Archive of SID

ISSN: 2476-6887; Journal of Fisheries Science and Technology. 2019;8(1):7-14

The Effect of *Hypericum perforatum* extract, *Ferulago angulata* Extract and Vitamin C on the Physical, and Mechanical Characteristics of Tragacanth Film

ARTICLE INFO

Article Type
Original Research

Authors
Bahram S.*[1] *PhD,*
Javadian S.R.[1] *PhD,*
Abdollahi M.[2] *PhD*

How to cite this article
Bahram S, Javadian S.R, Abdollahi M. The Effect of *Hypericum perforatum* extract, *Ferulago angulata* Extract and Vitamin C on the Physical, and Mechanical Characteristics of Tragacanth Film. Journal of Fisheries Science and Technology. 2019;8(1):7-14.

[1]Fisheries Department, Qaemshahr Branch, Islamic Azad University, Qaemshahr, Iran
[2]Biology & Biological Engineering Department, Food & Nutrition Science Faculty, Chalmers University of Technology, Gothenburg, Sweden

Correspondence
Address: Qaemshahr Branch, Islamic Azad University, 7 Kilometer of Allame Tabarsi Street, Qaemshahr, Iran. Postal Code: 4765161964
Phone: +98 (11) 44244418
Fax: +98 (11) 42155117
bahramsomi@gmail.com

Article History
Received: November 2, 2018
Accepted: August 31, 2019
ePublished: March 19, 2019

ABSTRACT

In this study, the physical and mechanical properties of tragacanth film incorporated with different antioxidant compounds including *Hypericum perforatum* extract, *Ferulago angulata* extract and vitamin C 25% (w/v) were studied. Adding *Hypericum perforatum* extract, *Ferulago angulata* extract and vitamin C reduced the moisture content and the solubility of the tragacanth film ($p<0.05$). The lowest amount of the solubility was observed in the tragacanth film containing vitamin C (51.59%) and *Hypericum perforatum* extract (52.05%). The amount of water vapor permeability (WVP) decreased in the tragacanth film containing vitamin C (1.68±0.06×10-7 gs-1m-1Pa-1), and in the films containing extracts increased significantly ($p<0.05$). Adding both extract and vitamin C to the tragacanth film decreased the mechanical properties of the film. Also, the lowest amounts of opacity were observed in the tragacanth film and tragacanth film containing vitamin C 1.72 and 0.98, respectively ($p<0.05$). The lowest amount of light transmission was observed in the tragacanth film containing *Hypericum perforatum* and *Ferulago angulata* extract ($p<0.05$).

Keywords Edible film; Tragacanth; Hypericum perforatum; Chavir Extract; Vitamin C

CITATION LINKS

[1] Investigating of physical properties of carboxymethyl cellulose-oleic acid composite ... [2] Antimicrobial edible films for food ... [3] Biodegradable edible biopolymers in food and drug ... [4] Water vapor permeability of edible starch based ... [5] Compositional analysis and rheological characterization of gum tragacanth ... [6] Evaluation of factors affecting barrier, mechanical and optical ... [7] On the stabilization mechanism of Doogh ... [8] Whey protein concentrate edible film activated with cinnamon ... [9] Antimicrobial herb and spice compounds in ... [10] Antimicrobial effect of guava on Escherichia coli ... [11] The effect of ascorbic acid combined with whey protein coating ... [12] Antioxidant effects of Zataria multiflora and Mentha ... [13] Antidermatophyte activity of the essential oil of Hypericum perforatum ... [14] Hypericum perforatum methanolic extract inhibits growth of human prostatic ... [15] Chemical composition, antifungal and antiaflatoxigenic activities of ... [16] Anti-tumor activity of ferulago angulata Boiss. Extract in gastric cancer cell line via ... [17] A comparison of the essential oil chemical composition of Origanum ... [18] Chitosan/clay nanocomposite film preparation ... [19] Standard test methods for moisture content of paper and paper ... [20] Development and evaluation of a novel biodegradable film made ... [21] Standard test methods for water vapour transmission of ... [22] Effect of nanoclay and cross-linking degree on the properties of ... [23] Standard test methods for tensile properties of thin plastic ... [24] Preparation and properties of rice starch-chitosan blend ... [25] Carboxymethylcellulose-montmorillonite nanocomposite films ... [26] Physical-mechanical and antimicrobial properties of fish gelatin-alginate films ... [27] Influence of α-tocopherol on physicochemical properties ... [28] Effect of ferulic acid and α-tocopherol antioxidants on properties of sodium ... [29] Comparative studies on the characterization and antioxidant properties ... [30] Antimicrobial activity and characteristics of edible films ... [31] Effect of pomegranate peel extract on ... [32] Effects of murta (Ugni molinae Turcz) extract on ... [33] Study of contact angle, wettability and water vapor ... [34] Physical properties, antioxidant and antimicrobial ... [35] Physico-mechanical properties of chitosan films with carvacrol ... [36] Functional properties of sodium and calcium caseinate antimicrobial active films containing ... [37] Physical properties and antioxidant activity of an active film ... [38] Physical and antibacte rial properties of alginate-based ... [39] Characterization of antioxidant methylcellulose film ... [40] Characterization of edible films based on hydroxypropylmethylcellulose ... [41] Incorporation of antioxidant borage extract into ...

Copyright© 2019, TMU Press. This open-access article is published under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License which permits Share (copy and redistribute the material in any medium or format) and Adapt (remix, transform, and build upon the material) under the Attribution-NonCommercial terms.

www.SID.ir

Archive of SID

ارزیابی تاثیر عصاره علف چای، چویر و ویتامین C بر ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی فیلم کتیرا

سمیه بهرام* PhD
گروه شیلات، واحد قائم‌شهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائم‌شهر، ایران
سیدروح‌الله جوادیان PhD
گروه شیلات، واحد قائم‌شهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائم‌شهر، ایران
مهدی عبداللهی PhD
گروه زیست‌شناسی و مهندسی زیستی، دانشکده غذا و علوم غذایی، دانشگاه فنی چالمرس، گوتنبرگ، سوئد

چکیده
در تحقیق حاضر خواص فیزیکی و مکانیکی فیلم کتیرا حاوی ترکیبات آنتی‌اکسیدانی مختلف شامل عصاره علف چای، عصاره چوبر و ویتامین C در غلظت ۲۵% (وزنی/حجمی) بررسی شد. افزودن عصاره علف چای، چوبر و ویتامین C میزان رطوبت و حلالیت فیلم کتیرا را کاهش داد (p<۰/۰۵). کمترین میزان حلالیت در تیمارهای کتیرا+ویتامین C (۵۱/۵۹%) و کتیرا+عصاره علف چای (۵۲/۰۵%) مشاهده شد (p<۰/۰۵). میزان نفوذپذیری به بخار آب در تیمار حاوی ویتامین C ($۱/۶۸\pm۰/۰۶\times۱۰^{-۷}$گرم بر ثانیه بر متر بر پاسکال) کاهش و در فیلم‌های حاوی عصاره به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (p<۰/۰۵). افزودن هر دو عصاره و ویتامین C مقاومت مکانیکی فیلم کتیرا را کاهش داد. همچنین کمترین مقدار کدورت در فیلم خالص کتیرا (۱/۷۲) و فیلم حاوی ویتامین C (۰/۸۹) مشاهده شد (p<۰/۰۵). کمترین مقادیر عبور نور در فیلم کتیرای حاوی عصاره علف چای و عصاره چویر بود (p<۰/۰۵).
کلیدواژه‌ها: فیلم خوراکی، کتیرا، علف چای، عصاره چویر، ویتامین C

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۸/۱۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۶/۹
*نویسنده مسئول: bahramsomi@gmail.com

مقدمه

پلاستیک به‌عنوان یکی از پرمصرف‌ترین و ارزان‌ترین محصولات شیمیایی جهان در دهه اخیر نقش قابل ملاحظه‌ای در تجارت، زندگی و رشد اقتصادی بسیاری از کشورها از جمله ایران داشته است. امروزه آلودگی‌های ناشی از پلیمرهای سنتزی، توجه همگان را به استفاده از مواد زیست‌تخریب‌پذیر معطوف کرده است و طی دو دهه اخیر مطالعه روی امکان استفاده از پلیمرهای طبیعی زیست‌تخریب‌پذیر در تولید مواد بسته‌بندی گسترش وسیعی یافته است[1].

بسته‌بندی‌های زیستی که قابلیت خوراکی‌بودن و مصرف همراه مواد غذایی را دارند، به دو دسته فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی تقسیم می‌شوند[2]. فیلم‌های خوراکی منشا متفاوتی از جمله پروتئین‌ها، پلی‌ساکاریدها، و چربی‌ها دارند. در بین این ترکیبات فیلم‌های با منشا پلی‌ساکاریدی فراوان‌تر و دارای خصوصیات مطلوب‌تری هستند.

پلی‌ساکاریدها به‌دلیل ایجاد برهمکنش‌های بیشتر و قوی‌تر در بین زنجیره‌های پلیمر، معمولاً فیلم‌هایی با استحکام مکانیکی بهتر نسبت به سایر بیوپلیمرها می‌دهند. همچنین به‌دلیل ماهیت قطبی اکثر پلی‌ساکاریدها، بازدارندگی آنها در برابر گازها نیز مطلوب خواهد بود[3]. پلی‌ساکاریدهای مورد استفاده در تهیه فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی شامل نشاسته، کربوهیدرات‌های غیرنشاسته‌ای، صمغ‌ها و فیبرها هستند[4]. یکی از این صمغ‌ها، صمغ کتیرا است که از ترشحات صمغی خشک‌شده حاصل از گیاه *آستراگالوس گومی‌فر* (*Astragalus gummifer*) که آن را تحت عنوان گوم تراگاکانت یا گون می‌شناسند، به دست می‌آید. کتیرا به‌عنوان یک هیدروکلوئید با کیفیت در فهرست GRAS (عموماً سالم تشخیص‌داده‌شده) قرار دارد. صمغ کتیرای مرغوب به‌صورت پودری بی‌مزه، سفیدرنگ و با ظاهری شفاف است. یکی از ویژگی‌های منحصربه‌فرد کتیرا پایداری بالا در شرایط اسیدی قوی و قدرت بالای امولسیفایری آن است. بررسی‌ها نشان داد این صمغ با سایر هیدروکلوئیدها، کربوهیدرات‌ها، اغلب پروتئین‌ها و چربی‌ها قابلیت ترکیب دارد[5, 6]. کتیرا قابلیت تشکیل فیلم را دارد و فیلم‌های حاصل از آن دارای کشش‌پذیری بالا و استحکام پایین هستند[7]. یکی از مهم‌ترین مزایای فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی در مقایسه با پلیمرهای سنتزی این است که این نوع پوشش‌ها می‌توانند به‌عنوان حامل برای افزودنی‌ها و ترکیبات مختلف مانند مواد ضدمیکروب، آنتی‌اکسیدان‌ها، ویتامین‌ها و غیره عمل کنند. علاوه بر این با افزودن ترکیبات مختلف با خواص کاربردی گوناگون می‌توان ویژگی‌های میکروبی، فیزیکی و مکانیکی فیلم‌ها را نیز بهبود بخشید[8]. از جمله افزودنی‌های مورد استفاده در فیلم‌های خوراکی ترکیبات طبیعی با خواص آنتی‌اکسیدانی و ضدمیکروبی نظیر اسیداسکوربیک (ویتامین C)، اسانس‌ها و عصاره‌های گیاهی هستند. ویتامین C به‌طور موثری قادر به حذف سوپراکسایدها، هیدروژن‌پراکسایدها، هیپوکلریت‌ها، رادیکال‌های هیدروکسیل، رادیکال‌های پروکسیل و اکسیژن یگانه است. گزارش شده است که آنتی‌اکسیدان‌های متعددی از جمله ویتامین C می‌توانند ویژگی‌های ضدباکتریایی داشته باشند[9, 10]. همچنین مطالعه‌ای در زمینه استفاده از اسیدآسکوربیک به همراه پوشش پروتئین آب پنیر بر ماندگاری ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در دمای یخچال انجام شده است[11].

افزودن عصاره‌ها و اسانس‌های گیاهی در فرمولاسیون فیلم‌ها به‌منظور بهبود ویژگی‌های ضدمیکروبی، آنتی‌اکسیدانی و نفوذپذیری فیلم‌های آب‌دوست است. به‌دلیل وجود دغدغه‌های سلامتی، عصاره‌ها و اسانس‌های استخراج‌شده از گیاهان به‌جای ترکیبات ضدمیکروب مصنوعی به‌عنوان منبع ترکیبات پلی‌فنولیک مورد توجه قرار گرفته‌اند[12]. یکی از عصاره‌های باارزش گیاهی، عصاره علف چای (*Hypericum perforatum*) است؛ رشد این گیاه در شمال و شمال غرب ایران فراوان است. مهم‌ترین ترکیبات علف چای، هیپریسین و پزدوهیپریسین است که در برگ و گل‌های این گیاه یافت می‌شوند و گیاه و داروهای تهیه‌شده صنعتی از این گیاه برحسب این دو ماده استاندارد می‌شود[13]. پژوهش‌های بسیاری

www.SID.ir

Archive of SID

نشان داد که این گیاه خواص ضدسرطان، ضدباکتری، ضدویروس (به‌ویژه در افراد مبتلا به ایدز) و ضدقارچ (به‌ویژه در برابر قارچ‌های درماتوفیتی) نیز دارد[13, 14]. از دیگر عصاره‌های باارزش گیاهی، عصاره چویر (*Ferulago angulata*) است؛ پژوهش‌ها نشان داد اسانس گیاه چویر فعالیت بازدارندگی بر باکتری‌های گرم منفی شامل *اشرشیا کلی*، *شیگلا فلکسنری*، *سالمونلا تیفی* و *استافیلوکوکوس اورئوس* دارد[15]. همچنین این گیاه دارای اثر آنتی‌اکسیدانی نیز است[16]. تاکنون هیچ پژوهشی در زمینه بررسی اثر افزودن این ترکیبات طبیعی بر خواص فیلم صمغ کتیرا منتشر نشده است.

با توجه به اهمیت تولید فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی زیست‌تخریب‌پذیر در صنعت غذا، هدف از پژوهش حاضر، تولید فیلم خوراکی از صمغ کتیرای بومی ایران و بررسی اثر ویتامین C، عصاره علف چای و چویر بر ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی فیلم‌های حاصل از آن است.

مواد و روش‌ها

مواد اولیه: صمغ کتیرا از نوع صدفی از فروشگاه گیاهان دارویی واقع در شهرستان آمل تهیه شد. تمامی مواد شیمیایی مورد استفاده از شرکت مرک آلمان تهیه شدند. گیاه علف چای از فروشگاه‌های محلی در شهرستان قائمشهر و چویر از منطقه کوهستانی کیاسر (استان مازندران) تهیه و به تایید گیاه‌شناسان دانشکده زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائمشهر رسید. سپس گیاهان به آزمایشگاه دانشگاه قائمشهر منتقل و بعد از جداسازی و شست‌وشو با آب شیرین، با استفاده از دستگاه آون با درجه حرارت ۴۰°C خشک شدند. سپس با استفاده از دستگاه خردکن صنعتی خرد و تا زمان مصرف در یخچال نگهداری شدند.

تهیه عصاره: به‌منظور استخراج عصاره، ۵گرم از گیاهان خشک‌شده (به‌طور جداگانه) به ۲۰۰سی‌سی آب مقطر افزوده و به‌مدت ۴۸ساعت در جای تاریک و به دور از نور قرار داده شد. سپس با استفاده از دستگاه روتاری با دمای ۷۰°C عصاره‌گیری صورت پذیرفت و پس از آن تا زمان تهیه فیلم در یخچال نگهداری شد[17].

تهیه فیلم: برای تهیه محلول ۰/۷۵% وزنی- حجمی فیلم کتیرا، ابتدا ۷/۵گرم پودر صمغ کتیرا به ۱۰۰۰میلی‌لیتر آب‌مقطر اضافه و به‌مدت ۶۰دقیقه و با سرعت ۱۲۰۰ دور در دقیقه در دمای اتاق به‌وسیله همزن مغناطیسی همزده شد. در مرحله حرارت‌دهی، دمای ۷۵°C به‌مدت ۶۰دقیقه اعمال شد تا انحلال به‌صورت کامل صورت پذیرد. بعد از کاهش دمای محلول تا ۴۰°C، گلیسرول (۲۰% وزن پودر کتیرا) به‌عنوان نرم‌کننده اضافه و به‌مدت ۳۰دقیقه با دور تند همزده شد. سپس عصاره علف چای، عصاره چویر و ویتامین C با غلظت ۲۵%، به‌طور جداگانه به محلول کتیرا اضافه شد. بعد از مخلوط‌شدن محلول‌ها، محلول فیلم به‌مدت ۵دقیقه به‌وسیله دستگاه هموژنایزر با دور تند همزده شد. در ادامه به‌منظور اختلاط بیشتر و همچنین خروج حباب‌های هوا، به‌مدت ۲۰ساعت در دمای اتاق به‌وسیله همزن مغناطیسی همزده شد. در نهایت ۲۵گرم از محلول فیلم‌ها درون پلیت‌های پلاستیکی ۸سانتی‌متری ریخته و به‌مدت ۲۴ساعت در آون در دمای ۴۰°C قرار داده شدند. پس از این مدت به‌منظور انجام آزمون‌های بعدی فیلم‌ها از روی پلیت جدا و به‌مدت ۴۸ساعت در دسیکاتور حاوی محلول اشباع نیترات‌منیزیم با دمای ۲۵°C و رطوبت ۵۲% قرار داده شدند[18].

ارزیابی ویژگی‌های فیزیکی فیلم‌ها

سنجش ضخامت فیلم: ضخامت نمونه‌ها با یک ریزسنج دیجیتالی (۰/۰۰۱میلی‌متر؛ Mitutoyo؛ ژاپن) اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری‌ها در پنج نقطه از هر نمونه تکرار شد. میانگین ضخامت محاسبه و در تعیین مقاومت کششی و نفوذپذیری به بخار آب استفاده شد[8].

سنجش میزان رطوبت فیلم: برای اندازه‌گیری میزان رطوبت، ابتدا نمونه‌های فیلم در دسیکاتور حاوی نیترات‌کلسیم (دمای ۲۳±۲°C و رطوبت نسبی ۵۵/۵%) به‌مدت ۲۴ساعت مشروط شدند. ۲گرم از هر کدام از نمونه‌های فیلم در آون ۱۰۵°C تا رسیدن به وزن ثابت خشک شد[19]. میزان رطوبت از رابطه زیر محاسبه شد:

میزان رطوبت=WO-WF/WO×100

WO= وزن اولیه قبل از خشک‌کردن،WF= وزن نمونه پس از خشک‌کردن

سنجش حلالیت فیلم در آب: برای تعیین حلالیت، فیلم‌ها به ابعاد ۲×۳سانتی‌متر بریده شدند و سپس در دسیکاتور حاوی سیلکاژل به‌مدت ۲ روز قرار گرفتند. پس از طی این مدت فیلم‌ها با استفاده از ترازوی با دقت ۰/۰۰۱گرم توزین شده و در بشر حاوی ۱۰۰میلی‌لیتر آب مقطر قرار گرفتند[20]. درصد حلالیت از رابطه زیر محاسبه شد:

درصد حلالیت=(وزن خشک اولیه-وزن خشک نهایی)/وزن خشک اولیه×۱۰۰

سنجش رنگ فیلم: نمونه‌های فیلم به‌منظور سنجش رنگ روی کاشی استاندارد سفیدرنگ قرار داده شد و سه فاکتور *L، *a و *b نشان داده‌شده توسط دستگاه رنگ‌سنج Hunterlab color flex مدل EZ (شرکت HunterLab؛ ایالات متحده) یادداشت شد[20].

اندازه‌گیری میزان نفوذپذیری فیلم‌ها در برابر بخار آب: برای انجام این آزمایش از روش شماره E ۹۶ مصوب ASTM استفاده شد[21]. برای انجام آزمایش درون سلول‌های اندازه‌گیری نفوذپذیری، آب ریخته و سپس سطح سلول به‌وسیله فیلم با استفاده از پارافین مذاب پوشانده شد. سلول‌ها درون دسیکاتور حاوی سیلیکاژل قرار گرفتند. آب در دمای ۲۵°C، رطوبت ۱۰۰% ایجاد کرده و اختلاف رطوبت در دو سمت فیلم در دمای ۲۵°C اختلاف فشار بخاری معادل ۲/۳۳۷×۱۰۳پاسکال ایجاد می‌کند. تغییرات وزن سلول‌ها طی زمان با استفاده از یک ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۰۱گرم اندازه‌گیری شد. در تمام نمونه‌ها با رسم منحنی تغییرات وزن سلول نسبت به زمان، یک خط راست (R2>۰/۹۹) حاصل شد. نرخ انتقال بخار آب معادل با شیب خطوط حاصله تقسیم بر سطح سلول بود و از رابطه زیر حاصل شد. سطح سلول‌ها ۰/۰۰۲۸۷مترمربع بود.

نرخ انتقال بخار آب=شیب خط/سطح سلول

www.SID.ir

Archive of SID

از ضرب‌نمودن نرخ انتقال بخار آب در ضخامت فیلم‌ها و تقسیم آن در اختلاف فشار موجود در دو سمت فیلم میزان نفوذپذیری بخار آب به دست آمد. یک سلول اندازه‌گیری نفوذپذیری فاقد آب، که توسط فیلم پوشانده شده بود، به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شد. هدف اندازه‌گیری رطوبتی بود که جذب فیلم شده اما از آن عبور نکرده بو

سنجش کدورت فیلم و میزان عبور نور از فیلم‌ها: نمونه‌های فیلم به ابعاد ۴۰×۹میلی‌متر بریده شدند و در سمت درونی سلول اسپکتروفتومتر قرار گرفتند. طیف جذب (۲۰۰-۸۰۰نانومتر) برای هر نمونه با به‌کارگیری اسپکتروفتومتر ثبت و کدورت فیلم با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد[22]:

ضخامت فیلم (میلی‌متر)/جذب در طول موج ۶۰۰نانومتر=کدورت فیلم

سنجش خواص مکانیکی فیلم: آزمایش‌های کشش با استفاده از دستگاه دستگاه تست یونیورسال اینسترون مدل ۲۰۰ (Hiwa Eng. Co؛ ایران) صورت گرفت. فیلم‌ها به شکل مستطیل به ابعاد ۹×۱سانتی‌مترمربع بریده شدند. فاصله بین دو فک دستگاه ۵سانتی‌متر و سرعت حرکت فک‌ها ۳۰میلی‌متر بر دقیقه انتخاب شد. فاکتورهایی شامل مقاومت کششی، حداکثر کشش تا نقطه پارگی با استفاده از روش شماره D882-91 (انجمن آمریکایی آزمون و مواد) از روی منحنی‌های نیرو برحسب تغییر شکل به دست آمدند. مقاومت کششی فیلم‌ها از رابطه زیر محاسبه شد[23]:

(ضخامت فیلم×عرض فیلم/حداکثر نیرو در لحظه پاره‌شدن)=مقاومت کششی

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها: با توجه به نرمال‌بودن داده‌ها و همگنی واریانس، از روش آنالیز واریانس یک‌طرفه استفاده شد. برای مقایسه میانگین داده‌ها آزمون دانکن در سطح ۵% به کار رفت. تمام داده‌ها به‌صورت میانگین±انحراف‌معیار گزارش شد و ارزیابی‌ها در سه تکرار صورت پذیرفت. از نرم‌افزار SPSS 18 برای آنالیز داده‌ها و اکسل ۲۰۱۳ برای رسم نمودارها استفاده شد.

یافته‌ها

ویژگی‌های فیزیکی فیلم

رطوبت فیلم‌ها: نتایج حاصل از درصد رطوبت فیلم‌های مختلف در جدول ۱ ذکر شده است. با توجه به نتایج بیشترین مقدار رطوبت در فیلم کتیرا مشاهده شد (۲۱/۵۱%)؛ کمترین مقدار رطوبت نیز در فیلم‌های کتیرا+عصاره چویر و کتیرا+عصاره علف چای مشاهده شد (۱۱/۳۳% و ۹/۴% به‌ترتیب؛ $p<0/05$). میزان رطوبت این دو فیلم اختلاف معنی‌داری را نشان نداد ($p>0/05$).

حلالیت فیلم‌ها: نتایج حاصل از درصد حلالیت نشان داد افزودن تمامی ترکیبات مورد بررسی حلالیت فیلم کتیرا در آب را کاهش داد (جدول ۱). بیشترین مقدار حلالیت در فیلم کتیرا (۷۴/۸۶%) و کمترین مقدار حلالیت نیز در فیلم‌های کتیرا+ویتامین C و کتیرا+عصاره علف چای مشاهده شد (۵۱/۵۹% و ۵۲/۰۵% به‌ترتیب؛ $p<0/05$)، همچنین میزان حلالیت این دو فیلم اختلاف معنی‌داری را نشان نداد ($p>0/05$).

اندازه‌گیری میزان نفوذپذیری فیلم‌ها به بخار آب: همان‌طور که نتایج جدول ۱ نشان می‌دهد افزودن عصاره‌های گیاهی موجب افزایش نفوذپذیری به بخار آب فیلم کتیرا شد، در حالی که افزودن ویتامین C خواص سدی فیلم کتیرا را بهبود بخشید. با توجه به نتایج بیشترین و کمترین مقدار نفوذپذیری به بخار آب به‌ترتیب در فیلم کتیرا+عصاره علف چای ($۲/۳۷\times۱۰^{-۷}$گرم بر ثانیه بر متر بر پاسکال) و فیلم کتیرا+ویتامین C ($۱/۶۸\times۱۰^{-۷}$گرم بر ثانیه بر متر بر پاسکال) مشاهده شد ($p<0/05$).

جدول ۱) ویژگی‌های فیزیکی فیلم‌ها

نوع فیلم	رطوبت (%)	حلالیت (%)	نفوذپذیری به بخار آب (گرم بر ثانیه بر متر بر پاسکال)
کتیرا	۲۱/۵۱±۲/۷۸^{a}	۷۴/۶۸±۵/۲۶^{a}	۱/۷۹±۰/۰۶^{c}
کتیرا+عصاره علف چای	۹/۴±۰/۷۸^{c}	۵۲/۰۵±۱/۵۳^{c}	۲/۳۷±۰/۲۷^{a}
کتیرا+عصاره چویر	۱۱/۳۳±۰/۶^{c}	۶۲/۳۹±۵/۶۳^{b}	۲/۱۲±۰/۰۸^{b}
کتیرا+ویتامین C	۱۴/۹۶±۰/۴۱^{b}	۵۱/۵۹±۱۴/۸۴^{c}	۱/۶۸±۰/۰۶^{d}

همه اعداد برحسب میانگین±انحراف‌معیار بیان شده‌اند. اعداد در یک ستون با حروف متفاوت اختلاف معنی‌دار دارند (a, b, c, d).

آزمون ویژگی‌های رنگی فیلم‌ها

شاخص رنگی *L: شاخص رنگی L نماد روشنایی (سیاه تا سفید) است، به‌طوری که هر قدر (L*) بیشتر باشد فیلم روشن‌تر است. بیشترین مقدار شاخص رنگی (L*) در فیلم کتیرا مشاهده شد ($p<0/05$) و در سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری در این شاخص مشاهده نشد ($p>0/05$). به‌طور کلی، افزودن تمامی ترکیبات موجب کاهش روشنایی فیلم کتیرا شد (جدول ۲).

شاخص رنگی *a: شاخص رنگی (a*) شاخص تغییر رنگ از سبز به سمت قرمز است. با توجه به نتایج جدول ۲ بیشترین و کمترین مقدار شاخص رنگی (a*) به‌ترتیب در فیلم کتیرا و کتیرا+عصاره چویر مشاهده شد ($p<0/05$).

شاخص رنگی *b: مطابق نتایج جدول ۲ بیشترین مقدار شاخص رنگی (b*) در فیلم کتیرا+عصاره چویر مشاهده شد ($p<0/05$). کمترین مقدار شاخص رنگی (b*) نیز در فیلم‌های کتیرا و کتیرا+ویتامین C مشاهده شد ($p<0/05$)؛ این دو فیلم اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند ($p>0/05$). همچنین هر دو عصاره گیاهی مورد بررسی موجب زردشدن ظاهر فیلم کتیرا در مقایسه با فیلم کتیرای خالص شدند که در مقدار بیشتر شاخص (b*) قابل مشاهده است.

میزان کدورت: نتایج مقدار کدورت در فیلم‌های مختلف نشان داد افزودن عصاره‌های گیاهی موجب افزایش کدورت فیلم کتیرا می‌شود (نمودار ۱). بیشترین مقدار کدورت در فیلم کتیرا+عصاره علف چای و فیلم کتیرا+عصاره چویر ($p<0/05$) و کمترین مقدار کدورت نیز در فیلم‌های کتیرا و کتیرا+ویتامین C مشاهده شد

www.SID.ir

Archive of SID

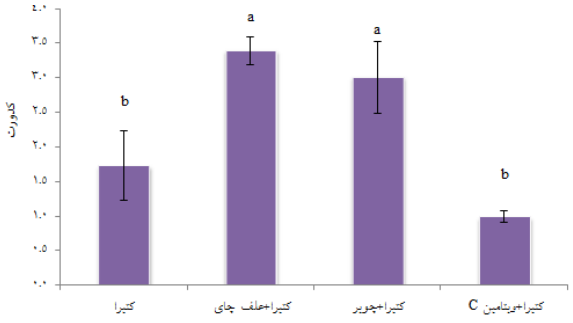
($p<0/05$)؛ این دو فیلم اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند ($p>0/05$).

میزان عبور نور از فیلم: با توجه به نتایج (نمودار ۲) بیشترین مقدار عبور نور در فیلم کتیرا و پس از این فیلم، بیشترین مقدار عبور نور در فیلم کتیرا+ویتامین C مشاهده شد ($p<0/05$). فیلم کتیرا+عصاره علف چای کمترین مقدار عبور نور را نشان داد ($p<0/05$).

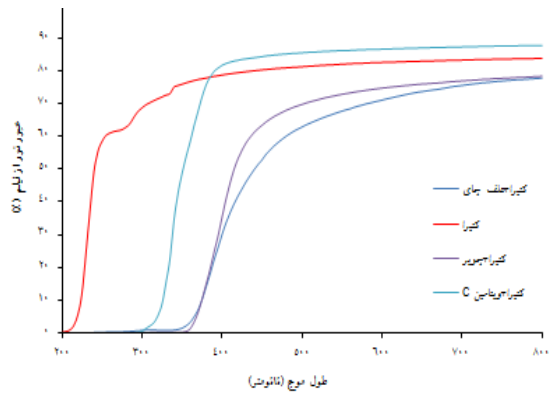
جدول ۲) شاخص‌های رنگی فیلم کتیرا و فیلم حاوی عصاره علف چای، چویر و ویتامین C

نوع فیلم	L*	a*	b*
کتیرا	۷۰/۸۸±۴/۵۶^{a}	۳/۷۷±۰/۶۳^{a}	۰/۶۴±۰/۳۱^{c}
کتیرا+عصاره علف چای	۶۰/۴±۵/۵۰^{b}	۲/۷۱±۰/۱۵^{b}	۲۰/۸۹±۱/۵۶^{b}
کتیرا+عصاره چویر	۵۹/۷۴±۶/۲۸^{b}	-۰/۷۴±۰/۸۶^{c}	۲۸/۵۲±۰/۴۹^{a}
کتیرا+ویتامین C	۵۷/۳۷±۵/۰۸^{b}	۲/۲۲±۰/۳۸^{b}	۲/۴۸±۱/۸۴^{c}

همه اعداد برحسب میانگین±انحراف‌معیار بیان شده‌اند. اعداد در یک ستون با حروف متفاوت اختلاف معنی‌دار دارند (a, b, c, d).



نمودار ۱) مقادیر کدورت در فیلم کتیرا و فیلم حاوی عصاره علف چای، چویر و ویتامین C



نمودار ۲) مقادیر عبور نور از فیلم کتیرا و فیلم حاوی عصاره علف چای، چویر و ویتامین C

خواص مکانیکی فیلم‌ها

مقاومت کششی: نتایج مربوط به مقاومت کششی در فیلم‌های مختلف در جدول ۳ بیان شده است. بیشترین و کمترین مقدار مقاومت کششی به ترتیب در فیلم کتیرا و فیلم کتیرا+ویتامین C مشاهده شد ($p<0/05$).

حداکثر کشش تا نقطه پارگی: همان‌طور که نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد فیلم فیلم کتیرا+ویتامین C بیشترین مقدار حداکثر کشش تا نقطه پارگی را دارد ($p<0/05$). مقدار حداکثر کشش تا نقطه پارگی در سایر فیلم‌ها اختلاف معنی‌داری را نشان نداد ($p>0/05$).

جدول ۳) ویژگی مکانیکی فیلم‌ها

نوع فیلم	مقاومت کششی (مگا پاسکال)	حداکثر کشش تا نقطه پارگی (%)
کتیرا	۲۶/۸۱±۱/۲۲^{a}	۲/۹۷±۰/۹^{b}
کتیرا+عصاره علف چای	۱۹/۹۳±۰/۳۵^{b}	۱/۹۶±۰/۹۱^{b}
کتیرا+عصاره چویر	۱۷/۵۸±۲/۳۱^{bc}	۲/۰۷±۰/۳۵^{b}
کتیرا+ویتامین C	۹/۱۸±۰/۳۷^{d}	۷/۵۶±۱/۵۷^{a}

همه اعداد برحسب میانگین±انحراف‌معیار بیان شده‌اند. اعداد در یک ستون با حروف متفاوت اختلاف معنی‌دار دارند (a, b, c, d).

بحث

بررسی میزان رطوبت و حلالیت فیلم‌ها: حلالیت در آب یک فاکتور مهم در فیلم است که نشان‌دهنده مقاومت فیلم‌ها در برابر آب است و برای بسته‌بندی مواد غذایی که فعالیت آبی در آنها بالا است یا زمانی که فیلم‌ها باید با آب در تماس باشند و به‌عنوان محافظ مواد غذایی عمل نمایند بسیار مهم است[24].

در پژوهش حاضر، به‌طور کلی افزودن ویتامین C، عصاره‌های گیاهی چوبر و علف چای به فیلم کتیرا سبب کاهش میزان رطوبت و حلالیت در فیلم‌ها شد. این پدیده می‌تواند به‌دلیل ایجاد اتصالات بین زنجیره‌های پلیمری کتیرا و عصاره‌ها و تشکیل ساختار فشرده باشد که به مولکول‌های آب اجازه حضور نداده و بنابراین منجر به کاهش رطوبت و حلالیت فیلم‌ها شده است. نتایج بررسی حاضر با نتایج پژوهش *گوتیرز* و همکاران در مورد اثر افزودن عصاره برگ گیاه مورتا یا گوآوا به فیلم‌های کربوکسی‌متیل‌سلولز هم‌خوانی دارد. آنها دلیل این کاهش را واکنش‌های آب‌دوست بین کربوکسی‌متیل‌سلولز و عصاره برگ گیاه مورتا یا گوآوا و تشکیل ساختار فشرده بیان نمودند[25].

بررسی نفوذپذیری به بخار آب: نفوذپذیری نسبت به بخار آب عاملی مهم در درک تبادل رطوبت بین محصول و محیط اطراف است[26]. در پژوهش حاضر افزودن ویتامین C به فیلم کتیرا سبب کاهش نفوذپذیری به بخار آب فیلم کتیرا شد و کمترین مقدار نفوذپذیری به بخار آب در فیلم کتیرا+ویتامین C مشاهده شد. کاهش نفوذپذیری به بخار آب می‌تواند به‌علت ایجاد اتصالات بین زنجیره‌های پلیمری کتیرا و ویتامین C و واکنش با گروه‌های آب‌دوست و کاهش میزان آنها در ساختار فیلم باشد. نتایج مشابهی توسط *مارتینز* و همکاران[27] در ارتباط با افزودن آلفاتوکوفرول به فیلم کیتوزان و *فابرا* و همکاران[28] در ارتباط با افزودن آلفاتوکوفرول به فیلم کازئینات‌سدیم گزارش شده است.

به‌طور کلی فیلم کتیرا آب‌دوستی کمی دارد و در نتیجه نفوذپذیری کمتر و فشردگی ساختار بیشتری دارد. افزودن عصاره‌ها به فیلم کتیرا سبب افزایش نفوذپذیری به بخار آب شد، به‌طوری که بیشترین مقدار نفوذپذیری به بخار آب در فیلم کتیرا+عصاره علف چای

www.SID.ir

Archive of SID

مشاهده شد، که علت این امر می‌تواند خاصیت هیدروفیلی عصاره‌ها باشد. انتقال بخار آب از قسمت آب‌دوست فیلم انجام می‌شود و به نسبت ترکیبات آب‌دوست به آب‌گریز بستگی دارد[29]. بنابراین آب‌دوستی عصاره‌ها و افزایش نسبت این ترکیبات در فیلم می‌تواند دلیلی برای افزایش نفوذپذیری به بخار آب باشد. نتایج سایر پژوهشگران نشان می‌دهد با توجه به ماهیت گوناگون عصاره‌های گیاهی و میزان و نوع پیوندهایی که ایجاد می‌کنند افزودن آنها به فیلم‌های خوراکی می‌تواند باعث افزایش[30, 31]، یا کاهش نفوذپذیری به بخار آب[32] شود یا اصلا تغییر معنی‌داری ایجاد نکنند[33].

بررسی تغییرات رنگ، کدورت و عبور نور از فیلم‌ها: فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی نه‌تنها باید خواص مکانیکی قابل قبول و بازدارندگی مناسبی در برابر رطوبت و گازها داشته باشند بلکه رنگ و شفافیت آنها به‌خصوص در مواردی که به‌عنوان پوشش استفاده می‌شوند نیز بسیار حائز اهمیت بوده و موجب جذاب دیده‌شدن ماده غذایی و جذب مشتری می‌شود. رنگ فیلم به نوع ترکیبات به‌کاررفته و فرآیندی که در ساخت فیلم به کار رفته است بستگی دارد. با توجه به نتایج افزودن عصاره و ویتامین C سبب کاهش روشنایی در فیلم کتیرا و افزایش قرمزی و زردی فیلم شد و بیشترین تغییرات در فیلم کتیرا+عصاره چویر مشاهده شد و کمترین تغییرات نیز در فیلم کتیرا+ویتامین C مشاهده شد. این تغییرات احتمالاً به‌دلیل رنگ تیره عصاره چویر است و همچنین ممکن است به‌علت وجود ترکیبات پلی‌فنولی موجود در عصاره‌ها باشد[34]. با توجه به اهمیت رنگ و شفافیت در فیلم‌ها کاهش در شفافیت فیلم ممکن است سبب کاهش تقاضای مصرف‌کننده‌ها شود. اما در هر صورت کاهش شفافیت فیلم ممکن است سبب کاهش عبور نورهای مرئی و فرابنفش از فیلم شود که متعاقباً تغییرات رنگ و طعم، ازدست‌دادن مواد مغذی و درنهایت فساد اکسیداتیو مواد غذایی را کند می‌کند[35, 36]. نتایج پژوهش حاضر با نتایج *سیری‌پاتروان* و *هارته*[37] در ارتباط با افزودن عصاره چای سبز (تا غلظت ۲۰%) و نیز *یان* و همکاران[34] در ارتباط با افزودن عصاره پوست انار به فیلم کیتوزان هم‌خوانی دارد. آنها اعلام نمودند افزودن عصاره به‌دلیل وجود پلی‌فنول‌ها و رنگ عصاره موجب کاهش روشنایی و افزایش شاخص قرمزی و زردی می‌شود؛ همچنین *مارتینز* و همکاران[27] گزارش نمودند افزودن آلفاتوکوفرول به فیلم سبب کاهش روشنایی و افزایش زردی فیلم کیتوزان می‌شود.

در پژوهش حاضر با افزودن عصاره به فیلم خوراکی کدورت فیلم افزایش یافت و بیشترین مقادیر کدورت در فیلم کتیرا+عصاره علف چای و عصاره چویر مشاهده شد. نتایج پژوهش حاضر با نتایج مطالعه *یان* و همکاران[34] در ارتباط با افزودن عصاره پوست انار به فیلم کیتوزان و *کریمی‌مقدم* و همکاران[31] در ارتباط با افزودن عصاره پوست انار به فیلم کازئینات‌سدیم هم‌خوانی دارد. آنها علت افزایش کدورت را وجود پلی‌فنول‌ها در فیلم حاوی عصاره اعلام نمودند. افزودن ویتامین C به فیلم کتیرا تغییری در کدورت فیلم ایجاد نکرد که احتمالاً به‌دلیل بی‌رنگ‌بودن ویتامین C و عدم وجود تداخلات بین ویتامین C و فیلم کتیرا است.

نتایج مربوط به میزان عبور نور در پژوهش حاضر نشان داد افزودن عصاره‌ها و ویتامین C مانع عبور نور از فیلم کتیرا در طول موج‌های ۲۰۰-۴۰۰نانومتر (امواج فرابنفش)، مخصوصاً در طول موج ۲۰۰ تا ۳۰۰نانومتر شد. کاهش انتقال عبور نور در محدوده فرابنفش می‌تواند یک مانع بسیار عالی برای جلوگیری از عبور اشعه فرابنفش و جلوگیری از اکسیداسیون لیپیدها در بسته‌بندی‌های مواد غذایی شود[23, 27]. در طول موج ۴۰۰نانومتر به بعد (نور مرئی)، بیشترین مقدار عبور نور مرئی از فیلم کتیرا+ویتامین C و کتیرا مشاهده شد. افزودن عصاره سبب کاهش عبور نور شده و کمترین مقدار عبور نور در فیلم کتیرا+عصاره علف چای مشاهده شد. نتایج بررسی حاضر با نتایج پژوهش *مارتینز* و همکاران[27] در ارتباط با افزودن آلفاتوکوفرول به فیلم کیتوزان، هم‌خوانی دارد. آنها گزارش نمودند افزودن آلفاتوکوفرول به فیلم به‌دلیل کاهش روشنایی و افزایش زردی موجب کاهش عبور نور می‌شود.

بررسی ویژگی‌های مکانیکی فیلم‌ها

ویژگی‌های مکانیکی یک فیلم مانند مقاومت به کشش و انعطاف‌پذیری، تعیین‌کننده کاربرد نهایی آن است[38]. مقاومت کششی، از طریق حداکثر تنش لازم برای پاره‌شدن فیلم طی آزمون کششی بررسی می‌شود[39]. در پژوهش حاضر بالاترین مقدار مقاومت کششی در فیلم کتیرا مشاهده شد و با افزودن عصاره و ویتامین C مقاومت کششی فیلم کاهش یافت. احتمالاً افزودن ویتامین C و عصاره با پرکردن فضاهای خالی بین شبکه پلیمر، سبب کاهش پیوند یونی-هیدروژنی شبکه فیلم و در نتیجه موجب افزایش ناپیوستگی ساختاری فیلم کتیرا شد[39, 40]. بررسی‌های مختلف نشان داد افزودن ترکیبات آنتی‌اکسیدان به فیلم موجب تغییر ویژگی‌های مکانیکی فیلم می‌شود[37, 41].

کریمی‌مقدم و همکاران[31] اثر عصاره انار را روی فیلم کازئینات‌سدیم بررسی کردند و به نتایج مشابهی رسیدند. آنها دلیل کاهش مقاومت کششی فیلم را تخریب پیوندهای پروتئین-پروتئین توسط عصاره انار بیان نمودند. *نوراجیت* و همکاران[29] نیز بیان نمودند افزودن عصاره جینسینگ به فیلم آلژینات سبب کاهش مقاومت کششی فیلم شد.

در پژوهش حاضر افزودن عصاره به فیلم کتیرا تاثیری بر حداکثر کشش تا نقطه پارگی فیلم‌ها نداشت. *یان* و همکاران[34] نیز اعلام نمودند افزودن عصاره پوست انار به فیلم کیتوزان تاثیری بر حداکثر کشش تا نقطه پارگی فیلم ندارد. اما افزودن ویتامین C سبب افزایش حداکثر کشش تا نقطه پارگی فیلم کتیرا شد که نشان‌دهنده افزایش انعطاف‌پذیری فیلم کتیرا با افزودن ویتامین C است. نتایج پژوهش حاضر با نتایج بررسی *نورونها* و همکاران[39] هم‌خوانی دارد. آنها نیز اعلام نمودند افزودن آلفاتوکوفرول نانوکپسوله به فیلم متیل‌سلولز سبب کاهش مقاومت کششی و افزایش حداکثر کشش تا نقطه پارگی فیلم می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

از محدودیت‌های پژوهش حاضر عدم اندازه‌گیری خواص آنتی‌اکسیدانی و ضدمیکروبی فیلم بوده است. لذا پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی خواص آنتی‌اکسیدانی و ضدمیکروبی فیلم کتیرا حاوی غلظت‌های مختلف عصاره و ویتامین C و کارآیی آن در نگهداری مواد غذایی سنجیده شود.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد افزودن ویتامین C و عصاره‌ها سبب بهبود ویژگی‌های فیزیکی فیلم شد، اما تاثیر مطلوبی بر ویژگی‌های مکانیکی فیلم نداشتند. در مجموع فیلم کتیرا حاوی عصاره علف چای و عصاره چویر به‌دلیل نشان‌دادن ویژگی‌های فیزیکی بهتر نسبت به سایر فیلم‌ها برای استفاده در نگهداری مواد غذایی مناسب‌تر هستند هرچند مطالعه کارایی آنها طی نگهداری مواد غذایی ضروری است.

تشکر و قدردانی: از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائم‌شهر برای تامین منابع مالی قدردانی می‌شود.

تاییدیه‌اخلاقی: موردی از سوی نویسندگان گزارش نشده است.

تعارض منافع: نویسندگان اعلام می‌دارند هیچ گونه تعارض منافعی وجود ندارد.

سهم نویسندگان: سمیه بهرام (نویسنده اول)، نگارنده مقدمه/پژوهشگر اصلی/تحلیلگر آماری (۵۰%)؛ سیدروح‌الله جوادیان (نویسنده دوم)، تحلیلگر آماری (۲۰%)؛ مهدی عبداللهی (نویسنده سوم)، روش‌شناس/نگارنده بحث (۳۰%)

منابع مالی: تامین اعتبار این طرح پژوهشی توسط دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائم‌شهر انجام شده است.

منابع

1- Ghanbarzadeh B, Almasi H. Investigating of physical properties of carboxymethyl cellulose-oleic acid composite biodegradable edible films. Iran J Food Sci Technol. 2009;6(2):34-42. [Persian]

2- Ghanbarzadeh B, Pezeshki Najafabadi A, Almasi H. Antimicrobial edible films for food packaging. J Food Sci Technol. 2011;8(1):123-35. [Persian]

3- Ghanbarzadeh B, Almasi H, Zahedi Y. Biodegradable edible biopolymers in food and drug packaging. 1st Edition. Tehran: Amir Kabir University of Technology; 2009. [Persian]

4- Bertuzzi MA, Castro Vidaurre EF, Armada M, Gottifredi JC. Water vapor permeability of edible starch based films. J Food Eng. 2007;80(3):972-8.

5- Balaghi S, Mohammadifar MA, Zargaraan A, Gavlighi HA, Mohammadi M. Compositional analysis and rheological characterization of gum tragacanth exudates from six species of Iranian Astragalus. Food Hydrocoll. 2011;25(7):1775-84.

6- Rezaei Taghiabadi M, Maftoonazad N, Badii F, Hosseini SE. Evaluation of factors affecting barrier, mechanical and optical properties of tragacanth gum-based edible films using Response surface methodology. J Food Sci Technol. 2012;37(9):123-34. [Persian]

7- Azarikia F, Abbasi S. On the stabilization mechanism of Doogh (Iranian yoghurt drink) by gum tragacanth. Food Hydrocoll. 2010;24(4):358-63.

8- Bahram S, Rezaei M, Soltani M, Kamali A, Ojagh SM, Abdollahi M. Whey protein concentrate edible film activated with cinnamon essential oil. J Food Process Preserv. 2014;38(3):1251-8.

9- Tajkarimi MM, Ibrahim SA, Cliver DO. Antimicrobial herb and spice compounds in food. Food Control. 2010;21(9):1199-218.

10- Ibrahim SA, Yang G, Song D, Tse TSF. Antimicrobial effect of guava on Escherichia coli O157:H7 and Salmonella typhimurium in liquid medium. Int J Food Prop. 2011;14(1):102-9.

11- Ahmadabad MK, Rezaei M, Ojagh M. The effect of ascorbic acid combined with whey protein coating on the shelf-life of rainbow trout stored at refrigerator temperature: Microbial and chemical analyzes. Iran J Nutr Sci Food Technol. 2012;7(3):69-78. [Persian]

12- Behnam B, Aliakbarlou J. Antioxidant effects of Zataria multiflora and Mentha longifolia essential oils on chicken meat stored at 4°C. J Food Res. 2014;23(4):533-43. [Persian]

13- Larypoor M, Akhavansepahy A, Rahimifard N, Rashedi H. Antidermatophyte activity of the essential oil of Hypericum perforatum of North of Iran. J Med Plants. 2009;8(31):110-7.

14- Martarelli D, Martarelli B, Pediconi D, Nabissi MI, Perfumi M, Pompei P. Hypericum perforatum methanolic extract inhibits growth of human prostatic carcinoma cell line orthotopically implanted in nude mice. Cancer Lett. 2004;210(1):27-33.

15- Kumar A, Shukla R, Singh P, Dubey NK. Chemical composition, antifungal and antiaflatoxigenic activities of Ocimum sanctum L. essential oil and its safety assessment as plant based antimicrobial. Food Chem Toxicol. 2010;48(2):539-43.

16- Heidari Sh, Akrami H, Gharaei R, Jalili A, Mahdiuni H, Golezar E. Anti-tumor activity of ferulago angulata Boiss. Extract in gastric cancer cell line via induction of apoptosis. Iran J Pharm Res. 2014;13(4):1335-45.

17- Andi S, Nazeri V, Hadian J, Zamani Z. A comparison of the essential oil chemical composition of Origanum vulgare L. ssp. vulgare collected in its flowering and seed stages from southern region of Chalus. Iran J Hortic Sci. 2012;43(2):153-9. [Persian]

18- Xu Y, Ren X, Hanna MA. Chitosan/clay nanocomposite film preparation and characterization. J Appl Polym Sci. 2006;99(4):1684-91.

19- ASTM. Standard test methods for moisture content of paper and paper board by oven drying. Designation D644-94. In: Annual book of ASTM standards. Philadelphia, PA: American Society for Testing and Material; 1994. pp. 1-2.

20- Ojagh SM, Rezaei M, Razavi SH, Hosseini SMH. Development and evaluation of a novel biodegradable film made from chitosan and cinnamon essential oil with low affinity toward water. Food Chem. 2010;122(1):161-6.

21- ASTM. Standard test methods for water vapour transmission of materials. Standards Designations E96-95. In: Annual book of ASTM standards. Philadelphia, PA: American Society for Testing and Material; 1995.

22- Alboofetileh M, Rezaei M, Hosseini H, Abdollahi M. Effect of nanoclay and cross-linking degree on the properties of alginate-based nanocomposite film. J Food Process Preserv. 2014;38(4):1622-31.

23- ASTM. Standard test methods for tensile properties of

www.SID.ir

Archive of SID

2007;40(8):1473-81.
33- Ramírez C, Gallegos I, Ihl M, Bifani V. Study of contact angle, wettability and water vapor permeability in carboxymethylcellulose (CMC) based film with murta leaves (Ugni molinae Turcz) extract. J Food Eng. 2012;109(3):424-9.
34- Yuan G, Lv H, Yang B, Chen X, Sun H. Physical properties, antioxidant and antimicrobial activity of chitosan films containing carvacrol and pomegranate peel extract. Molecules. 2015;20(6):11034-45.
35- Rubilar JF, Cruz RMS, Silva HD, Vicente AA, Khmelinskii I, Vieira MC. Physico-mechanical properties of chitosan films with carvacrol and grape seed extract. J Food Eng. 2013;115(4):466-74.
36- Arrieta MP, Peltzer MA, López J, Del Carmen Garrigós M, Valente AJM, Jiménez A. Functional properties of sodium and calcium caseinate antimicrobial active films containing carvacrol. J Food Eng. 2014;121:94-101.
37- Siripatrawan U, Harte BR. Physical properties and antioxidant activity of an active film from chitosan incorporated with green tea extract. Food Hydrocoll. 2010;24(8):770-5.
38- Pranoto Y, Salokhe VM, Rakshit SK. Physical and antibacte rial properties of alginate-based edible film incorporated with garlic oil. Food Res Int. 2005;38(3):267-72.
39- Noronha CM, De Carvalho SM, Lino RC, Barreto PL. Characterization of antioxidant methylcellulose film incorporated with α-tocopherol nanocapsules. Food Chem. 2014;159:529-35.
40- Sánchez-González L, Vargas M, González-Martínez Ch, Chiralt A, Cháfer M. Characterization of edible films based on hydroxypropylmethylcellulose and tea tree essential oil. Food Hydrocoll. 2009;23(8):2102-9.
41- Gómez-Estaca J, Giménez B, Montero P, Gómez-Guillén MC. Incorporation of antioxidant borage extract into edible films based on sole skin gelatin or a commercial fish gelatin. J Food Eng. 2009;92(1):78-85.
thin plastic sheeting. In: Annual book of ASTM standards. Philadelphia, PA: American Society for Testing and Material; 2002.
24- Bourtoom T, Chinnan MS. Preparation and properties of rice starch-chitosan blend biodegradable film. LWT Food Sci Technol. 2008;41(9):1633-41.
25- Gutiérrez MQ, Echeverría I, Ihl M, Bifani V, Mauri AN. Carboxymethylcellulose-montmorillonite nanocomposite films activated with murta (Ugni molinae Turcz) leaves extract. Carbohydr Polym. 2012;87(2):1495-502.
26- Kazemi SM, Rezaei M. Physical-mechanical and antimicrobial properties of fish gelatin-alginate films incorporated with oregano (Origanum vulgare L.) essential oil. Fish Sci Technol. 2016;5(2):123-35. [Persian]
27- Martins JT, Cerqueira MA, Vicente AA. Influence of α-tocopherol on physicochemical properties of chitosan-based films. Food Hydrocoll. 2012;27(1):220-7.
28- Fabra MJ, Hambleton A, Talens P, Debeaufort F, Chiralt A. Effect of ferulic acid and α-tocopherol antioxidants on properties of sodium caseinate edible films. Food Hydrocoll. 2011;25(6):1441-7.
29- Norajit K, Kim KM, Ryu GH. Comparative studies on the characterization and antioxidant properties of biodegradable alginate films containing ginseng extract. J Food Eng. 2010;98(3):377-84.
30- Jutaporn CT, Suphitchaya C, Thawien W. Antimicrobial activity and characteristics of edible films incorporated with Phayom wood (Shorea tolura) extract. Int Food Res J. 2011;18(1):39-54.
31- Karami Moghadam A, Emam Jomeh Z, Yasini Ardakani SA. Effect of pomegranate peel extract on the antibacterial and mechanical properties of sodium caseinate film. Iran J Biosyst Eng. 2014;45(2):121-30. [Persian]
32- Bifani V, Ramírez C, Ihl M, Rubilar M, García A, Zaritzky N. Effects of murta (Ugni molinae Turcz) extract on gas and water vapor permeability of carboxymethylcellulose-based edible films. LWT Food Sci Technol.

www.SID.ir