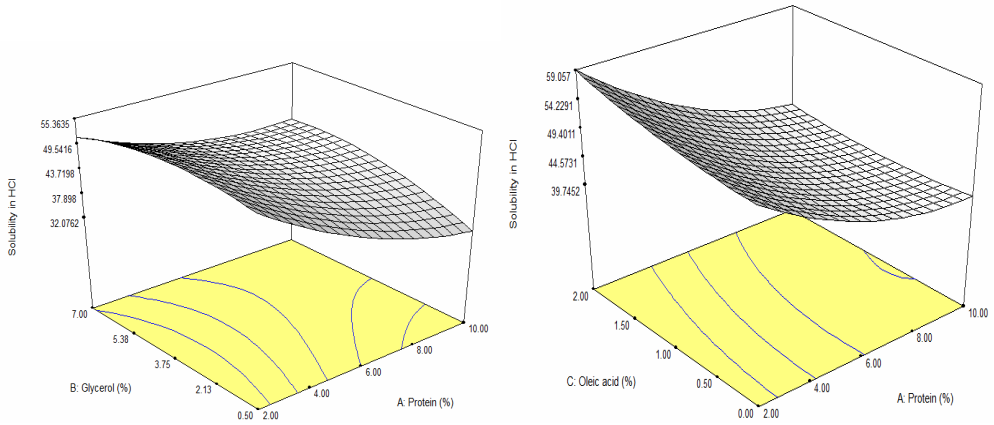

Fig1 Effects of increasing the amount of red bean protein, glycerol and oleic acid on the solubility of acid

۳-۳- نفوذپذیری به بخار آب

عبارتهای معنی دار مدل ($P<0.05$) شامل، درصد ایزوله پروتئین لوبیا، درصد گلیسرول، درصد اسید اولئیک، عبارت درجه دوم درصد ایزوله پروتئین لوبیا، درصد گلیسرول و درصد اسید اولئیک و اثر متقابل درصد ایزوله پروتئین – اسیداولئیک و درصد گلیسرول – اسید اولئیک بر میزان نفوذپذیری به بخار آب فیلم خوراکی است و افزایش درصد ایزوله پروتئین و گلیسرول، نفوذپذیری به بخار آب را افزایش داد.

کوکوسزاکا و همکاران (۲۰۰۹)، با بررسی فیلم خواکی تولید شده از ایزوله پروتئین سویا به این نتیجه رسیدند که با افزایش ضخامت فیلم تولیدی سرعت انتقال بخار آب به صورت خطی افزایش می یابد و در رطوبتهای نسبی پایین فیلمهای خوراکی تاثیر ناچیزی در کنترل نفوذپذیری به اکسیژن دارد که مشابه تحقیقات ما بود ؛ همچنین در غلظت ثابت پروتئین با افزایش درصد گلیسرول،نفوذپذیری به اکسیژن افزایش یافت، اما تاثیر پروتئین بر روی نفوذپذیری بیشتر از تاثیر گلیسرول است [۱۶].

محققین دیگری در بررسی خود بر روی تاثیر pH بر خصوصیات فیلم خوراکی تهیه شده از پروتئین ماهیچه نیزه ماهی به نتایج مشابهی دست یافتند و بیان کردند بر خلاف ترکیبات هیدروفیلیک که در برابر نفوذپذیری به بخار آب خصوصیات خوبی از خود نشان می دهد، پروتئین ها ترکیبات ضعیفی برای مهار انتقال بخار آب هستند. فیلمهای تهیه شده از نیزه ماهی نسبت به فیلمهای ما دارای نفوذپذیری نسبتا کمتری به بخار آب داشتند [۱۷]. یانگ و پاولسون (۲۰۰۰) طی بررسی فیلمهای خوراکی تهیه شده از ژلان بیان کردند با افزایش درصد گلیسرول نفوذپذیری به بخار آب افزایش می یابد و با افزایش طول زنجیر و درجه اشباعیت نفوذپذیری به بخار آب کم می‌شود[۱۸]. گونتارد و همکاران (۱۹۹۳) با بررسی فیلمهای خوراکی تهیه شده از گلوتن گندم نیز به نتایجی مشابه دست یافتند. در تحقیقات آنها نیز با افزایش درصد گلیسرول

نفوذپذیری افزایش یافت [۱۹]. مک هوگ و همکاران (۱۹۹٤) نیز در گزارشات خود بیان کردند که با افزایش درصد گلیسرول نفوذپذیری به بخار آب افزایش می یابد که مشابه نتایج تحقیق حاضر بود [۲۰]. تاوین بورتوم (۲۰۰۸) به بررسی فیلمهای خوراکی تهیه شده از نشاسته برنج و کیتوزان پرداخت و به نتایج مشابهی دست یافت. وی بیان کرد با افزایش درصد نرم کننده نفوذپذیری به بخار آب افزایش می یابد [۱۵]. اوزدمیرو فلوروس (۲۰۰۸) با بررسی فیلمهای پروتئین آب پنیر، به این نتیجه رسیدند که پروتئین و موم سبب کاهش نفوذپذیری به بخار آب شده که مخالف بسیاری از مطالعات و نتایج ما بود. اما با افزایش غلظت نرم کننده افزایش نفوذپذیری را در فیلمها گزارش کردند که مشابه نتایج حاضر بود [۱۱]. چوی و هان (۲۰۰۱) طی بررسی فیلمهای خوراکی تهیه شده از پروتئین نخود به این نتیجه رسیدند که درصد گلیسرول به طور معنی داری بر روی نفوذپذیری به بخار آب تاثیر گذار نیست [۱۲].

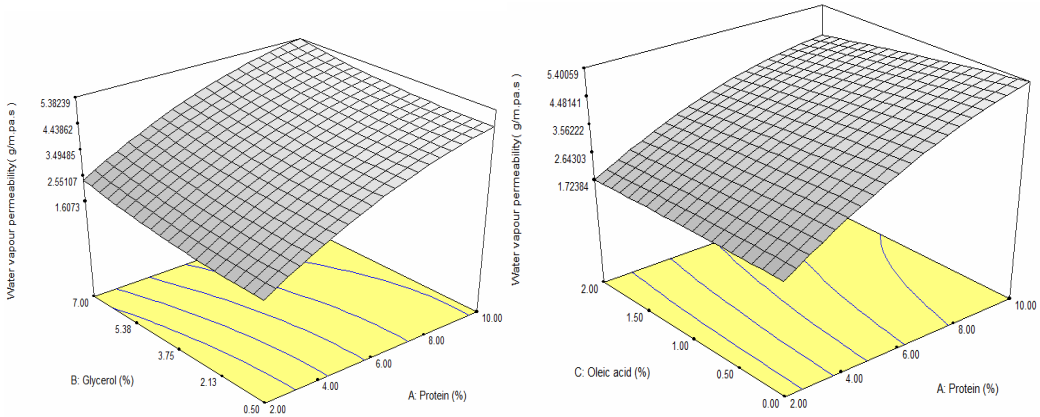

Fig 2 Effects of increasing red bean protein, glycerol and oleic acid on water vapor permeability

همچنین با توجه به شکل شماره ۲، در مقدار ثابت اسید اولئیک (۱ درصد)، بیشترین(۵/۸۹ گرم بر متر پاسکال ثانیه)میزان نفوذپذیری به بخار آب در میزان ایزوله پروتئین ۱۰ درصد، گلیسرول ۷ درصد و کمترین(۱/٤۸ گرم بر متر پاسکال ثانیه) میزان نفوذپذیری به بخار آب در میزان ایزوله پروتئین ۲ درصد، گلیسرول ۰/۵ درصد مشاهده می‌شود.افزایش درصد اسید اولئیک، نفوذپذیری به بخار آب را کاهش داد. با توجه به معنی دار شدن اثر خطی ایزوله پروتئین و اسید اولئیک و معنی دار بودن درجه دوم غلظت پروتئین ($P<0.05$) می توان وجود حالت خطی با انحنای کم را در کنتور انتظار داشت. همچنین اثر متقابل ایزوله پروتئین – اسید اولئیک، معنی دار شده است و با افزایش همزمان ایزوله پروتئین و اسید اولئیک به صورت منحنی و تقریبا با همان شیب اثر متقابل پروتئین– گلیسرول نفوذپذیری به بخار آب افزایش می یابد. کائو و همکاران (۲۰۰٦) با ارزیابی نفوذپذیری فیلمهای حاوی فرولیک اسید و اسید تانن روی فیلمهای ژلاتینی بیان کردند که با افزایش این عوامل تاثیر کمی بر کاهش نفوذپذیری به بخار آب وجود داشت که مشابه نتایج تحقیقات حاضر بود [۲۱]. تاناکا و همکاران (۲۰۰۰) با بررسی تاثیر اسید اولئیک، لینولئیک و لینولنیک بر روی نفوذپذیری فیلمهای خوراکی تهیه شده از پروتئینهای محلول ماهی به این نتیجه رسیدند که با افزایش طول زنجیره اسید چرب غیر اشباع نفوذپذیری به بخار آب افزایش می یابد [۲۲]. مقادیر نفوذپذیری به‌بخار آب در این تحقیق که در دامنه بین $۱/۷\times ۱۰^{-۱۰}$ تا $۵/٤ \times ۱۰^{-۱۰}$ گرم بر متر پاسکال ثانیه بودبیش از مقدار بدست آمده برای فیلم خوراکی تهیه شده از ایزوله سویا، گلوتن گندم و برنج بود اما از نفوذ پذیری فیلم تهیه شده از پروتئین میوفیبریل کمتر بود [۲۳ – ۲٦].

همچنین در مقدار ثابت گلیسرول (۳/۷۵ درصد)، بیشترین میزان نفوذپذیری به بخار آب با میزان $۵/٤ \times ۱۰^{-۱۰}$ گرم بر متر پاسکال ثانیه، در زمانی ایجاد شد که میزان ایزوله پروتئین ۱۰ درصد و اسید اولئیک صفر درصد و کمترین نفوذپذیری یعنی $۱/۷\times ۱۰^{-۱۰}$ گرم بر متر پاسکال ثانیه، در میزان ایزوله پروتئین ۲ درصد و اسید اولئیک ۲ درصد مشاهده شد.همانطور که مشاهده می‌شود، فیلم تهیه شده از ایزوله پروتئین لوبیا قرمز دارای نفوذپذیری زیادی نسبت به بخار آب است که به دلیل وجود گروههای هیدروکسیل (-OH) زیاد در ساختار این

فیلمهاست که خواص هیدروفیلیک را در فیلم افزایش داده و سبب کاهش خصوصیات ممانعت کنندگی در برابر انتقال بخار آب می‌شود. پروتئین لوبیا قرمز یک پروتئین آبدوست است، زیرا پروتئینهای اصلی بقولات گلوبولین ها و آلبومین ها هستند که ماهیتی هیدروفیل دارند [۲۷].

۳-٤- شفافیت

همانطور که در شکل ۳ مشاهده می شود، افزایش درصد ایزوله پروتئین، درصد گلیسرول و اسید اولئیک بر روی شفافیت اثر معنی دار دارد ($P < 0.01$). با افزایش درصد ایزوله پروتئین و اسید اولئیک شفافیت کاهش و با افزایش درصد گلیسرول شفافیت افزایش یافت. همچنین اثرات متقابل این فاکتورها معنی دار است و میزان ایزوله پروتئین و گلیسرول دارای اثر آنتاگونیستی و میزان ایزوله پروتئین و درصد اسید اولئیک اثر سینرژیستی بر روی کاهش شفافیت دارند، شفافیت را کاهش داد.

میزان شفافیت میانگین برای فیلم های خوراکی تهیه شده ۵/۲۷ بود که در مقایسه با فیلم تهیه شده از پروتئین نیزه ماهی ۱±۶/۶ است و برای بسته بندی هایی که نیاز است ماده داخل بسته بندی قابل رویت باشد مناسب هستند که نسبت به نتـایج ما فیلم های شفاف تری را تولید کردند [۱۷]. طی مطالعه ای بر روی تاثیر اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع بر روی فیلم تهیه شده از ایزوله پروتئینهای آب پنیربیان شد که اسیدهای چرب اشباع نسبت به اسیدهای چرب غیر اشباع شفافیت را بیشتر کاهش می دهند و افزودن اسید اولئیک سبب افزایش کدورت فیلم ها می‌شود ولی این تاثیر معنی دار نیست [۲۸]. همچنین طی تحقیق بر روی فیلم های خوراکی تهیه شده از پروتئین میوفیبریل ماهی به این نتیجه رسیدند که میزان شفافیت فیلم های تولیدی در محدوده بین pH ۳ تا ۱۱ شفافیت فیلم خوراکی افزایش یافت. فیلم های اسیدی دارای شفافیتی مشابه نتایج ما بود ولی فیلم های قلیایی دارای شفافیت بیشتری نسبت به نتایج ما داشت [۱۷]. شفافیت فیلمهای تولیدی در دامنه ای نسبتا وسیع از ۰/٤۳ تا ۱۸/۱۲ نشان میدهد نتایج تحقیقات ما مشابه تحقیقات شیکو و همکاران (۲۰۰۳) و گونگا و همکاران (۲۰۰۷) بود [۳۰ و ۲۹].

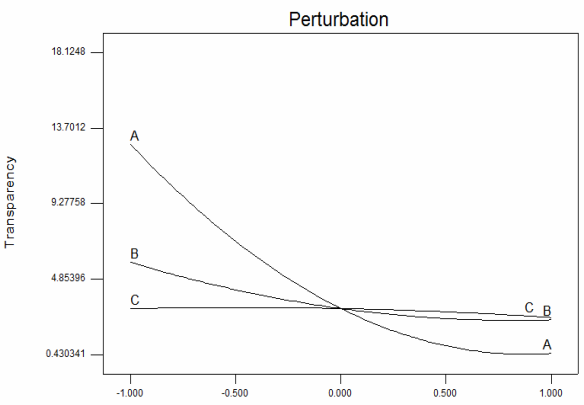

Fig 3 Transparency chart under the influence of independent variables

۳-۵- تغییر رنگ کلی(EΔ)

همانطور که در شکل ٤ مشاهده می شود، با افزایش همزمان ایزوله پروتئین و گلیسرول به صورت خطی با شیب نسبتا تندی سفیدی کاهش می یابد.همچنین اثر متقابل ایزوله پروتئین – اسید اولئیک، معنی دار شده است و با افزایش همزمان ایزوله پروتئین و گلیسرول در غلظتهای پایین افزایش تیرگی کم و با افزایش غلظت این دو عامل منحنی با شیب بیشتری نسبت به حالت قبل افزایش می یابد. با افزایش دما حین فرآیند تولید فیلم، در فیلم های پروتئینی حاوی لیزین، گلیسرول با اسید آمینه لیزین وارد واکنش شده و رنگ آنرا تیره می سازد.احتمالا چون شرایط اسیدی و pH بالا سبب از بین رفتن ساختار پروتئینی و تشکیل اسیدهای آمینه آزاد شده و در نتیجه شرایط را برای ایجاد واکنش قهوه ای شدن بین اسیدهای آمینه و کربوهیدراتهای کمی که در جریان تولید ایزوله پروتئین در ایزوله باقی مانده است ایجاد می‌کند رنگ با افزایش پروتئین تیره تر می‌شود.

یکی از واکنشهایی که در جریان تولید فیلم رخ می دهد آزاد شدن رنگدانه های ناشی از دناتوره شدن پروتئین ها و قهوه ای شدن میلارد است. دناتوراسیون پروتئین ها منجر به آزاد شدن بیشتر رنگدانه های باقی مانده در ایزوله پروتئین گشت. طی این واکنش میزان زیادی از اسیدهای آمینه مثل لیزین که اسید آمینه غالب بقولات و لوبیا قرمز می باشد، با بخش کربوهیدراتی به جا مانده در ایزوله پروتئین واکنش داده و رنگ قهوه ای تولید می نماید. افزایش همزمان ایزوله پروتئین و گلیسرول در غلظتهای پایین افزایش تیرگی کم و با افزایش غلظت این دو عامل منحنی با شیب بیشتری نسبت به حالت قبل افزایش می یابد [۲۸]. با افزایش دما حین فرآیند تولید

فیلم، در فیلم های پروتئینی حاوی لیزین، گلیسرول با اسید آمینه لیزین وارد واکنش شده و رنگ آنرا تیره می سازد [۳۲].

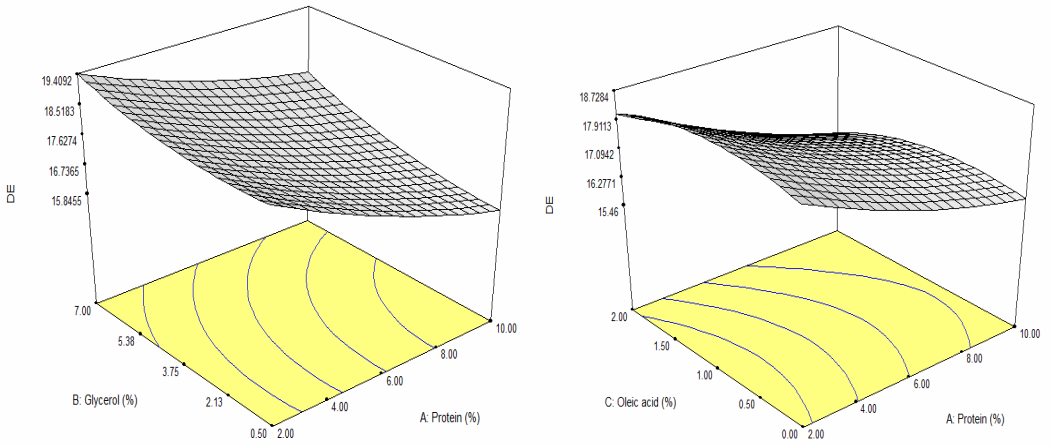

Fig 4 Three-dimensional graph of general color variation under the influence of independent variables

۳-٦- بهینه سازی خصوصیات فیزیکوشیمیایی فیلم تهیه شده از ایزوله پروتئین لوبیا قرمز

یک روش آسان برای تخمین زدن مدلهای چندجمله ای درجه اول استفاده از آزمون فاکتوریل یا آزمون فاکتوریل جزء به جزء است. این روش برای تعیین متغیری که اثر بیشتری بر روی متغیرهای پاسخ دارد کفایت می‌کند. اگر متغیر تشریحی دیگری معنی دار شده باشد می توان از طرح‌های پیچیده تر مثل طرح مرکب مرکزی استفاده کرد تا مدل چند جمله ایدرجه دومی را ارزیابی کند که بهترین نزدیکی را به رفتار فرایند داشته باشد. به هرحال مدل درجه دوم به منظور بهینه سازی (حداکثر کردن، حداقل کردن و یا رسیدن به هدف خاص) پاسخ بکار می رود. برای اینکار سه مرحله مشخص نمودنپارامترهای مستقل و سطوح آنها، گزینش طرح آزمایشی و ارزیابی رابطه مدل مرحله نهایی بدست آوردن و رسم نمودار کنتور پاسخ به عنوان تابعی از پارامترهای مستقل است[۳۲].

به منظور تولید فیلم خوراکی از ایزوله پروتئین لوبیا قرمز، تولید فیلمی دارای حداکثر حلالیت در آب و اسید، شفافیت و حداقل بودن نفوذپذیری به بخار آب و تغییر رنگ کلی مدنظر است. بدین منظور و با استفاده از بهینه سازی عددی طرح مرکب مرکزی، نتایج نشان داد با استفاده از ۲/۱۵ درصد ایزوله پروتئین لوبیا قرمز، ۰/۵۳ درصد گلیسرول و نیز ۲ درصد اسید اولئیک، در سطح مطلوبیت ۰/۷٤۲ فرمولاسیون تهیه فیلم بهینه شد؛ با استفاده از این فرمول فیلمی تهیه شده دارای ۷۲/۱۳ درصد حلالیت در آب، ۵۸/۲٦ درصد حلالیت در اسید، $\frac{g}{m.s}.Pa$ ۱/٦۵ نفوذپذیری به بخار آب، شفافیت ۱٦/٤۱و تغییر رنگ کلی معادل با ۱۸/۰۰ دارد.

٤- نتیجه گیری

خصوصیات نوری فیلم خوراکی تهیه شده از ایزوله پروتئین لوبیا قرمزتحت تاثیر میزان پروتئین و گلیسرول تغییرات محسوس تری داشت،افزایش پروتئین سبب کاهش حلالیت در آب و اسید و نیز کدر شدن و افزایش تغییر رنگ و نفوذپذیری به بخار آب فیلم شد. افزایش گلیسرول سبب افزایش میزان حلالیت در آب، اسید و تغییر رنگ کلی و نفوذپذیری به بخار آب وکاهش شفافیت بسته بندی شد.افزایش اسید اولئیک سبب کاهش تغییر رنگ فیلم خوراکی شد در حالیکه سبب افزایش میزان حلالیت در آب و اسید و نفوذپذیری به بخار آب را بدنبال داشت و تاثیری معنی دار بر میزان کدروت فیلم نداشت.

۵- منابع

[1] Zhang, B. Y., Yuan, Y. L., Gao, Y. J., Su, X. Y., &Ren, H. W. (2010). Study on nutritional assessment and functional properties of kidney bean protein. Science and Technology of Food Industry, 31(11), 347e350.

[2] United States Department of Agriculture. Agricultural Research Service. (2017). National Nutrient Database for Standard. Reference Release 28.

[3] Arthan, A., Prodpran, T. and Benjakul, S. (2009). Round scad protein-based film: storage stability and its effectiveness for shelf-life extension of dried fish powder. LWT- Food Sci. Technol. 42: 1238-1244.
[4] KesterJJ,Fennema OR. (1986). Edible films and coatings a review. Food Technology 1986 : 47 – 59
[5] Kadoya T. (1990) Food Packaging. Academic , New York, NY
[6] Farahnaky, A., AfshariJouybari H., Radi, M., (2008).Evaluation of the potential of Photoshop software for colorimetry of foods and its comparison with Hunter colorimeter, case study: color changes of Mazafatirutabs during accelerated ripening., 18th National Congress on Food Technology, Mashhad, Iran. (in Persian with English summary)
[7] Xu Shan-shan, (2006). Extraction of protein from Latirussativus on its functional characters.,Modetn Food Science and Technology.
[8] A`arabi, E., Azizi, M.H., Bahrami, B., (2005). Edible film prepared from wheat gluten., Sixteenth National Congress of the food industry in Iran, Gorgan(in Persian)
[9] ASTM E96 / E96M - 16 Standard Test Methods for Water Vapor Transmission of Materials.
[10] Taqi, A., Askar,K,A., Khaled, N., Lucia, M., and IoanStamatin., (2011). Effect of different concentrations of olive oil and oleic acid on the mechanical properties of albumen (egg white) edible films., African Journal of Biotechnology Vol. 10(60), pp. 12963-12972, 5 October,
[11] Ozdemir, M., Floros John D., (2008). Optimization of edible whey protein films containing preservatives for water vapor permeability, water solubility and sensory characteristicsJournal of Food Engineering 86 215–224
[12] Choi,w,s., Han, J,H., (2001).Physical and Mechanical Properties ofPea-Protein-based Edible Films., Journal of food science. Vol. 66, No. 2.
[13] Perez-Gago MB, Nadaud P, Krochta JM. (1999). Water vapor permeability, solubility,and tensile properties of heat-denatured versus native whey protein films. J.Food Sci., 64(6): 1034-1037.
[14] KunteLA ,Gennadios A , Cuppett SL , Hanna MA , Weller CL (1997). Cast films from soy proteinisolates and fractions. Cereal Chem 74 (2) : 115 – 118
[15] Thawien Bourtoom., (2008). Plasticizer effect on the properties of biodegradable blend film from rice starch-chitosan., Songklanakarin J. Sci. Technol.30 (Suppl.1), 149-165.
[16] Kokoszka, S., Debeaufort, F., Hambleton, A., Lenart, A., Voilley, Andree. (2010). Protein and glycerol contents affect physico-chemical properties of soy protein isolate-based edible films., Innovative Food Science and Emerging Technologies 11 503–510
[17] Hamaguchi Patricia Yuca, WuYinWeng, Tanaka Munehiko., (2007). Effect of pH on the formation of edible films made from the muscle proteins of Blue marlin (Makairamazara) , Food Chemistry 100.914–920
[18] Yang, L., Paulson, A.T. (2000).Mechanical and water vapour barrier properties ofedible gellan films.Food Research International 33 563±570
[19] Gontard, N., Guilbert, S., &Cuq, J. L. (1993). Water and glycerol as plasticizers affect mechanical and water vapor barrier properties of an edible wheat film. Journal of Food Science, 58, 206±211
[20] McHugh TH, Krochta JM. (1994). Plasticized whey protein edible films: water vapor permeability properties. J Agric Food Chem 59 (2) : 416 – 419
[21] Cao, Na., Yuhua Fu., Junhui He., (2007).Mechanical properties of gelatin films cross-linked, respectively, by ferulic acid and tannin acid. Food Hydrocolloids 21 575–584
[22] Tanaka Munehiko, IshizakiShoichiro, Suzuki Toru, TakaiRikuo., (2001). Water Vapor Permeability of Edible Films Prepared from Fish Water Soluble Proteins as Affected by Lipid Type. Journal of Tokyo University of Fisheries, Vol. 87, pp. 31–37.
[23] Cuq, B. Aymard, C. Cuq, J. L. and Guilbert S., (1995).Ediblepackaging films based on fish myofibrillar proteins: Formulationand functional properties. J. Food Sci., 60, 1369–1374
[24] Ghorpade, V. M., Li H., Gennadios, A., and Hanna, M. A.,(1995).Chemically modified soy protein films. Trans. Am. Soc.Agric. Eng., 38, 1805–1808
[25] Gontard, N., Duchez, C., Cuq, J. L., and Guilbert, S.(1994). Ediblecomposite films of wheat gluten and lipids: Water vaporpermeability and other physical properties. Int. J. FoodSci. & Technol., 29, 39–50 Krochta, J.M. and Mulder-Johnson, J.

(1997). Edible and biodegradable polymer films: challenges and opportunities. Food Technol. 51: 61-74.
[26] McHugh TH, Krochta JM. (1994). Plasticized whey protein edible films: water vapor permeability properties. J Agric Food Chem 59 (2) : 416 – 419
[27] NatthapornLimpan., Properties of Biodegradable Film Based on Fish Myofibrillar Proteinand Poly(vinyl alcohol) Blend
[28] Gounga, M.E., Xu, S.Y. Wang, Z. (2007). Whey protein isolate-based edible films as affected by protein concentration, glycerol ratio and pullulan addition in film formation., Journal of Food Engineering 83 521–530
[29] Shiku, Y., Hamaguchi, P. Y., & Tanaka, M. (2003). Effect of pH on thepreparation of edible films based on fish myofibrillar proteins. FisheriesScience, 69, 1026–1032.
[30] Sivarooban ,T., Hettiarachchy, N.S., Johnson , M.G., (2008).Physical and antimicrobial properties of grape seed extract, nisin, and EDTA incorporated soy protein edible films., Food Research International 41 781–785
[31] Pascholick, T.M., Garcia, F.T., Sobral, P.J.A. and Habitante, A.M.Q.B. (2003).Characterization of some functional properties of edible films based onmuscle proteins of Nile Tilapia. Food Hydrocolloid. 17: 419-427.
[32] Montgomery, D. C.(1997). Design and analysis experiments, 5th edition. New York: John wiely and sonsinc.,pp 427-510.

Optimization of physicochemical properties of edible film based on kidney beans protein isolates (Phaselous vulgaris *L.*)

Khoori, E. [1], Mahdian, E.[2*], Hosseinzadeh, A. [3]

1. Ph.D student, Department of Food Science and Technology, Quchan Branch,Islamic Azad University, Quchan, Iran
2. Assistant professor, Department of Food Science and Technology, Quchan Branch, Islamic Azad University, Quchan, Iran
3. Ph.D student, Department of Food Science and Technology, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran

(Received: 2017/05/07 Accepted:2017/12/19)

Physicochemicalproperties of packaging materialsareone of the most importantconcernsin ediblefilmsandpackaging industry. In this study,the effects of kidney peaproteinisolatesrangedfrom 2 to 10%, glycerol as a plasticizer in the range of0.5 to 7%andoleicacidin therange of 0to 2%onthe physicochemicalproperties of edible films based on kidney peaproteinisolateswereinvestigated. Based on obtained results, Transparency of film samples increased by 18 units whenglycerol andoleic acidincreasedand protein concentration decreased. Decrease inprotein isolates and oleic acid concentration and increase inglycerol concentration significantly decreased total color change by 8 units ($p<0.05$). Water vapor permeability decreased from 5.89 to 1.48 (g/m.Pa.s) with increasing protein and glycerol and also increasing oleic acid ($p<0.05$). Films solubility in water decreased by 36% in water and increased by 28% in acid with increase in protein concentration. Increasing glycerol and oleic acid amounts increased solubility in water and acid ($P <0.05$).

Key Words: Edible Film, Kidney-bean, ΔE, Transparency

* Corresponding Author E-Mail Address: emahdian2000@yahoo.com