

بررسی اثر روکش کردن توسط روغن بذرك بر ویژگیهای فیزیکی فیلم ژلاتینی

زهره دیدار^{1*}، محمد حسین حدادخداپرست²

1- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد نیشابور، گروه علوم و صنایع غذایی، نیشابور، ایران

2- استاد دانشگاه فردوسی مشهد، گروه علوم و صنایع غذایی، مشهد، ایران

تاریخ پذیرش: 1392/9/21

تاریخ دریافت: 1391/10/17

چکیده

ژلاتین به دلیل خاصیت تشکیل فیلم و خصوصیات مکانیکی مناسب در تهیه فیلم های خوراکی بسیار مورد توجه می باشد. از جمله معایب فیلم های ژلاتینی، حلالیت زیاد این نوع فیلم ها در آب و بازدارندگی کم در برابر بخار آب می باشد. هدف از این تحقیق، بررسی ویژگیهای مکانیکی، بازدارندگی در برابر بخار آب و حلالیت فیلم های ژلاتینی روکش شده توسط روغن بذرك می باشد. همانطور که نتایج نشان می دهد، غلظت ژلاتین، میزان روغن بذرك مورد استفاده تأثیر زیادی بر خصوصیات مکانیکی، خصوصیات بازدارندگی فیلم ژلاتین دارد. فیلم ژلاتینی با غلظت ژلاتین 7 گرم و میزان روغن بذرك 0/75 میلی لیتر بیشترین میزان بازدارندگی نسبت به بخار آب و بالاترین میزان نیروی سوراخ کنندگی و درصد طولیل شدن فیلم را نشان می دهد. روکش کردن فیلم ژلاتینی توسط روغن بذرك به میزان قابل توجهی حلالیت این نوع فیلم در آب را کاهش می دهد به طوری که حلالیت در غلظت ژلاتین 7 گرم و روغن بذرك 0/75 میلی لیتر به حدود 40% می رسد.

واژه های کلیدی: فیلم های خوراکی، ژلاتین، روغن بذرك، خصوصیات مکانیکی، نفوذ پذیری نسبت به بخار آب، حلالیت در آب

1- مقدمه

روغن های خشک شونده روغن بذرك، روغن کتان، روغن خشخاش و روغن گردو می باشد. روغن بذرك دارای میزان 25/8 تا 58% اسید لینولئیک، 4/5-29/1% اسید لینولئیک، 37/6-13% اسید اولئیک است (16). در میان روغنهای خشک شونده، روغن بذرك به علت غلظت بیشتر اسیدهای چرب غیر اشباع، سریعتر خشک می گردد که سبب کاربرد بیشتر این نوع روغن نسبت به سایر روغن های خشک شونده شده است (15).

حلالیت زیاد فیلم های ژلاتینی و بازدارندگی ضعیف در مقابل بخار آب از جمله معایب مهم فیلم های ژلاتینی می باشد. در این تحقیق سعی شده است روش مناسبی جهت کاهش حلالیت فیلم های ژلاتینی و بهبود بازدارندگی نسبت به بخار آب ارائه گردد.

2- مواد و روش ها

ژلاتین و سایر مواد شیمیائی مورد استفاده در این تحقیق ساخت شرکت مرک می باشد. روغن بذرك نیز از بازار تهیه گردید.

2-1- روش تهیه فیلم

فیلم ژلاتین با دو غلظت متفاوت تهیه گردید. میزان 4 و 7 گرم ژلاتین در 100 گرم آب حل شد و گلیسرول به میزان 25% وزنی ژلاتین به عنوان پلاستی سایزر² مورد استفاده قرار گرفت. سپس محلول حاصله در پلیت های پلاستیکی با ابعاد $8/5 \times 8/5$ سانتی متر با ضخامت یکسان ریخته شد. عمل خشک کردن در آن با دمای 30 درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی 65-55% به مدت 20-18 ساعت صورت پذیرفت. پس از خشک شدن فیلم ژلاتینی، از روغن بذرك در غلظت های 0/3، 0/5 و 0/75 میلی لیتر در دو طرف فیلم ژلاتینی جهت روکش کردن استفاده شد. سپس فیلم های تهیه شده به منظور خشک شدن روغن بذرك به روش Lazzari (1999) به مدت دو هفته در شرایط آزمایشگاه و به صورت سرپوشیده جهت جلوگیری از ورود گرد و غبار قرار داده شد (12).

2-2- خصوصیات مکانیکی فیلم

خصوصیات مکانیکی فیلم ها بر اساس آزمون شکست (7) و توسط دستگاه بافت سنج مدل CNS-Farnell صورت پذیرفت. فیلم ها بر روی یک سل با ابعاد 52/6 میلی متر ثابت و سپس

فیلم ها و پوششهای خوراکی به علت جلوگیری از تبادل رطوبت، اکسیژن، دی اکسید کربن، لیپیدها و عطر و طعم بین ماده غذایی و محیط اطراف به منظور افزایش مدت ماندگاری و بهبود کیفیت محصولات غذایی به کار برده می شوند (14). در فرمولاسیون فیلم های خوراکی از انواع نگه دارنده ها، آنتی بیوتیک ها یا آنتی اکسیدانها استفاده می گردد (8). افزایش تمایل به سلامت، امنیت غذایی و مسائل زیست محیطی، توجه به فیلم های خوراکی با قابلیت تجزیه بیولوژیکی را افزایش داده است. به طور کلی، فیلم های خوراکی شامل لایه نازک و پیوسته ای از مواد خوراکی هستند (21). منابع پروتئینی به دلیل خاصیت تشکیل فیلم (9، 18) و خصوصیات مکانیکی و بازدارندگی بهتر نسبت به پلی ساکاریدها (3) بیشتر جهت تهیه فیلم های خوراکی استفاده می شوند. خصوصیات عملکردی بهتر فیلمهای پروتئینی به دلیل پیوندهای کووالانسی آنها است در فیلم های پلی ساکاریدی یافت نمی شود (2). در بین پروتئین ها، ژلاتین به علت خصوصیات منحصر به فرد و خاصیت تجزیه پذیری میکروبی بسیار مورد توجه است (1) از جمله معایب فیلم های ژلاتینی خاصیت آبدوستی این گونه فیلم ها است که سبب نفوذ پذیری زیاد نسبت به بخار آب و حلالیت زیاد در آب شده است به طوری که Perez-Mateos (2007) میزان حلالیت فیلم ژلاتینی را 88% گزارش نموده است (19). تلاشهایی جهت کاهش خاصیت آب دوستی این نوع فیلم ها توسط افزودن روغنهای مختلف به ساختار فیلم های ژلاتینی صورت گرفته است. افزودن روغن ها یا مومها به ساختار فیلم های پروتئینی مختلف به اشکال مختلف مورد بررسی قرار گرفته است از جمله Jongjareonrak در سال 2006 تهیه فیلم ژلاتینی به صورت امولسیون را تشریح نموده است (10). مطالعات صورت گرفته توسط Debeaufort و همکاران (4) و Morillon و همکاران (16) بر تهیه فیلم های ژلاتینی به صورت چند لایه همراه با روغن ها یا مومهای مختلف متمرکز گردیده است. روغن های خشک شونده¹ گلیسرول استرهای اسید چرب هستند و معمولاً از دانه ها یا میوه ها استخراج می شوند (17) این روغن ها دارای زنجیره جانبی اولفین هستند که در مقابل اکسیژن به سرعت پلیمره می گردند. اتواکسیداسیون این روغن ها در معرض هوا ایجاد فیلم شفاف می نماید. از جمله

2 - Plasticizer

1 - Drying oils

100× میزان ماده جامد پس از 24 ساعت - میزان ماده جامد اولیه

میزان ماده جامد اولیه

آزمون، توسط پروب با ابعاد 3 میلی متری و با سرعت 1 میلی متر بر ثانیه انجام شد. خصوصیات مورد بررسی، شامل میزان نیروی سوراخ کنندگی¹ و درصد طولیل شدن فیلم² بودند.

2-5- طرح آماری

تجزیه و تحلیل آماری داده ها، با استفاده از نرم افزار MSTAT-C در قالب طرح فاکتوریل صورت گرفت. مقایسه میانگین تیمارها به روش دانکن انجام شد.

3- نتایج و بحث

جدول 1 نتایج تجزیه واریانس مربوط به اثر متغیرهای غلظت ژلاتین، میزان روغن در نیروی سوراخ کنندگی فیلم، درصد طولیل شدن فیلم، میزان حلالیت فیلم در آب و نفوذپذیری نسبت به بخار آب را نشان میدهد. مطابق این جدول تمامی متغیرها از نظر آماری اثری معنی دار داشته اند ($p < 0/01$).

3-1 بررسی اثر غلظت روغن بذرک بر خصوصیات فیلم

های ژلاتینی

همانطور که جدول 2 نشان می دهد، غلظت روغن 0/75 میلی لیتر بیشترین تأثیر را بر میزان نیروی سوراخ کنندگی فیلم، درصد طولیل شدن فیلم، حلالیت در آب و نفوذپذیری نسبت به بخار آب داشته است و تفاوت معنی داری ($p < 1\%$) بین مقادیر روغن بذرک به کار برده شده و ویژگیهای مذکور در فیلم ژلاتینی وجود دارد.

2-3- نفوذپذیری نسبت به بخار آب

میزان نفوذپذیری نسبت به بخار آب مطابق روش Gontard و همکاران (1993) صورت پذیرفت (7). مطابق این روش، فیلم ها بر روی محفظه حاوی سیلیکاژل ثابت شده و همراه با آب مقطر داخل دسیکاتور قرار داده شدند. وزن این محفظه ها روزانه در مدت 9 روز و با دقت $0/01 \pm$ اندازه گیری گردید.

2-4- میزان حلالیت فیلم

حلالیت فیلم ها در آب، مطابق روش Gontard و همکاران (1992) و بر حسب درصد ماده جامد فیلم های حل شده در آب برای مدت 24 ساعت صورت گرفت (6). ماده جامد اولیه نیز با خشک کردن فیلم ها در دمای 100 درجه سانتی گراد برای مدت 24 ساعت اندازه گیری شد. فیلم ها در ابعاد 40 - 40 سانتی متر مربع بریده و توزین گردید و سپس در مقدار 50 میلی لیتر آب مقطر حاوی 0/02 گرم آزاید در 100 میلی لیتر برای جلوگیری از رشد میکروارگانیسمها قرار داده و توسط پارافیلیم کاملاً بسته شد. در مدت 24 ساعت در دمای 25 درجه سانتی گراد و تحت هم زدن مداوم قرار داده شد. فیلم های حل نشده خارج و خشک گردید و وزن خشک آن محاسبه شد. این عمل در سه تکرار صورت گرفت و میزان حلالیت توسط فرمول ذیل محاسبه شد.

جدول 1 - آنالیز واریانس اثر غلظت ژلاتین و میزان روغن بذرک بر خصوصیات فیلم های ژلاتینی

منبع تغییر	درجه آزادی	نیروی سوراخ کنندگی فیلم	درصد طولیل شدن فیلم	حلالیت در آب	نفوذپذیری نسبت به بخار آب
غلظت ژلاتین	1	209/628**	108/33**	2128/167**	19/028**
خطا	4	0/558	0/241	10/667	0/016
میزان روغن	3	64/487**	14/148**	1830/778**	5/886**
روغن و ژلاتین	3	13/175**	0/565**	17/833**	0/575**
خطا	12	0/551	0/134	2/889	0/027
کل	23				

¹ - Puncture force

² - Elongation at break

جدول 2- مقایسه میانگین اثر غلظت روغن بر خصوصیات فیلم های ژلاتینی

غلظت روغن	نیروی سوراخ کنندگی فیلم	درصد طولی شدن فیلم	حلالیت در آب	نفوذپذیری نسبت به بخار آب
شاهد	29/52 ^d	31/91 ^d	77/17 ^a	4/300 ^a
0/3	34/63 ^c	33/62 ^c	52 ^b	3/383 ^b
0/5	33/85 ^b	34/44 ^b	44/67 ^c	2/733 ^c
0/75	36/93 ^a	35/56 ^a	36/83 ^d	1/965 ^d

2-3 بررسی اثر متقابل غلظت ژلاتین و میزان روغن بذرک

برمیزان نیروی سوراخ کنندگی فیلم و درصد طولی شدن

پس از تهیه فیلم های روکش شده ژلاتینی، خصوصیات مکانیکی شامل میزان نیروی سوراخ کنندگی فیلم، درصد طولی شدن فیلم توسط دستگاه بافت سنج اندازه گیری شد که نتایج آن در شکل های 1 و 2 را نشان داده شده است. مطابق این تحقیق، فیلم ژلاتینی بدون روکش کردن با غلظت 4 گرم در 100 میلی لیتر کمترین میزان نیروی سوراخ کنندگی فیلم و درصد طولی شدن را نشان داده است. هر دو فاکتور مورد بررسی، با افزایش غلظت ژلاتین و افزایش میزان روغن بذرک افزایش یافته اند.

مطابق این تحقیق، هم افزایش غلظت ژلاتین و روکش کردن فیلم توسط روغن بذرک سبب بهبود ویژگیهای مکانیکی فیلم می گردد. در فیلم ژلاتینی تهیه شده با غلظت 4 درصد ژلاتین، نیروی سوراخ کنندگی فیلم، 24/64 نیوتن است که با روکش کردن فیلم توسط روغن بذرک با مقادیر 0/3، 0/5 و 0/75 به ترتیب به مقادیر 33/33، 55/21 و 33/71 نیوتن افزایش می یابد. در این حالت، درصد طولی شدن فیلم نیز به ترتیب از میزان 29/3 درصد به مقادیر 31/7، 32/4 و 33/6 درصد افزایش می یابد. بیشترین مقادیر نیروی سوراخ کنندگی فیلم و درصد طولی شدن مربوط به فیلم تهیه شده با غلظت 7 درصد و میزان روکش روغن بذرک به میزان 0/75 میلی لیتر است که به ترتیب مقادیر 40/15 نیوتن و 37/5 درصد را شامل می شود. این موضوع با سایر تحقیقات انجام شده مطابقت دارد. Wang (2005) نشان داد استفاده از یک پوشش شامل روغن کتان بر روی پروتئین ذرت سبب افزایش 300% در میزان کشش پذیری می گردد و علت آن را پوشش دهی شکافها و منافذ ریز موجود در فیلم زئین توسط روغنهای خشک شونده عنوان نموده است (22). مطابق تحقیق Ekthamasut (2001) با افزودن روغنهای گیاهی پالم، ذرت و

آفتابگردان در فیلم خوراکی کنجاک¹، درصد طولی شدن فیلم افزایش می یابد و غلظت بیشتر روغن منجر به طولی شدن بیشتر فیلم می گردد (5). Lai (1998) نشان داد در صورتی که از اسید اولئیک به عنوان پلاستی سایزر در ساختار فیلم زئین استفاده گردد، میزان کشش پذیری و مقاومت کششی در این نوع فیلم افزایش و میزان نفوذ پذیری به بخار آب کاهش قابل توجهی می یابد (11). افزایش غلظت ژلاتین سبب افزایش نیروی سوراخ کنندگی و درصد طولی شدن فیلم ژلاتینی می گردد. Longares (2003) نیز در بررسی ویژگیهای فیلم خوراکی بر پایه ایزوله پروتئینی آب پنیر و دارای پلاستی سایزر گلیسرول نشان داد با کاهش ضخامت در این نوع فیلم، میزان بار ماکزیمم و کشش پذیری کاهش می یابد (13).

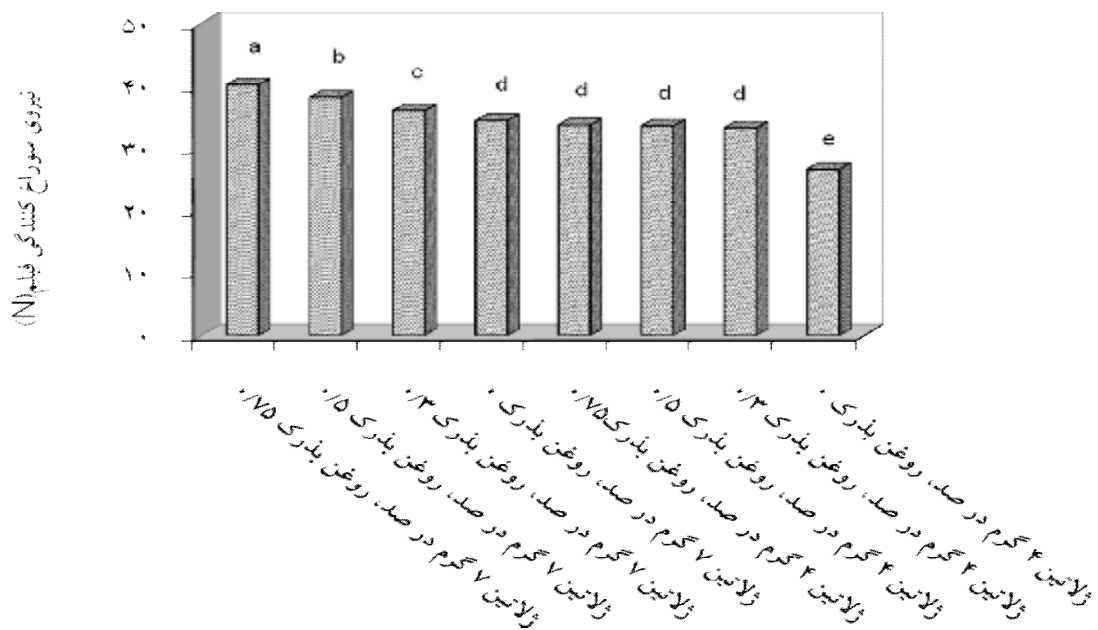
3-3 بررسی اثر متقابل غلظت ژلاتین و میزان روغن بذرک

بر میزان نفوذپذیری نسبت به بخار آب

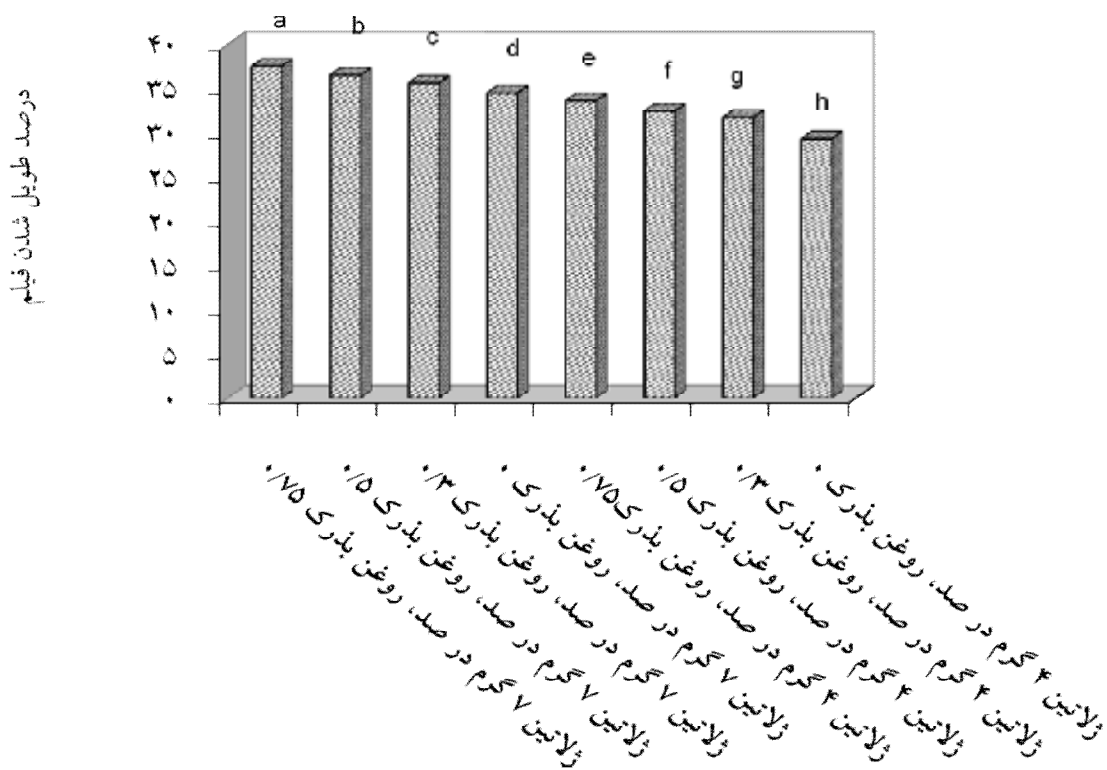
غلظت ژلاتین و میزان روغن بذرک در میزان نفوذ پذیری فیلم های ژلاتینی به بخار آب موثر است و هر قدر غلظت ژلاتین بیشتر و غلظت روغن بذرک به کار برده شده جهت روکش کردن افزایش یابد، میزان نفوذ پذیری فیلم ژلاتینی به بخار آب کاهش می یابد. کمترین میزان نفوذ پذیری نسبت به بخار آب مربوط به فیلم تهیه شده با غلظت 7 درصد ژلاتین و روکش کردن با میزان 0/75 میلی لیتر روغن بذرک می باشد که در این شرایط میزان نفوذ پذیری نسبت به بخار آب 1/507 بر حسب واحد (gmmh⁻¹cm⁻¹pa⁻¹)^(10⁸) اندازه گیری شد. نفوذ پذیری نسبت به بخار آب به میزان قابل توجهی با استفاده از پوششهای روغنی در فیلم زئین ذرت کاهش یافته است که علت آن را کنترل نفوذ آب توسط افزایش آب گریزی در فیلم و نیز تغییر در ساختار فیلم عنوان نموده است (20).

Péroval (2003) نشان داد که با اتصال² اسیدهای چرب گروه امگا 3 در ساختار فیلم های آرابوکسیلان، میزان نفوذ پذیری به بخار آب در این فیلم به میزان قابل توجهی نسبت به فیلم پلی اتیلنی با دانسیته کم و فیلم های واکیسی کاهش می یابد.

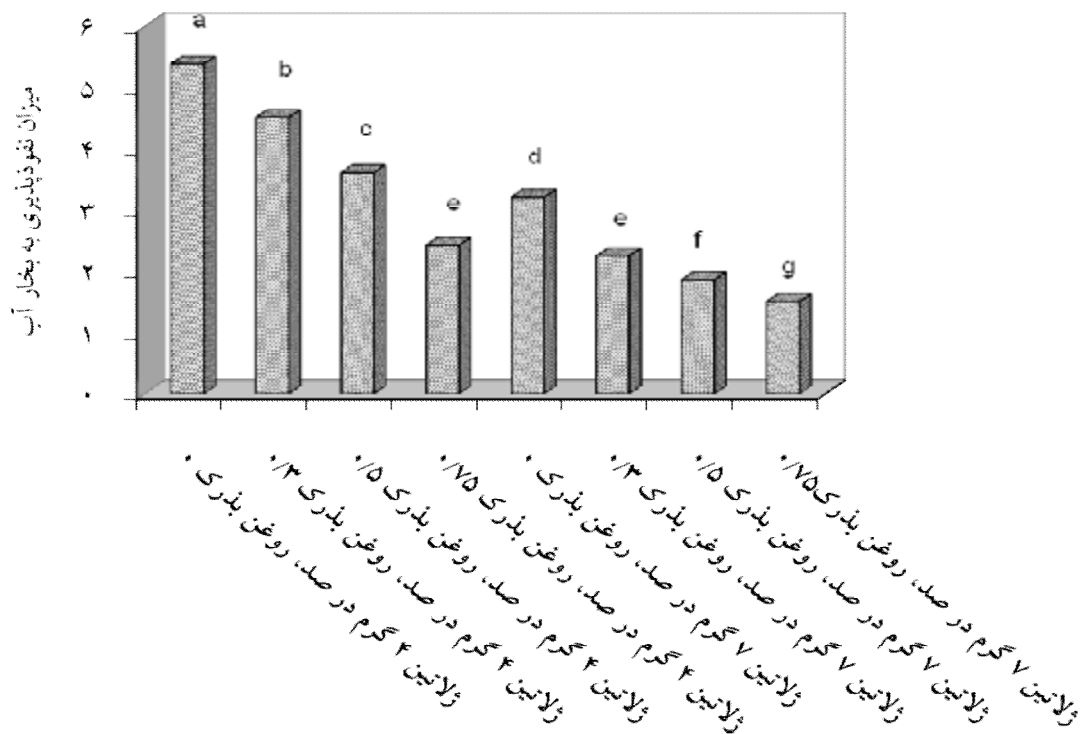
¹ - گیاهی که در مناطق گرمسیر و نیمه گرمسیری می روید و به علت نشاسته زیاد به عنوان جایگزین ژلاتین به کار برده می شود.



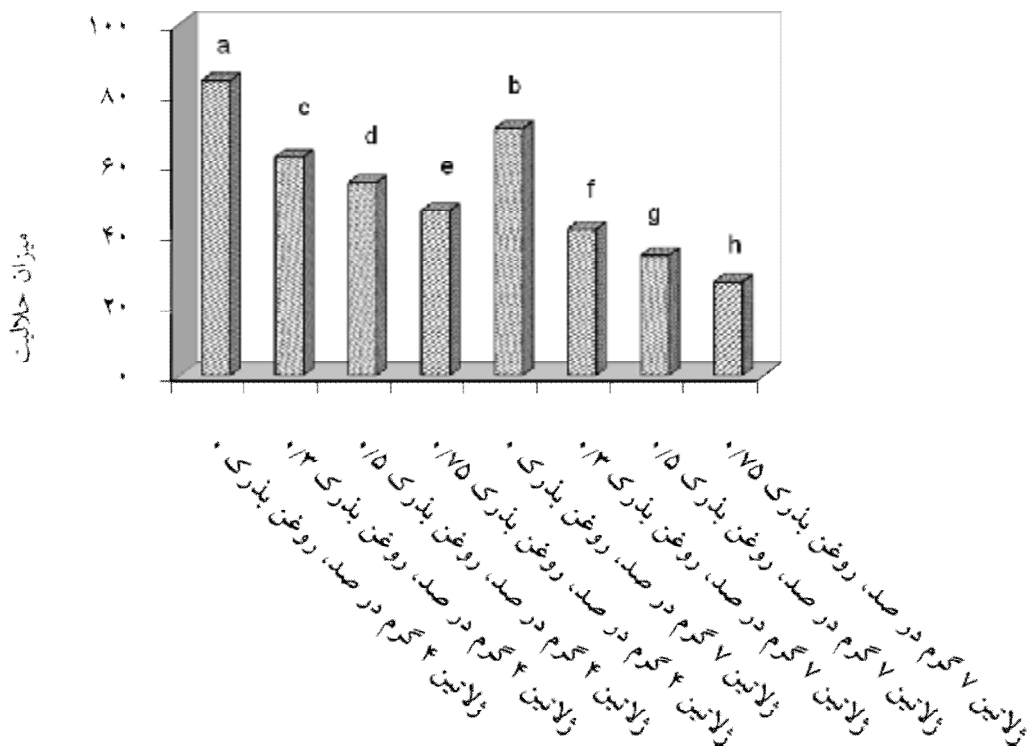
شکل 1- مقایسه میانگین اثر غلظت ژلاتین و میزان روغن بذرک بر میزان نیروی سوراخ کنندگی فیلم (N) ($p < 0/01$)



شکل 2- مقایسه میانگین اثر غلظت ژلاتین و میزان روغن بذرک بر درصد طول شدن فیلم ($p < 0/01$)



شکل 3- مقایسه میانگین اثر غلظت ژلاتین و میزان روغن بذریک بر میزان نفوذ پذیری نسبت به بخار آب فیلم ژلاتینی ($p < 0/01$)



شکل 4- مقایسه میانگین اثر غلظت ژلاتین و میزان روغن بذریک بر میزان حلالیت فیلم ژلاتینی ($p < 0/01$)

5- سپاس گزاری

با تشکر از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد نیشابور که بودجه انجام این پژوهش را تأمین نمودند.

6- منابع

- 1- Bigi, A., Cojazzi, G., Panzavolta, S., Roveri, N., & Rubini, K. 2002. Stabilization of gelatin films by crosslinking with genipin. *Biomaterials*, 23, 4827-4832.
- 2- Cuq, B., Aymard, C., Cuq, J., & Guilbert, S. 1995. Edible packaging films based on fish myofibrillar proteins: formation and functional properties. *Journal of Food Science*, 60, 1369-1374
- 3- Cuq, B., Gontard, N., & Guilbert, S. 1998. Proteins as agricultural polymers for packaging production. *Cereal Chemistry*, 75, 1-9
- 4- Debeaufort, F., Quezada-Gallo, J. A., Bruno Delportec, B., & Voilley, A. 2000. Lipid hydrophobicity and physical state effects on the properties of bilayer edible films. *Journal of Membrane Science*, 180(1), 47-55.
- 5- Ekthamasut, Kamontip. 2001. Faculty of Science, The University of the Thai Chamber of Commerce Bangkok, Thailand. www.journal.au.edu/au techno/2001/oct2001/article3.pdf
- 6- Gontard, N., Guilbert, S., & Cuq, J. L. 1992. Edible wheat gluten films: Influence of the main process variables on film properties using response surface methodology. *Journal of Food Science*, 57(1), 190-195.
- 7- Gontard, N., Guilbert, S., & Cuq, J. L. 1993. Water and glycerol as plasticizers affect mechanical and water vapor barrier properties of an edible wheat gluten film. *Journal of Food Science*, 58, 206-211.
- 8- Guilbert, S., Gontard, N., & Gorris, L. G. M. 1996. Prolongation of the shelf-life of perishable food products using biodegradable films and coatings. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 29, 10-17.
- 9- Irissin-Mangata, J., Bauduin, G., Boutevin, B., & Gontard, N. 2001. New plasticizers for wheat gluten films. *European Polymer Journal*, 37, 1533-1541.
- 10- Jongjareonrak, A., Benjakul, S., Visessanguan, W., & Tanaka, M. 2006b. Fatty acids and their sucrose esters affect the properties of fish skin gelatin-based film. *European Food Research and Technology*, 222(5-6), 650-657.
- 11- Lai Huey-Min and Padua, Graciela W. 1998. Water Vapor Barrier Properties of Zein Films Plasticized with Oleic Acid. *Cereal Chem.* 75(2):194-199. Vol. 75, No. 2.
- 12- Lazzari, M., Chiantore, O. 1999. Drying and oxidative degradation of linseed oil. *Polymer Degradation and Stability*. 65, 303-311.

این محقق نشان داد که روغن بذرك نسبت به روغن های حاصل از موجودات دریائی ایجاد نفوذ پذیری به بخار آب کمتر و آب گریزی بیشتر در فیلم می نماید (20).

مطابق تحقیق Ekthamasut (2001) افزودن روغنهای گیاهی پالم، ذرت و آفتابگردان سبب کاهش حلالیت در آب و نفوذپذیری نسبت به بخار آب در فیلم خوراکی کنجاک⁵ می گردد. میزان نفوذ پذیری به بخار آب با افزایش غلظت روغن کاهش می یابد به طوری که با غلظت 0/3 روغن ذرت به حدود صفر می رسد (5).

4-3 بررسی اثر متقابل غلظت ژلاتین و میزان روغن بذرك بر میزان حلالیت فیلم ژلاتینی

حلالیت فیلم ژلاتینی با افزایش غلظت ژلاتین و افزایش غلظت روغن بذرك به کار برده شده جهت روکش کردن فیلم کاهش می یابد. حلالیت در آب نیز با افزودن روغن کاهش می یابد و هر قدر غلظت روغن افزایش می یابد حلالیت در آب کاهش یابد (به حدود 40% می رسد). حلالیت در فیلم ژلاتینی بدون روکش توسط روغن بذرك در غلظت 4 و 7 درصد به ترتیب 84 و 70/33 است. با روکش شدن فیلمها توسط روغن بذرك حلالیت به طور قابل ملاحظه ای کاهش می یابد به طوری که در غلظت های مذکور و روکش شدن با میزان 0/75 میلی لیتر روغن بذرك، حلالیت به ترتیب به مقادیر 47 و 26/67 درصد کاهش می یابد.

4- نتیجه گیری

با روکش دار کردن فیلم های ژلاتینی توسط روغن بذرك و افزایش غلظت ژلاتین در تهیه فیلم، می توان خصوصیات مکانیکی، ممانعت کنندگی در برابر بخار آب و حلالیت فیلمهای ژلاتینی در آب را اصلاح نمود. هر قدر غلظت ژلاتین و غلظت روغن بذرك جهت روکش دار کردن فیلم ژلاتینی افزایش یابد، ویژگیهای مذکور بهبود بیشتری می یابد. بنابراین می توان به این روش ممانعت در برابر بخار آب و حلالیت فیلم ژلاتینی در آب را که از جمله مهمترین معایب این گونه فیلمها هستند، به طور چشمگیری کاهش داد.

- 13- Longares,A., Monahan,F.G., Oriordan,E,D., Osullivan,M. 2004. Physical properties and sensory evaluation of WPI films of varying thickness.Lebensm.-Wiss.u.-Technol. 37,545-550
- 14- McHugh, T. H. 2000. Protein–lipid interactions in edible films and coatings. *Nahrung*, 44, 148–151
- 15- Mills JS, White R. Oils and fats.1994. In: The organic chemistry of museum objects. Oxford: Butterworth and Heinemann. p.33 and references cited therein.
- 16- Morillon, V., Debeaufort, F., Blond, G., Capelle, M., & Voilley, A. 2002. Factors affecting the moisture permeability of lipid-based edible films: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*,42(1), 67–89.
- 17- Niimura, N., Kishi,N., Miyakoshi,T.2003. Structural Study of Dried Linseed Film using Two-Stage Pyrolysis-Gas Chromatography/Mass Spectrometry. *J. Mass Spectrom. Soc. Jpn. Vol. 51, No. 1*
- 18- Ou, S., Kwok, K. C., & Kang, Y. 2004. Changes in in vitro digestibility and available lysine of soy protein isolate after formation of film. *Journal of Food Engineering*, 64, 301–305.
- 19- Pe´rez-Mateos, M. Montero,. P Go´mez-Guille´n, M.C. 2007 .Formulation and stability of biodegradable films made from cod gelatin and sunflower oil blends. www.elsevier.com/locate/foodhyd
- 20-Péroval, C. Debeaufort, F. Seuvre, A.-MChvet, . B. § Déspre, and Voilley A. 2003. Modified arabinoxylan-based films.partB.Grafting of omega-3 fatty acids by oxygen plasma and electron beam irradiation. *J.Agric. Food Chem.*51 (10), pp 3120–3126.
- 21- Torres, J. A. 1997. Edible films and coatings from proteins. In S. Damodaran, & A.Paraf (Eds.), *Food Proteins and their applications* (pp. 467–507). New York: Marcel and Dekker.
- 22- Wang , q., padua, g.w. 2005. properties of zein film coated with drying oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 53(9). pp3444-3448