بررسی اثر pH و غلظت پلاستی سایزر روی ویژگی های فیلم تهیه شده از ایزوله پروتیین باقلا

سولماز صارم نژاد[1]، محمد حسین عزیزی [2]*، محسن برزگر[2]، سلیمان عباسی[2]

1- دانشجوی دکتری صنایع غذایی، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه تربیت مدرس
2- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

چکیده

هدف از انجام این تحقیق، بررسی امکان تهیه فیلم خوراکی از ایزوله پروتیین باقلا و تعیین اثرات pH محلول تشکیل دهنده فیلم و غلظت پلاستی سایزر روی ویژگی های فیلم حاصله است. بدین منظور از ایزوله پروتیینی باقلای تهیه شده در سه pH 7، 9 و 12 و سه غلظت پلاستی سایزر 40، 50 و 60 درصد وزن ایزوله پروتیین باقلا فیلم تهیه گردید. بر اساس نتایج بدست آمده افزایش pH سبب بهبود خواص مکانیکی (مقاومت در برابر پارگی و کشش پذیری) و میزان حلالیت ، کاهش نفوذ پذیری به بخار آب و تیره تر شدن فیلم ها شد. غلظت پلاستی سایزر در محدوده مورد مطالعه اثر معنی داری روی نفوذ پذیری به بخار آب نشان نداد. افزایش غلظت پلاستی سایزر سبب افزایش میزان کشش پذیری و انحلال فیلم ها و کاهش مقاومت آنها در برابر پاره شدن گردید. کمترین نفوذ پذیری به بخار آب و بیشترین مقاومت در برابر پارگی در فرمول تهیه شده در pH 12 در حضور 40 درصد گلیسرول مشاهده شد.

کلید واژگان: باقلا (.Vicia faba L) ، ایزوله پروتیینی، فیلم خوراکی، pH ، پلاستی سایزر، خواص مکانیکی، نفوذ پذیری به بخار آب

1- مقدمه

ویژگی فیلم های خوراکی 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 [1] زیست تخریب پذیر بودن و نقش موثر آنها در کاهش آلودگی های زیست محیطی همگی سبب شده تا در سالهای اخیر توجه بسیاری از محققین به سوی مطالعه ویژگی های فیلم ها و پوشش های خوراکی گوناگون به عنوان مواد بسته بندی جدید و جایگزین مناسب بسیاری از بسته بندی های پلاستیکی منعطف گردد. فیلم ها و پوشش های خوراکی از منابع گوناگون طبیعی همچون پروتیین ها، پلی ساکاریدها، لیپیدها ویا ترکیبی از این مواد قابل تهیه می باشند[2]. فیلم های خوراکی با پایه پروتیینی بواسطه خواص تغذیه ای آنها و بهتر بودن ویژگی های مکانیکی و ممانعت کنندگی شان در برابر نفوذ گازها در مقایسه با فیلم های لیپیدی و پلی ساکاریدی همواره مورد توجه ویژه ای قرار داشته اند [3]

تا کنون منابع پروتیینی گیاهی و حیوانی گوناگونی برای تهیه فیلم های خوراکی مورد استفاده قرار گرفته اند. از آن جمله می توان به زئین ذرت [4 و 5]، پروتیین های گندم [6، 7 و 8]، پروتیین آب پنیر [9 و 10] اشاره نمود، اما منابع مطالعاتی اندکی در زمینه استفاده از پروتیین حبوبات برای تهیه فیلم های خوراکی در دسترس می باشد. از جمله تحقیقاتی که در زمینه استفاده از پروتیین دانه حبوبات در فرمولاسیون فیلم های خوراکی انجام شده اند می توان به تهیه فیلم از پروتیین نخود فرنگی [11 و 12]، بادام زمینی [13]، سویا [14، 15 و 16] و عدس [17] اشاره نمود.

باقلا با نام علمی .Vicia faba L یکی از زراعت های مهم در چین و کشورهای اطراف مدیترانه (ایتالیا، اسپانیا و مراکش)، مصر، سودان و اتیوپی می باشد [18]. این گیاه منبع غنی از اسید آمینه لیزین و پروتیین با کیفیت بالا می باشد و بسته به رقم آن ممکن است تا 35 % (وزن خشک) پروتیین را داشته باشد. به جز مقدار

*مسئول مکاتبات: azizit_m@modares. ac. ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-07]

تریپتوفان، متیونین و سیستین، پروتیین این گیاه قابل رقابت با سویا بوده و می تواند به عنوان جایگزین مناسبی برای کنجاله گران قیمت سویا قرار بگیرد [19]. این دانه همچنین دارای مقدار چربی و مواد ضد تغذیه ای (رافینوز و استاکیوز) کمتری در مقایسه با سویا می باشد [20] و در ایران و بسیاری از کشورهای دیگر در مقادیر بالایی کشت می گردد. بر اساس مطالعات انجام شده تا کنون از پروتیین این دانه برای تهیه فیلم خوراکی استفاده نشده است. بنابراین در این تحقیق هدف ما تهیه ایزوله پروتیین باقلا و بررسی امکان تهیه فیلم خوراکی از آن و تعیین اثرات pH محلول تشکیل دهنده فیلم و غلظت پلاستی سایزر روی ویژگی های فیلم حاصله (نفوذپذیری به بخار آب، حلالیت، رنگ و خواص مکانیکی) می باشد.

2- مواد و روش ها

2-1- مواد

باقلای خشک (.Vicia faba L) ، رقم برکت، از مرکز تحقیقات کشاورزی گرگان تهیه گردید. کلیه مواد شیمیایی نیز از شرکت مرک آلمان خریداری شدند.

2-2- تهیه ایزوله پروتیینی از باقلا

در ابتدا باقلا های خشک توسط آسیاب خانگی (Moulinex 220, Italy) آسیاب شده و از الک 40 مش عبور داده شدند. ایزوله پروتیین باقلا با انجام اصلاحاتی در روش توصیف شده توسط مک کردی و نیپفل (1990) و به روش استخراج قلیایی و ترسیب اسیدی تهیه گردید [21]. بدین منظور پودر باقلا و آب مقطر به نسبت 1:10 (وزنی/ حجمی) در دمای محیط مخلوط گردیده و pH به کمک سود نرمال روی 9 تنظیم شد. سوسپانسیون حاصله به مدت یک ساعت به کمک همزن مغناطیسی (IKA, RH B2, Germany) همزده شده سپس توسط سانتریفوژ (Kubota 6900, Japan) در g × 9400 به مدت 4 دقیقه سانتریفوژ شده و مایع رویی از قسمت جامد جدا شد.

pH مایع رویی توسط اسید کلریدریک نرمال روی 5/1 (نقطه ایزوالکتریک پروتیین های باقلا) تنظیم شده و رسوب پروتیینی مجددا توسط سانتریفوژ (g× 9600) جدا شد. رسوب پروتیینی حاصله توسط آب مقطر رقیق شده ، pH آن خنثی و توسط خشک کن انجمادی (Zirbus, Germany) خشک شد.

مقدار ازت ایزوله تهیه شده و پودر باقلا توسط روش کجلدال (AOAC, 1990) تعیین و از ضرب کردن مقدار حاصله در 6/25 مقدار پروتیین محاسبه گردید [22].

2-3- تهیه فیلم از ایزوله پروتیین باقلا

محلول 5٪ از ایزوله تحت شرایط همزدن مداوم تهیه شده، سپس pH روی مقادیر مورد نظر (7، 9 و 12) تنظیم شد. گلیسرول بعنوان پلاستی سایزر در سطوح 40، 50 و 60 درصد وزن ایزوله اضافه گردید. به منظور حذف حباب های هوا محلول های حاصله توسط پارچه صافی، صاف شده ودر حجم معین بر روی ظروف شیشه ای با روکش تفلون ریخته شدند و برای خشک کردن درمحیط با دمای 25 °C و رطوبت نسبی 50٪ به مدت 12 ساعت قرار گرفتند. تمام نمونه ها قبل از انجام آزمایشات تحت شرایط 25 °C و رطوبت نسبی 50٪ (توسط دستگاه ژرمیناتور) مطابق استاندارد ASTM واجد شرایط شدند [23]

2-4- اندازه گیری ضخامت : ضخامت نمونه ها توسط یک ریز سنج دیجیتال (Mitutoyo, Japan) با دقت 0/001 میلی متر حداقل در 7 نقطه از فیلم به طور تصادفی اندازه گیری و میانگین حاصله در محاسبات منظور شد.

2-5-رنگ

شاخص های رنگ هانتر (L*, a*, b*) توسط دستگاه رنگ سنج (Colorflex 4510, USA) برای هر نمونه فیلم در سه تکرار اندازه گیری شدند.L* شاخص شفافیت نمونه (0= رنگ سیاه 100= رنگ سفید)، a* (-a= سبزی a + = قرمزی)، b* (-b = آبی b+= زردی) می باشند. تغییر رنگ کلی (ΔE) نیز به کمک فرمول زیر محاسبه شد.

$$\Delta E = [\ (L^*_{\text{استاندارد}} - L_{\text{نمونه}})^2 + (a^*_{\text{استاندارد}} - a_{\text{نمونه}})^2 + (b^*_{\text{استاندارد}} - b_{\text{نمونه}})^2\ ]^{0/5}$$

$L^*_{\text{استاندارد}}$: 92/23 $a^*_{\text{استاندارد}}$: 1/29 - $b^*_{\text{استاندارد}}$: 1/19

2-6- اندازه گیری خواص مکانیکی

مقاومت در برابر پارگی (Tensile strength) و میزان کشیدگی فیلم تا لحظه پاره شدن آن (Elongation at break) با دستگاه بافت سنج (Zwick B2 2.5 TH 1S, Germany) برای هر نمونه فیلم حداقل در 6 تکرار با توجه به استاندارد ASTM D882-02 تعیین گردید [23]. فاصله اولیه بین دو فک دستگاه و سرعت حرکت آن به ترتیب 50 میلی متر و 500 میلی متر / دقیقه

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-07]

تنظیم شدند. مقاومت فیلم در برابر پارگی با واحد مگا پاسکال بیان شده و از تقسیم نمودن حداکثر نیروی وارده به حداقل سطح در معرض نمونه محاسبه گردید. میزان کشش فیلم نیز با تقسیم میزان افزایش طول فیلم در لحظه پاره شدن به طول اولیه و ضرب عدد حاصله در 100 محاسبه گردید.

2-7- اندازه گیری نفوذپذیری به بخار آب

میزان نفوذپذیری فیلم ها نسبت به بخار آب مطابق روش ارایه شده در استاندارد ASTM E 96-00 اندازه گیری شد[24]. بدین منظور فنجانک های شیشه ای با قطر داخلی 3 سانتی متر و عمق 3/5 سانتی متر طراحی و داخل هر یک 8 میلی لیتر آب مقطر (برای ایجاد رطوبت نسبی 100٪ در داخل فنجانک) ریخته شد. نمونه های فیلم (هر یک در سه تکرار) روی دهانه فنجانک ها توسط گریس، واشر لاستیکی و گیره فلزی تثبیت شده و فنجانک ها داخل دسیکاتور حاوی سیلیکاژل (رطوبت نسبی صفر درصد) قرار گرفتند. وزن فنجانک ها هر 12 ساعت یک بار تا زمان ثابت شدن اختلاف وزن دو توزین متوالی ثبت شد و مقدار نفوذپذیری به بخار آب با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید:

$$wvp = w \cdot x \cdot A^{-1} \cdot t^{-1} \cdot (p_2 - p_1)^{-1}$$

Wvp : نفوذپذیری به بخار آب (گرم/ متر. پاسکال. ثانیه)

W : میزان کاهش وزن (گرم)

X : میانگین ضخامت فیلم (میلی متر)

A : سطح در معرض فیلم (متر مربع)

t : زمان کاهش وزن (ثانیه)

$P_2 - P_1$: میزان اختلاف فشار در دو سوی فیلم (پاسکال)

2-8- اندازه گیری مقدار مواد جامد محلول

این شاخص به صورت درصد ماده خشک فیلم که در طی غوطه وری در آب مقطر به مدت 24 ساعت حل می شود تعریف می گردد. برای اندازه گیری مقدار مواد جامد محلول، در ابتدا فیلم ها (هر یک در سه تکرار) به مدت 24 ساعت در آون $105\ ^{\circ}C$ خشک و مقدار ماده خشک آنها تعیین شد. سپس تکه های خشک شده فیلم در 50 میلی لیتر آب مقطر غوطه ور شده و به مدت 24 ساعت تحت همزدن مداوم قرار گرفتند. پس از این مدت تکه های باقی مانده به آرامی با آب مقطر شستشو داده شده و مجددا در آون $105\ ^{\circ}C$ خشک شدند. میزان مواد جامد محلول کل و یا به عبارت دیگر میزان انحلال فیلم ها با توجه به وزن خشک اولیه نمونه ها محاسبه گردید [25].

2-9- تجزیه و تحلیل آماری

در این تحقیق از طرح آزمایشی کاملا تصادفی استفاده شده و داده ها با استفاده از آزمون تجزیه واریانس در سطح اطمینان 95% به کمک نرم افزار SPSS 16 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون دانکن انجام شد.

3- نتایج و بحث

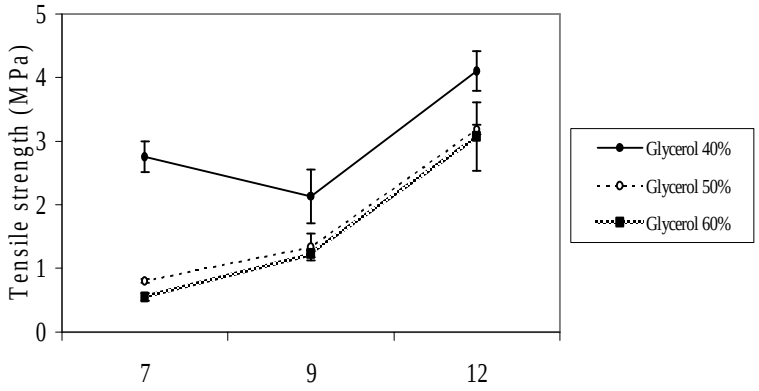
3-1- میزان پروتئین

میزان پروتیین پودر باقلای خشک و ایزوله پروتیینی باقلا به ترتیب 0/46± 29٪ و 4/8 ±84/6٪ تعیین شدند که این ارقام مشابه اعداد گزارش شده توسط سوسولسکی و مک کردی (1987) می باشند [26]. بر اساس نظر این محققین باقلا از لحاظ میزان اسید آمینه لیزین قابل مقایسه با سویا است لیکن دارای مقدار کمتری متیونین و سیستین می باشد. دانه باقلا جزء یکی از فراوانترین دانه های حبوبات در دنیا محسوب می شود[27] و قابل مقایسه با پروتیین سویا بوده و می تواند بعنوان یک منبع مناسب پروتیینی برای تهیه فیلم های خوراکی مورد استفاده قرار گیرد.

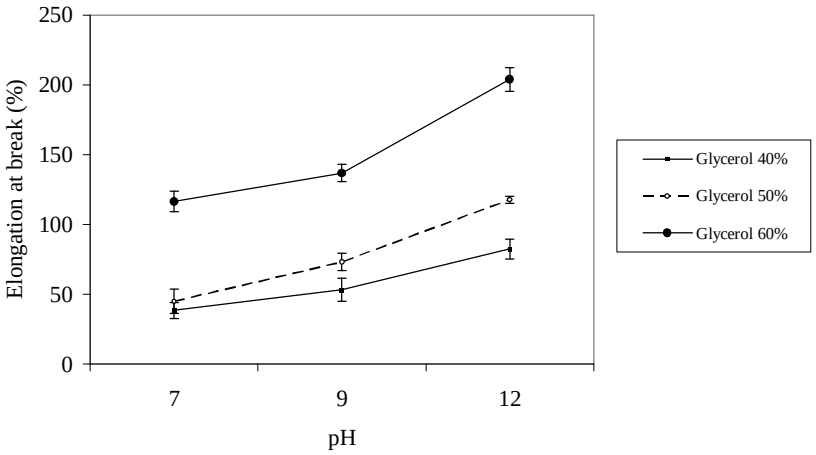
3-2- خواص مکانیکی

بر اساس نتایج تجزیه و تحلیل آماری، pH و غلظت گلیسرول روی مقاومت در برابر پارگی (TS) و میزان کشیدگی فیلم ها (E%) اثر معنی دار دارند($P< 0/0 5$) (شکل2 و1). مقاومت فیلم ها در برابر پارگی در pH 12 افزایش یافت اما در pH 7 و 9 تغییر چشمگیری نداشت. افزایش pH همچنین سبب افزایش میزان کشش فیلم ها شد که دلیل آن را می توان به افزایش در هم کنش های پروتیین- پروتیین در شرایط قلیایی نسبت داد. هاماگوچی, تاناکا و بین (2007) افزایش حلالیت پروتیین در فیلم های تهیه شده از پروتیین عضله در شرایط اسیدی و بازی و درهم کنش پروتیین های محلول با یکدیگر در طی خشک کردن را دلیل افزایش مقاومت این فیلم ها در برابر پارگی دانسته اند [28].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-07]



شکل 1 اثر pH و غلظت پلاستی سایزر روی مقاومت فیلم ایزوله پروتیین باقلا در برابر پارگی



شکل 2 اثر pH و غلظت پلاستی سایزر روی میزان کشش فیلم ایزوله پروتیین باقلا

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-07]

همچنین جنادیوس، ولر و تستین (1993) نشان دادند که در فیلم های حاصل از ایزوله پروتیین سویا، pH در دامنه 6 تا 9 روی مقاومت فیلم ها در برابر پارگی اثر معنی داری نداشت اما شرایط اسیدی و یا قلیایی تر این شاخص را تحت تاثیر قرار داد. این محققین همچنین افزایش میزان کشش پذیری فیلم های ایزوله پروتیین سویا را در اثر افزایش pH گزارش نمودند[7].

(شکل 1و 2)

همانطور که در اشکال2 و1 مشاهده می شود افزایش غلظت پلاستی سایزر سبب کاهش مقاومت در برابر پارگی و افزایش کشش پذیری فیلم می شود. گلیسرول بعنوان یک ماده پلاستی سایزر، انعطاف فیلم را در اثر کاهش پیوندهای هیدروژنی بین زنجیر های پروتیینی و افزایش فضاهای بین مولکولی افزایش می دهد [29]. بیشترین میزان کشش (8/3 ± 203/84) در pH 12 و در غلظت 60% گلیسرول بدست آمد. بر اساس نظر فیرلی، موناهان، ژرمن و کروچتا (1996)، در تمامی انواع فیلم های خوراکی افزایش اندکی در غلظت گلیسرول سبب افت شدید مقاومت فیلم و افزایش کشش پذیری آن می شود [3]. بیشترین مقاومت فیلم در برابر پارگی (4/10± 0/31Mpa)در pH 12 و در حضور 40% گلیسرول مشاهده گردید که همانطور که در جدول 1 نیز مشاهده می شود این رقم مشابه مقاومت فیلم حاصل از کنسانتره پروتیین عدس در شرایط مشابه از نظر(pH و غلظت گلیسرول) می باشد. همچنین در مقایسه خواص مکانیکی فیلم ایزوله پروتیین باقلا (شکل2 و1) با فیلم ایزوله پروتیین سویا (جدول 1) در شرایط مشابه کمتر بودن مقاومت فیلم ایزوله پروتیین باقلا بدلیل عدم استفاده از حرارت در پروسه تهیه این فیلم می باشد. پروتیین های سویا در اثر حرارت دناتوره شده و پیوند های عرضی افزایش می یابند که نتیجه آن افزایش مقاومت فیلم پروتیین سویای حرارت دیده نسبت به فیلم پروتیین باقلای حرارت داده نشده است. اثر حرارت در بهبود خواص مکانیکی فیلم های پروتیینی توسط سایر محققین نیز به اثبات رسیده است. لیو، گارای و پرز (2004) تیمار حرارتی محلول فیلم پروتیین بادام زمینی را دلیل افزایش پیوند های عرضی بین زنجیر های پروتیینی و ایجاد شبکه پروتیینی فشرده تر و محکم تر دانسته اند[31]. کشش پذیری بیشتر فیلم سویا در مقایسه با فیلم پروتیین باقلا (در شرایط pH مشابه) نیز می تواند در نتیجه استفاده از مقدار بیشتری گلیسرول در فرمول فیلم سویا باشد.

خواص مکانیکی فیلم باقلا در مقایسه با خواص مکانیکی سایر فیلم های پروتیینی با منشا غیر از حبوبات قابل مقایسه با فیلم حاصل از پروتیین آب پنیر حرارت دیده می باشد. مقاومت فیلم پروتیین باقلا (گلیسرول 40% و pH 7) در برابر پارگی مشابه فیلم حاصل از کنسانتره پروتیین آب پنیر در pH 8 و 40% گلیسرول می باشد. اما نکته قابل توجه استفاده از تیمار حرارتی روی پروتیین های آب پنیر می باشد. مشابهت مقاومت فیلم ایزوله پروتئین باقلا با فیلم پروتیین آب پنیربا توجه به عدم استفاده از حرارت برای تهیه آن دال بر مستحکم تر بودن شبکه پروتیینی در فیلم حاصل از ایزوله پروتیین باقلا می باشد.

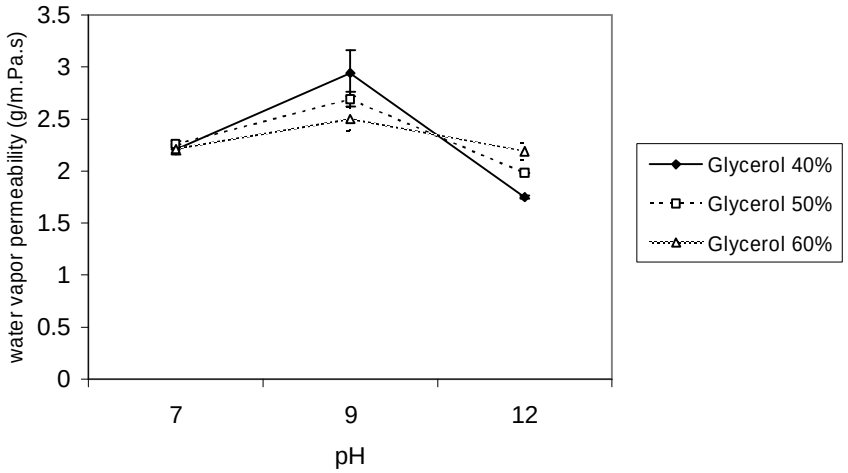
3-3- نفوذپذیری به بخار آب

بر اساس نتایج حاصله، مقدار پلاستی سایزر در محدوده مورد مطالعه (40-60% وزن ایزوله) روی نفوذپذیری به بخار آب اثر معنی دار نداشت اما pH بطور معنی داری این شاخص را تحت تاثیر قرار داد ($P < 0,05$). عدم تاثیر غلظت پلاستی سایزر روی نفوذپذیری به بخار آب توسط چویی و همکاران (2001) نیز گزارش شده است. این محققان عدم اثر معنی دار غلظت گلیسرول در محدوده 20-40 % را بر نفوذپذیری به بخار آب در فیلم کنسانتره پروتیین نخود فرنگی نشان دادند [11].

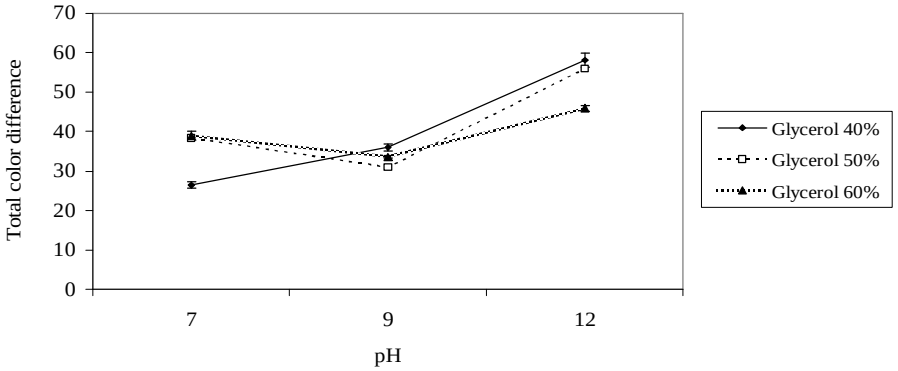
شکل 3 نفوذپذیری به بخار آب در فیلم های ایزوله پروتیین باقلا را نشان می دهد. کمترین مقدار نفوذپذیری در pH 12 و غلظت 40% گلیسرول مشاهده گردید. بطور کلی آبدوستی پروتیین ها و استفاده از پلاستی سایزر های آبدوست در فرمولاسیون فیلم های پروتیینی آنها را در برابر نفوذ بخار آب مستعد می سازد [32]. همانطور که در شکل 3 و جدول 1 مشاهده می گردد نفوذپذیری فیلم های حاصل از ایزوله پروتیین باقلا در pH 7و 9 و 60% گلیسرول کمتر از این مقادیر در فیلم حاصل از ایزوله پروتیین سویا در pH 8 و غلظت گلیسرول مشابه می باشد. فیلم های پروتیین باقلا همچنین نفوذ پذیری کمتری نسبت به فیلم های پروتیین عدس نشان دادند که این اختلاف بدلیل حضور مقادیر بالاتر اسید آمینه های آبگریز (لوسین، پرولین و آلانین) در ایزوله پروتیین باقلا نسبت به کنسانتره پروتیین عدس می باشد. اسید های آمینه آبگریز (لوسین، پرولین و آلانین) حدود 17% وزن ایزوله پروتیین باقلا [26] و 13/6% از وزن پروتیین عدس را تشکیل می دهند[17].

مقایسه نفوذپذیری فیلم های پروتیین باقلا و کنسانتره پروتیین بادام زمینی (جدول 1) نیز مقاومت بیشتر در برابر نفوذ بخار آب را در

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-07]

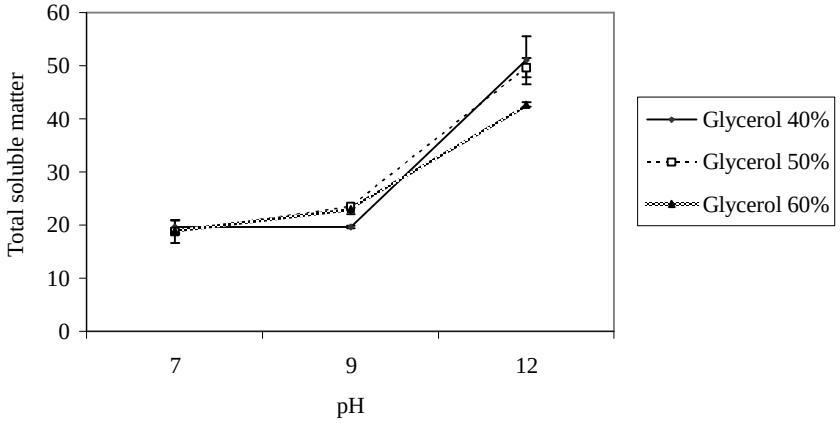


شکل 3 بررسی اثر pH و غلظت های مختلف پلاستی سایزر روی میزان نفوذ پذیری به بخار آب



شکل 4 بررسی اثر pH و غلظت های مختلف پلاستی سایزر روی میزان تفاوت کلی رنگ

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-07]



شکل 5 بررسی اثر pH و غلظت های مختلف پلاستی سایزر روی میزان مواد جامد محلول

جدول 1 خواص مکانیکی و نفوذپذیری به بخار آب برخی از فیلم های پروتیینی

نوع فیلم	مقاومت بر برابر پارگی (مگا پاسکال)	میزان کشش (میلی متر)	ضخامت (گرم/ متر.پاسکال.ثانیه)	نفوذپذیری به بخار آب $\times 10^{-10}$
پروتیین سویا[a]	3/72 ± 0/25	152/6 ± 5/6	0/089	2/6
پروتیین عدس[b]	4/24 ±1/26	58/22 ± 12/ 88	0/150	3/09
پروتیین آب پنیر[c]	2/7 ±0/26	15/4 ± 2/33	0/081	---
پروتیین بادام زمینی[d]	0/1	1/3	147/46	3/66

[a] pH =9 ، ایزوله پروتیین سویای 5%، گلیسرول : ایزوله = 1: 1/6 ، تیمار حرارتی 85 ºC به مدت 30 دقیقه[3]

[b] pH =11 ، کنسانتره پروتیین عدس 5%، گلیسرول : ایزوله = 1: 2 ، تیمار حرارتی 70 ºC به مدت 20 دقیقه[17]

[c] pH =8 ، کنسانتره پروتیین آب پنیر 5%، گلیسرول : ایزوله = 1: 2/5 ، تیمار حرارتی 80 ºC به مدت 30 دقیقه[32]

[d] pH =7/5 ، کنسانتره پروتیین بادام زمینی 3%، گلیسرول : ایزوله = 1: 0/6 ، تیمار حرارتی 90 ºC [13]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-07]

فیلم های حاصل از کنسانتره پروتیین بادام زمینی (در pH 7/5) نشان می دهد که دلیل آن بکار بردن تیمار حرارتی طی تهیه این فیلم می باشد. جنگچاد و همکاران (1999) کاهش نفوذپذیری به بخار آب در اثر استفاده از تیمار حرارتی را به ایجاد پیوندهای عرضی بیشتر و تشکیل شبکه فشرده تری از پروتیین نسبت دادند [13].

3-4- رنگ

pH سبب تغییر معنی دار رنگ شد ولی مقدار پلاستی سایزر تغییری در آن ایجاد نکرد. شکل 4 مقدار تغییر رنگ را در فیلم های تهیه شده از ایزوله پروتیین باقلا در pH و غلظت های گوناگون پلاستی سایزر نشان می دهد. با افزایش pH رنگ فیلم ها از کهربایی روشن به کهربایی تیره میل نمود. جنگچاد و همکاران (1999) نیز رنگ فیلم های تهیه شده از پروتیین بادام زمینی را تحت تاثیر pH و دما گزارش نمودند [13]. تیره شدن فیلم ها در اثر افزایش pH را می توان به قلیائیت فیلم ها و استخراج بیشتر رنگدانه ها توسط حلالهای قلیایی نسبت داد.

3-5- مواد جامد محلول

غوطه ور نمودن فیلم ها در آب سبب متلاشی شدن تکه های فیلم نشد که خود دلیلی بر پایداری بالای شبکه پروتیینی می باشد. نتایج اثر معنی دار pH روی حلالیت فیلم ها را نشان دادند بطوریکه حلالیت فیلم ها با افزایش pH از 7 به 12 افزایش یافت (شکل 5). جنگچاد و همکاران (1999) نیز اثر معنی دار pH (6-9) را روی حلالیت فیلم های حاصل از پروتیین بادام زمینی نشان دادند [13]. مقایسه میزان حلالیت فیلم های پروتیین باقلا (شکل 5) با سایر فیلم های تهیه شده از پروتیین حبوبات نشان دادند که حلالیت فیلم های مذکور به ترتیب 18، 14 و 11% کمتر از فیلم های کنسانتره پروتیین نخود فرنگی [11] ایزوله پروتیین سویا [29] و کنسانتره پروتیین عدس [17] در شرایط تقریبا مشابه از نظر pH و غلظت گلیسرول می باشند. این پدیده می تواند نشان دهنده در هم کنش های داخل مولکولی قویتر در شرایط آبی در فیلم حاصل از ایزوله پروتیین باقلا نسبت به فیلم سایر پروتیین های مورد اشاره باشد .قابل ذکر است که پروتیین نخودفرنگی، سویا و عدس در مطالعات مورد اشاره همگی تحت تیمار حرارتی قرار گرفته و میزان حلالیت آنها متاثر از دناتوراسیون پروتیین ها در اثر حرارت بوده است. در هر حال، حلالیت فیلم های پروتیین باقلا با افزایش pH زیاد شده و حداکثر حلالیت در pH 12 (46/9%) مشاهده گردید بطوریکه با توجه به مقادیر حلالیت محاسبه شده در pH های گوناگون این فیلم دارای قابلیت کاربرد در شرایط گوناگون (حلالیت کم یا زیاد) می باشد.

4- نتیجه گیری

فیلم های با قابلیت انعطاف مناسب در pH و غلظت های گوناگون پلاستی سایزر گلیسرول از ایزوله پروتیین باقلا تهیه گردید. بر اساس نتایج حاصله pH و مقدار پلاستی سایزر اثر معنی داری روی خواص مکانیکی و میزان حلالیت فیلم ها داشتند. نفوذپذیری به بخار آب در فیلم ها فقط تحت تاثیر مقدار pH قرار گرفت و رنگ فیلم ها از کهربایی روشن تا تیره با افزایش pH تغییر نمود. خواص فیلم ایزوله پروتیین باقلا همچنین قابل مقایسه با سایر فیلم های خوراکی پروتیینی مثل سویا، نخود فرنگی، بادام زمینی و عدس بود. با توجه به حلالیت نسبتا بالای فیلم های ایزوله پروتیین باقلا در شرایط قلیایی می توان از این فیلم ها برای تهیه کیسه های بسته بندی محلول در آب استفاده نمود. همچنین در صورت مطالعه روی تیمار های اصلاحی گوناگون مثل تیمار حرارتی یا سایر تکنیک های ایجاد کننده پیوند های عرضی در شبکه پروتیینی، فیلم های حاصل از ایزوله پروتیین باقلا می توانند گزینه مناسبی برای تهیه فیلم های خوراکی جهت استفاده روی مواد غذایی گوناگون باشند. با توجه به نیمه شفاف بودن این فیلم ها ، می توان از آنها برای بسته بندی مواد غذایی حساس به نور استفاده نمود.

5- منابع

[1] Barreto, P. L. M., Pires, A. T. N. and Soldi, V. (2003). Thermal degradation of edible films based on milk proteins and gelatin in inert atmosphere. *Polymer Degradation and Stability*, 79, 147-152.

[2] Gontard, N., Guilbert, S. (1994). Bio-packaging: Technology and properties of edible and/or biodegradable material of agricultural origin. In M. Mathouthi, *Food Processing and Preservation*; chapter 9. Glassgow: Blackie Academic and Professional.

[3] Ou, S., Kwok, K. C. and Kang, Y. (2004). Changes in invitro digestibility and available lysine of soy protein isolate after formation of film. *Journal of Food Engineering*. 64, 301-305.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-07]

Agriculture and Food Chemistry, 48, 4937-4941.

[17] Bamdad, F., Goli, A. H. and Kadivar, M. (2006). Preparation and characterization of proteinous film from lentil (*Lens culinaris*). Edible film from lentil. *Food Research International*, 39, 106-111.

[18] Sumerfield, R. J. and Roberts, E. H. 1985. Grain Legume Crops, Sabbaghpour, S. H., Seed and Plant Research Center Publications.

[19] Quemener, B. (1988).Improvements in the high pressure liquid chromatographic determination of amino sugars and α-galactosides in faba bean, lupin and pea. *Journal of Agriculture and food chemistry*, 36,754-759.

[20] Zee, J. A., Boudreau, A., Bourgeois, M. and Breton, R. (1988). Chemical composition and nutritional quality of faba bean (*Vicia faba L. Min*or) based tofu. *Journal of Food Science*, 53(6), 1772-1774, 1781.

[21] McCurdy, S. and Knipfel, J. E. (1990). Investigation of faba bean protein recovery and application to pilot scale processing. *Journal of Food Science*, 55(4), 1092-1094, 1101.

[22] AOAC. (1990). Official methods of analysis. (15th ed. Vol1, No. 960.52). Arlington: Association of Official Analytical Chemistry.

[23] ASTM. (2002). Standard test method for tensile properties of thin plastic sheeting. Annual book of ASTM standards. Designation D882-02. Philadelphia: American Society for Testing Materials.

[24] ASTM. (2000). Standard test method for water vapor transmission of materials. Annual book of ASTM standards. Designation E96-00. Philadelphia: American Society for Testing Materials.

[25] Kim, K., Weller, C. L., Hanna, M. A. and Gennadios, A. (2002). Heat curing of soy protein films at selected temperatures and pressures. *Lebensmittle-Wissenschaft und Technologie*, 35, 140-145.

[26] Sosulski, F. W. and McCurdy, A. R. (1987). Functionality of flours, protein fractions and isolates from field peas and faba bean. *Journal of Food Science*, 52 (4), 1010-1014.

[27] Arogundade, L. A., Tshay, M., Shumey, D. and Manazie, S. (2006). Effect of ionic strength and/or pH on extractability and physico-functional characterization of broad bean (*Vicia faba L.*) protein concentrate. *Food Hydrocolloids*, 20, 1124-1134.

[28] Hamaguchi, P. Y., Yin, W. and Tanaka, M. (2007). Effect of pH on the formation of edible films made from the muscle proteins of Blue

[4] Yamada, K., Takahashi, H. and Noguchi, A. (1995). Improved water resistance in edible zein films and composites for biodegradable food packaging. *International Journal of Food Science and Technology*, 30, 599-608.

[5] Parris, N. and Coffin, D. R. (1997). Composition factors affecting the water vapor permeability and tensile properties of hydrophilic zein films. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 45, 1596-1599.

[6] Gennadios, A. and Weller, C. L. (1990). Edible films and coatings from wheat and corn proteins. *Food Technology*, 44, 63-69.

[7] Gennadios, A. and Weller, C. L. and Testin, R. L. (1993). Property modification of edible wheat, gluten-based films. *Transactions of ASAE*, 36, 465-470.

[8] Gontard, N., Guilbert, S. and Cuq, J. L. (1993). Water and glycerol as plasticizers affect mechanical and water vapor barrior properties of edible wheat gluten films. *Journal of Food Science*, 58, 206-211.

[9] McHugh, T. H. and Krochta, J. (1994). Sorbitol vs glycerol-plasticized whey protein edible films: integrate oxygen permeability and tensile property evaluation. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 42, 841-845.

[10] Kaya, S. and Kaya, A. (2000). Microwave drying effects on properties of whey protein isolate edible films. *Journal of Food Engineering*, 43, 91-96.

[11] Choi, W. and Han, J. (2001). Physical and mechanical properties of pea-protein based edible films. *Journal of Food Science*, 66(2), 319-322.

[12] Gueguen, J., Viroben, G., Noireaux, P. and Subirade, M. (1998). Influence of plasticizers and treatments on the properties of films from pea proteins. *Industerial Crops and Products*, 7, 149-157.

[13] Jangchud, A. and Chinnan, M. S. (1999). Peanut protein film as affected by drying temperature and pH of film forming solution. *Journal of Food Science*, 64(1), 153-157.

[14] Gennadios, A. and Weller, C. L. (1991). Edible films and coatings from soy milk and soy protein. *Cereal Foods World*. 36, 1004-1009.

[15] Stuchell, Y. M. and Krochta, J. M. (1994). Enzymatic treatments and thermal effects on edible soy protein films. *Journal of Food Science*, 59, 1332-1337.

[16] Rhim, J. W., Gennadios, A., Handa, A., Weller, C. L. and Hanna, M. A. (2000). Solubility, tensile and color properties of modified soy protein films. *Journal of*

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-07]

marlin (Makaira mazara). *Food Chemistry*, 100, 914-920.

[29] Tang, C. H., Jiang, Y., Wen, Q. B.and Yang, X. Q. (2005). Effect of transglutaminase treatment on the properties of cast films of soy protein isolates. *Journal of Biotechnology*, 120, 296-307.

[30] Fairley, P., Monahan, F. J., German, J. B. and Krochta, J. M. (1996). Mechanical properties and water vapor permeability of edible films from whey protein isolate and sodium dodecyl sulfate. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 44, 438-443.

[31} Liu, Ch., Tellez-Garay, A. M. and Castell-Perez, M. E. (2004). Physical and mechanical properties of peanut protein films. *Lebensmittle-Wissenschaft und Technologie*, 37, 731-738.

[32] Gennadios, A., McHugh, T. H., Weller, C. L. and Krochta, J. M. (1994). Edible coatings and films based on proteins. In J. M. Krochta, E. A. Baldwin and M. Nisperos-Carriedo, *Edible Coatings and Films to Improve Food Quality*, (pp. 201-277). Lancaster: Technomic Publishing.

[33] Tang, C.H., Jiang, Y. (2007). Modulation of mechanical and surface hydrophobic properties of food protein films by transglutaminase treatment. *Food Research International*, 40, 504-509.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-07]

Effect of pH and plasticizer concentration on the properties of faba bean protein isolate based edible film

Saremnezhad, S.[1], Azizi, M. H.[2 *], Barzegar, M.[3], Abbasi, S.[4]

1- Ph.D Student of Food Science and Technology, Collage of Agriculture, Tarbiat Modares University
2- Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Collage of Agriculture, Tarbiat Modares University

The objectives of this study were to investigate the potential of faba bean protein isolate (FPI) in preparation of an edible film and to determine the effects of film forming solution pH and plasticizer concentration on film properties. So film samples were prepared in three different pH levels (7, 9 and 12) and plasticizer concentrations (40, 50 & 60% w/w protein isolate). Results showed that increasing of pH improved mechanical properties (tensile strength and elongation) and solubility of films but caused water vapor permeability (WVP) and lightness of films to decrease. Plasticizer concentration did not affect WVP over the studied range. Elongation and solubility of films increased and tensile strength decreased by increasing of plasticizer content of film forming solutions. The lowest WVP and the highest tensile strength was observed at pH 12 and 40% (w/w of FPI) glycerol concentration.

Keywords: Faba bean (*Vicia faba L.*); Protein isolate; Edible film; pH, Plasticizer; Mechanical properties; Water vapor permeability

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-07]

*Corresponding author E-Mail address: azizit_m@modares. ac. ir