

# اثر پوشش خوراکی نشاسته همراه با عصاره زنجبیل بر کیفیت میگوی تازه در طول دوره نگهداری

یگانه اویسی<sup>1</sup>، نکتتم مستقیم<sup>2\*</sup>، علیرضا رحمن<sup>2</sup>

1- دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

2- گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ پذیرش: 97/02/19

تاریخ دریافت: 96/03/22

## چکیده

در این مطالعه عصاره زنجبیل به همراه فیلم‌های نشاسته‌ای به منظور ارزیابی خصوصیات فیزیکی (ضخامت، شفافیت، حلالیت در آب و قابلیت نفوذ بخار آب) و مکانیکی (مقاومت کششی) فیلم‌های تولیدی و همچنین کیفیت میکروبی (شمارش کلی) و حسی میگوی تازه پوشش داده شده و نگهداری شده در دمای یخچال، ترکیب شد. میگوهای تازه با فیلم‌های نشاسته‌ای حاوی 0، 0/5، 1، 1/5 و 2 درصد عصاره زنجبیل پوشش داده شدند. نتایج به دست آمده نشان داد که افزایش درصد عصاره زنجبیل باعث افزایش معنی‌دار ( $p < 0.05$ ) ضخامت و شاخص حلالیت در آب و همچنین کاهش معنی‌دار ( $p < 0.05$ ) شاخص شفافیت و مقاومت کششی فیلم‌های غنی‌سازی شده با عصاره زنجبیل شد. نتایج قابلیت نفوذ بخار آب نشان داد که افزایش غلظت عصاره زنجبیل به طور معنی‌داری ( $p < 0.05$ ) شاخص قابلیت نفوذ بخار آب فیلم‌های نشاسته‌ای را افزایش داد. همچنین آنالیز شمارش کلی به طور معنی‌داری ( $p < 0.05$ ) وابسته به غلظت عصاره بود. به طوری که افزایش غلظت عصاره زنجبیل به طور معنی‌داری ( $p < 0.05$ ) منجر به کاهش لگاریتمی تعداد میکروارگانیسم‌های موجود در نمونه‌های پوشش داده شده، گردید. تصاویر میکروسکوپ الکترونی پوشی فیلم‌های نشاسته‌ای حاوی عصاره زنجبیل نشان دهنده ساختار ناهمگن و حالت اسفنجی مانند در آن‌ها بود. بر مبنای نتایج به دست آمده از ارزیابی حسی، به ترتیب نمونه شاهد و نمونه پوشش داده شده با فیلم نشاسته‌ای حاوی 0/5 درصد عصاره زنجبیل، و میگوهای پوشش داده شده با فیلم‌های نشاسته‌ای حاوی 2 درصد عصاره زنجبیل دارای بالاترین و کمترین امتیاز حسی از لحاظ قابلیت پذیرش کلی بودند.

**واژه های کلیدی:** عصاره زنجبیل، میکروسکوپ الکترونی پوشی، میگو، فیلم نشاسته‌ای، قابلیت نفوذ بخار آب

\*مسئول مکاتبات: [toktammostaghim@yahoo.com](mailto:toktammostaghim@yahoo.com)

## 1- مقدمه

حفاظت از مواد غذایی از زمان تولید تا هنگام مصرف بسیار مهم است. عوامل بسیاری باعث از بین رفتن ارزش مواد غذایی می‌شوند. مهمترین آن‌ها فساد میکروبی، تغییر ساختار مولکولی، از دست دادن برخی خواص تغذیه‌ای مانند ویتامین و ... می‌باشد. ساده‌ترین روش برای محافظت، بسته‌بندی مواد غذایی است. (1) هدف اصلی از بسته‌بندی مواد غذایی افزایش عمر نگهداری و محافظت آن‌ها از اثرات نامطلوب محیطی مثل نور، رطوبت، اکسیژن، میکروارگانیسم‌ها و غیره است که امروزه علاوه بر این هدف مسائلی از قبیل آگاهی مصرف کننده از محتویات بسته و توزیع آسان ماده غذایی نیز مطرح است. به موازات پیشرفت صنعت بسته‌بندی مشکلات زیست محیطی مرتبط با آن هم افزایش یافته است. امروزه عموماً از مواد پلاستیکی جهت بسته‌بندی استفاده می‌شود که غیرقابل تجزیه و بازیافت مجدد هستند. اما استفاده از فیلم‌های پلیمری خوراکی زیست تخریب‌پذیر این مشکل را تا حدودی برطرف کرده و می‌تواند جایگزین مواد پلاستیکی شود. (2) طبق تعریف پوشش‌های خوراکی لایه‌های نازکی از مواد طبیعی هستند که روی سطح کل مواد غذایی تشکیل می‌شوند و یا سطح اجزای آن را می‌پوشاند و معمولاً بی‌رنگ و بو و بدون طعم هستند و می‌توانند توسط مصرف کننده مصرف شوند و سدی را در مقابل انتقال رطوبت، گازها، چربی‌ها و سایر مواد موجود در غذا با محیط بیرون ایجاد کنند. (3) از مهم‌ترین فواید استفاده از فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی می‌توان ممانعت از نقل و انتقال رطوبت، اکسیژن، دی‌اکسید کربن، مواد مؤثر در عطر و طعم چربی‌ها و ...، حامل افزودنی‌های غذایی، بهبود خواص مکانیکی فیلم‌ها و پوشش‌ها و کاهش زباله‌های غیر قابل تجزیه (فیلم‌های پلیمری برپایه نفت) را نام برد. (4، 5، 6) نشاسته علاوه بر نقشی که در تغذیه انسان‌ها ایفا می‌کند، نشاسته و شکل تعدیل و تغییر یافته آن روی خواص

فیزیکی مواد غذایی نیز مؤثر می‌باشد. نشاسته را می‌توان به عنوان پوشش خوراکی و پرکننده<sup>1</sup> در قرص‌ها و کپسول‌ها به کار برد. ساختار منحصر به فرد شیمیایی و فیزیکی آن (میزان کریستاله بودن، نسبت آمیلوز به آمیلوپکتین، مورفولوژی گرانول و قطر گرانول)، باعث شده تا از سایر کربوهیدرات‌ها کاملاً متمایز گردد. (7) فیلم‌های نشاسته‌ای اغلب شفاف یا نیمه شفاف، بدون بو، مزه و رنگ می‌باشند. این فیلم‌ها در بسته‌بندی و پوشش‌دهی محصولات غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرند، زیرا خوراکی بوده و نفوذپذیری کمی نسبت به اکسیژن دارند (8). زنجبیل<sup>2</sup> یک گیاه ریزوم‌دار است که تا ارتفاع 90 سانتی‌متری رشد می‌کند. گرچه معمولاً از زنجبیل به عنوان ریشه آن گیاه نام برده می‌شود، اما در واقع قسمت مورد استفاده گیاه ساقه متورم شده زیرزمینی آن است که ریزوم نام دارد. ریزوم این گیاه زرد رنگ، معطر، ضخیم، دکمه‌دار و گوشتی می‌باشد (9) زنجبیل به دلیل داشتن ترکیبات آنتی‌اکسیدانی فرار و غیر فرار در قسمت‌های مختلف بخصوص ریزوم آن می‌تواند به عنوان آنتی‌اکسیدان طبیعی به کار رود. (10) وجود ترکیبات زیست‌فعال آنتی‌اکسیدانی و پلی‌فنولی موجود در آن عوامل بسیار مهم در پذیرش محصولات غذایی حاوی این محصول طبیعی می‌باشد. (11، 12). در میان مواد غذایی دریایی، میگو یکی از بیشترین تقاضاها در تجارت جهانی را دارا بوده با این وجود، میگو نسبت به فساد و تغییرات بیوشیمیایی، میکروبیولوژی یا فیزیکی پس از صید بسیار آسیب‌پذیر می‌باشد، که منجر به زمان ماندگاری محدود محصول می‌شود. به منظور جلوگیری از فساد بیوشیمیایی، میکروبی یا فیزیکی در میگو روش‌های متداولی مثل سرد کردن، انجماد و ایجاد یک لایه آب منجمد بر روی سطح<sup>3</sup> میگو اغلب مورد استفاده قرار می‌گیرد. علاوه بر این روش، تکنیک‌های جدیدی در مطالعات اخیر مثل اشعه‌دهی، اتمسفر اصلاح شده یا عصاره‌های طبیعی و یا

<sup>1</sup> Filler<sup>2</sup> Zingiber Officinal Roscoe<sup>3</sup> Glazing

#### 2-4- تهیه محلول فیلم بر پایه نشاسته

فیلم نشاسته بر اساس روش گفته شده توسط سیراس و همکاران (2008) تهیه شد (15).

#### 2-5- پوشش دادن سطح میگو با استفاده از محلول فیلم نشاسته حاوی عصاره زنجبیل

پوشش دهی سطح میگو بر اساس روش لیکجینگ (2016) انجام گرفت (16).

#### 2-6- بررسی خصوصیات بافتی فیلم‌های خوراکی بر پایه نشاسته حاوی عصاره زنجبیل

خصوصیات مکانیکی فیلم‌ها از جمله مقاومت در مقابل کشش و درصد کشش فیلم‌ها بر اساس روش استاندارد ASTM D882 و با استفاده از دستگاه بافت سنج (بروکفیلد، آمریکا) مورد ارزیابی قرار گرفت.

#### 2-7- بررسی قابلیت نفوذ بخار آب<sup>4</sup> فیلم‌های خوراکی بر پایه نشاسته حاوی عصاره زنجبیل

قابلیت نفوذ بخار آب فیلم‌های تهیه شده طبق روش حسینی و همکاران (2009) سنجیده شد (17)

#### 2-8- بررسی حالیت فیلم‌های خوراکی بر پایه نشاسته حاوی عصاره زنجبیل

حالیت فیلم‌های تهیه شده طبق روش تاگی و همکاران (2013) ارزیابی شد (18)

#### 2-9- بررسی شفافیت فیلم‌های خوراکی بر پایه نشاسته حاوی عصاره زنجبیل

شفافیت فیلم‌ها بر اساس روش ارائه شده توسط تانک و همکاران (2007) و با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر (یونیکو-2100، آمریکا) مورد ارزیابی قرار گرفت (19)

#### 2-10- بررسی ضخامت فیلم‌های خوراکی بر پایه نشاسته حاوی عصاره زنجبیل

ترکیب فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی با عصاره مواد گیاهی مختلف که حاوی ترکیبات زیست‌فعال مختلف هستند، نیز استفاده شده است. (13) گومز-استکا و همکاران (2015) تاثیر فیلم حاوی کاروتنوئید و عصاره بای پروداکت مواد غذایی را بر بهبود کیفی و عمر نگهداری میگو مورد مطالعه قرار دادند. آن‌ها گزارش کردند که فیلم حاوی عصاره ضایعات گوجه فرنگی و کاروتنوئید سبب بهبود خواص فیزیکی، شیمیایی و میکروبی میگو طی یک ماه نگهداری شده است (30). همچنین ارانسیبا و همکاران (2015) تاثیر فیلم‌های فعال حاوی کیتوزان و کنستانتره پروتئین را بر ویژگی‌های کیفی میگو در طی نگهداری مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها گزارش کردند کنستانتره پروتئین سبب تقویت ماتریکس فیلم شده است و فیلم‌های حاوی غلظت بالای کیتوزان و کنستانتره پروتئین بالاترین ویژگی‌های کیفی را در طی نگهداری نشان دادند (31). در این پژوهش از عصاره زنجبیل به عنوان منبع ترکیبات زیست‌فعال (ترکیبات فنولی، آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی) در ساختار فیلم نشاسته به منظور افزایش مدت زمان نگهداری میگوی تازه استفاده شده است.

#### 2-مواد و روش‌ها

##### 2-1- مواد

زنجبیل و میگوی تازه از بازار محلی تهیه شد. گلیسرول، نشاسته و سایر مواد آزمایشگاهی مورد نیاز این پژوهش از شرکت مرک آلمان تهیه شدند.

##### 2-2- روش‌ها

##### 2-2-1 استخراج عصاره زنجبیل

عصاره زنجبیل به روش حلالی و بر اساس روش امام جمعه و همکاران (2015) انجام گرفت (14).

<sup>4</sup> Water Vapour Permeability

**2-13- ارزیابی حسی**

جهت ارزیابی حسی نمونه‌های میگوی خام پوشش داده شده، شاخص‌هایی نظیر (بافت، رنگ، بو و پذیرش کلی) از روش هدونیک 5 نقطه‌ای استفاده شد و امتیاز بندی کلی حاصل مجموع امتیازات داده شده به شاخص‌های حسی (در سطوح ارزیابی 1 تا 5؛ 1: غیر قابل مصرف یا خیلی ضعیف؛ 2: غیر قابل قبول یا ضعیف؛ 3: قابل قبول یا متوسط؛ 4: رضایت بخش یا خوب و 5: بسیار رضایت بخش یا خیلی خوب) بود (20).

**2-14- تجزیه و تحلیل آماری**

آزمایش‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شدند. لذا حجم نمونه‌های مورد بررسی برابر با 15 بود. تیمارهای حاصل از این طرح در جدول 1 ارائه شده است. نتایج حاصل از آزمایشات فیزیکی و شیمیایی و میکروبی به منظور بررسی اختلاف معنی‌دار بین داده‌ها از طریق تحلیل واریانس یک طرفه (One-way ANOVA) با استفاده از نرم افزار SPSS.22 انجام شد و برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال 5 درصد ( $p < 0/05$ ) استفاده گردید. جهت رسم نمودارهای حاصل نیز از نرم افزار Excel استفاده شد.

جدول (1) تیمارهای مورد مطالعه در این پژوهش

شماره نمونه	درصد استفاده از عصار بذر چای در ساختار فیلم خوراکی برپایه کازئینات سدیم
تیمار 1 (شاهد)	0
تیمار 2	0/5
تیمار 3	1
تیمار 4	1/5
تیمار 5	2

ضخامت هریک از فیلم‌ها با میکرومتر دیجیتال در 5 نقطه گوناگون از فیلم به طور تصادفی انتخاب و تعیین شد. میانگین این نقاط به صورت ضخامت بیان شدند (14)

**2-11- بررسی خصوصیات ریزساختاری فیلم‌های خوراکی برپایه نشاسته حاوی عصاره زنجبیل**

به منظور بررسی تاثیر افزودن عصاره زنجبیل بر خصوصیات ریزساختاری فیلم‌های تولید شده، از تصاویر میکروسکوپ الکترونی پویشی<sup>5</sup> (JSM-6400، ژاپن) از سطح فیلم‌ها استفاده شد. فیلم‌ها قبل از تصویر برداری با ابعاد 5×1 میلی‌متر مربع بریده و با لایه‌ای از طلا پوشانده شدند (14)

**2-12- بررسی خصوصیات ضد میکروبی پوشش نشاسته‌ای حاوی عصاره زنجبیل**

پس از 12 روز نگهداری شمارش کلی سلول‌های زنده و شمارش باکتری‌های سرمادوست به منظور بررسی خواص ضد میکروبی پوشش‌های ایجاد شده روی نمونه‌ها طبق روش لکچینگ (2016) انجام شد (16).

<sup>5</sup> Scanning Electron Microscopy

### 3- نتایج و بحث

#### 3-1- تغییرات ضخامت فیلم‌های نشاسته‌ای حاوی عصاره زنجبیل

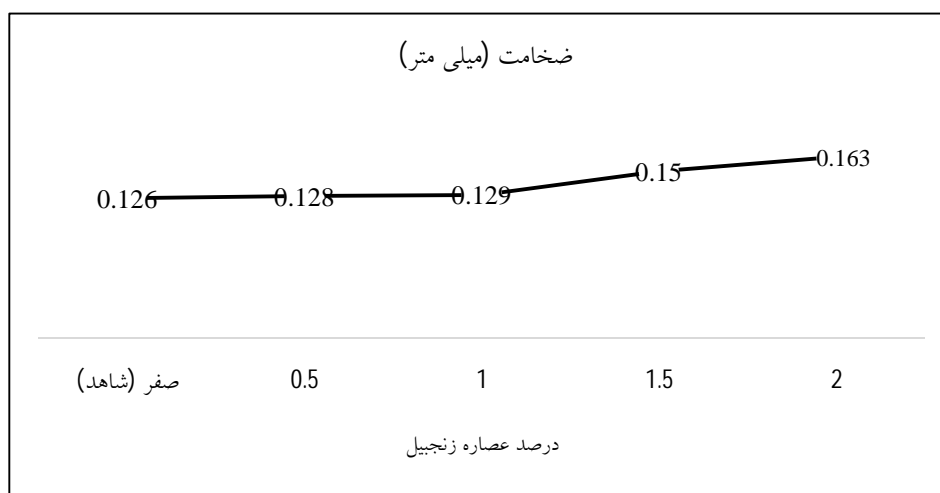
نتایج حاصل از تاثیر افزودن غلظت‌های مختلف عصاره زنجبیل روی ضخامت فیلم خوراکی برپایه نشاسته در جدول 2 نشان داده شده است. براساس نتایج آماری (جدول 2 و شکل 1)، با افزایش غلظت عصاره زنجبیل از 1 به 1/5 درصد ضخامت فیلم‌ها به طور معنی‌داری ( $p < 0.05$ ) افزایش یافت، اما بین ضخامت نمونه شاهد و فیلم حاوی 0/5 و 1 درصد تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ( $p > 0.05$ ). همان‌طور که نتایج نشان داد (جدول 2 و شکل 1) استفاده از غلظت‌های

بالای عصاره زنجبیل (1/5 و 2 درصد) به طور معنی‌داری ( $p < 0.05$ ) موجب افزایش ضخامت فیلم‌های خوراکی حاوی عصاره زنجبیل شد. همان‌طور که دیده شد ضخامت فیلم‌های خوراکی برپایه نشاسته حاوی درصدهای مختلف عصاره زنجبیل در محدوده 0/126 (نمونه شاهد) تا 0/163 میلی‌متر (فیلم حاوی 2 درصد عصاره زنجبیل) بود. احتمالاً این رفتار به دلیل افزایش نسبی ماده خشک فیلم می‌باشد که موجب افزایش ضخامت فیلم‌های حاصل می‌گردد. کامپوس و همکاران (2011)، برومند و همکاران (2011)، دریافتند که با بکارگیری عصاره آویشن شیرازی در ساختار فیلم برپایه کازئینات سدیم ضخامت فیلم‌ها افزایش می‌یابد (21، 22).

جدول (2) نتایج تاثیر عصاره زنجبیل روی خصوصیات فیزیکی (ضخامت، شفافیت و حلالیت) فیلم خوراکی برپایه نشاسته

ویژگی فیزیکی	ضخامت (میلی‌متر)	شفافیت فیلم (%)	حلالیت فیلم در آب (%)
درصد عصاره زنجبیل			
صفر (نمونه شاهد)	0/126 ± 0/005 <sup>b</sup>	4/14 ± 0/09 <sup>a</sup>	30/77 ± 0/11 <sup>d</sup>
0/5	0/128 ± 0/006 <sup>b</sup>	3/86 ± 0/04 <sup>b</sup>	32/68 ± 0/48 <sup>c</sup>
1	0/129 ± 0/005 <sup>b</sup>	3/74 ± 0/12 <sup>b</sup>	33/13 ± 0/18 <sup>c</sup>
1/5	0/150 ± 0/010 <sup>a</sup>	3/24 ± 0/04 <sup>c</sup>	34/51 ± 0/36 <sup>b</sup>
2	0/163 ± 0/011 <sup>a</sup>	1/81 ± 0/07 <sup>d</sup>	36/51 ± 0/27 <sup>a</sup>

\* حروف متفاوت a-d نشان دهنده تفاوت معنی‌دار و حروف مشترک نشان دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال 5 درصد می‌باشد.

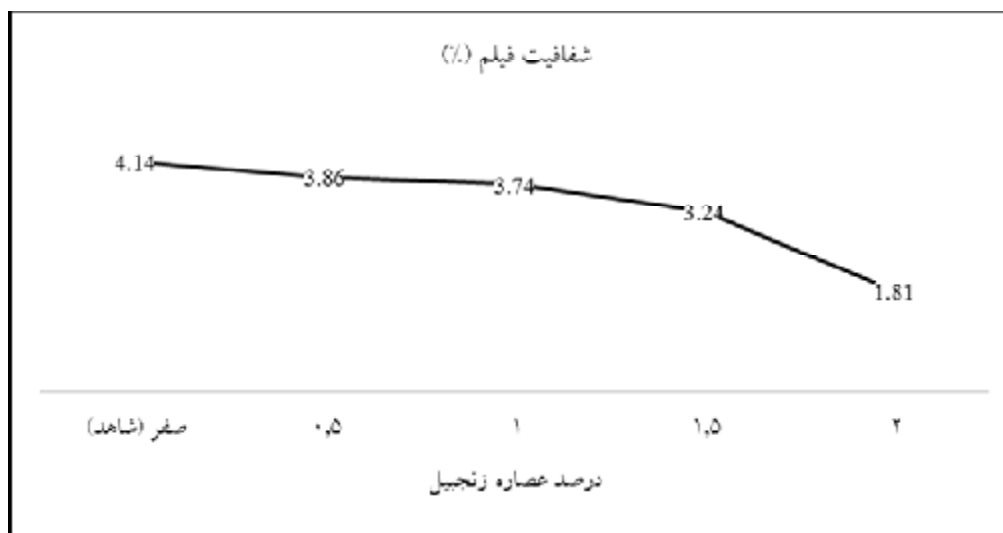


شکل (1) تاثیر افزودن غلظت‌های مختلف عصاره زنجبیل روی ضخامت فیلم خوراکی نشاسته

شفافیت تفاوت معنی داری مشاهده نشد ( $p>0.05$ ). افزایش درصد عصاره زنجبیل در فرمولاسیون فیلم نشاسته‌ای به طور معنی داری ( $p<0.05$ ) سبب کاهش شفافیت نمونه‌ها شد. رنگ قهوه‌ای تیره متمایل به سیاه عصاره زنجبیل استخراج شده احتمالاً عامل کاهش شفافیت فیلم‌های تولیدی با استفاده از غلظت‌های بالای عصاره زنجبیل (1/5 و 2 درصد) می‌باشد. اجاق و همکاران (2010)، گزارش دادند که استفاده از اسانس دارچین موجب کاهش شفافیت فیلم‌های زیست تخریب‌پذیر بر پایه کیتوزان می‌شود که این رفتار را به خصوصیات رنگی اسانس نسبت دادند (23).

### 3-2- تاثیر افزودن عصاره زنجبیل روی شفافیت فیلم‌های خوراکی بر پایه نشاسته

نتایج حاصل از بررسی مقایسه میانگین داده‌ها در مورد تاثیر غلظت‌های مختلف عصاره زنجبیل روی میزان شفافیت فیلم‌های خوراکی بر پایه نشاسته در جدول 2 و شکل 2 نشان داده شده است. همان‌طور که نتایج نشان می‌دهند، با افزایش درصد عصاره زنجبیل در فرمولاسیون فیلم خوراکی بر پایه نشاسته به طور معنی داری ( $p<0.05$ ) از شفافیت فیلم‌ها کاسته می‌شود. با این وجود بین فیلم‌های خوراکی بر پایه نشاسته حاوی 0/5 و 1 درصد عصاره زنجبیل با نمونه شاهد از لحاظ



شکل (2) تاثیر افزودن درصدهای مختلف عصاره زنجبیل روی میزان شفافیت فیلم‌های خوراکی بر پایه نشاسته

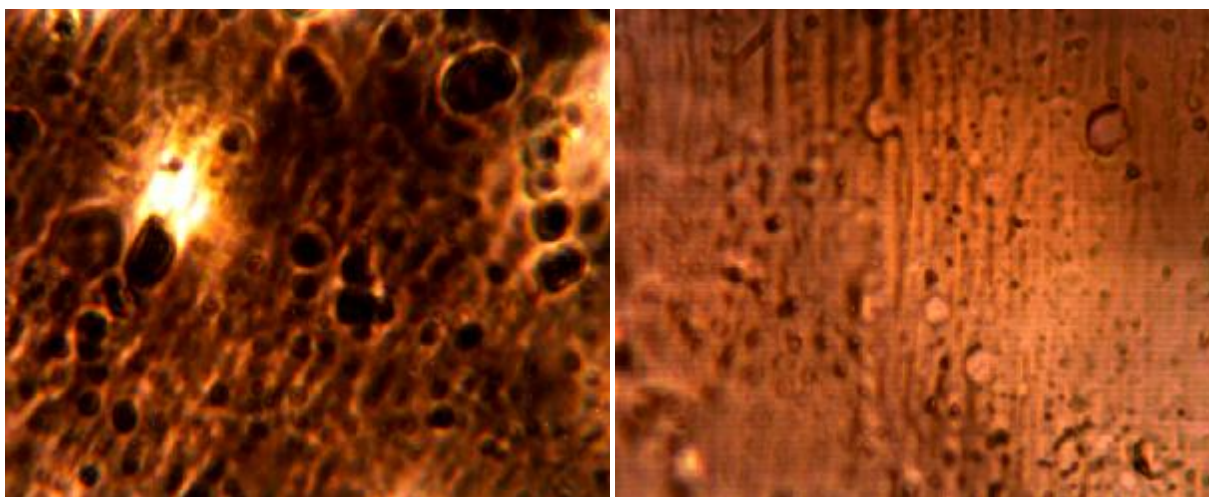
در تصاویر میکروسکوپ الکترونی با بزرگ‌نمایی یکسان به طور واضح نشان داده شده است استفاده از غلظت‌های مختلف عصاره زنجبیل فشرده‌گی و یکپارچگی ساختار فیلم‌ها را برهم می‌زند و سبب ایجاد حالت‌های نامنظم در شبکه فیلم می‌گردد. استفاده از غلظت‌های بالاتر (در اینجا یعنی غلظت 1 درصد) (شکل 3 ب) به طور کاملاً مشخص سبب ایجاد حفرات و حالت اسفنجی مانند واضح‌تر و بیشتری در ساختار فیلم می‌گردد که قطر حفرات و ناهمواری‌هایی آن که در سطح فیلم مشاهده می‌گردد خیلی بیشتر از قطر حفرات موجود در

### 3-3- تغییرات ریزساختار و خصوصیات مورفولوژیکی فیلم بر پایه نشاسته حاوی عصاره زنجبیل

شکل 3 تصاویر میکروسکوپ الکترونی (SEM) از خصوصیات ریزساختاری و مورفولوژیکی فیلم‌های خوراکی بر پایه نشاسته حاوی درصدهای مختلف عصاره زنجبیل (0/5 و 1 درصد) را نشان می‌دهد. همان‌طور که در بخش‌های قبلی در توجیه برخی از نتایج اشاره شد که استفاده از عصاره زنجبیل در فرمولاسیون فیلم نشاسته سبب ایجاد گسیختگی و از بین رفتن حالت یکپارچگی فیلم خواهد شد. بنابراین همان‌طور که

پروتئین سبب ایجاد ساختار غیریکنواخت تر و در نتیجه عدم یکپارچگی فیلم‌ها شد (24). گومز-استاکا و همکاران (2015) تاثیر پوشش دهی فیلم حاوی کارتنوئید و عصاره استخراجی از بای پروداکت محصولات غذایی را بر بهبود عمر نگهداری میگو مورد بررسی قرار دادند (30). نتایج مطابق با مطالعه حاضر نشان داد که با افزایش غلظت عصاره همگسیختگی در ساختار میکروسکوپی فیلم بوجود آمده است. نتایج مشابه دیگری نیز ارنسیبیا و همکاران (2015) با تاثیر فیلم‌های فعال حاوی کیتوزان و عصاره بر عمر نگهداری میگو گزارش دادند (31).

فیلم حاوی 0/5 درصد عصاره زنجبیل می‌باشد. نتایج حاصل از تصاویر میکروسکوپ الکترونی از خصوصیات ریزساختاری فیلم‌های نشاسته‌ای حاوی درصد‌های مختلف عصاره زنجبیل نتایج خصوصیات فیزیکی را کاملاً تایید می‌نماید. مورونو و همکاران (2015)، پس از بررسی تصاویر میکروسکوپ الکترونی حاصل از فیلم‌های نشاسته‌ای حاوی پروتئین‌های ضد میکروبی و آنتی اکسیدان (لاکتوفرین و لیزوزیم) دریافتند که فیلم‌های نشاسته‌ای بدون پروتئین دارای ساختار یکنواخت، فشرده و بدون تخلخل بودند. تصاویر نشان داد که افزودن

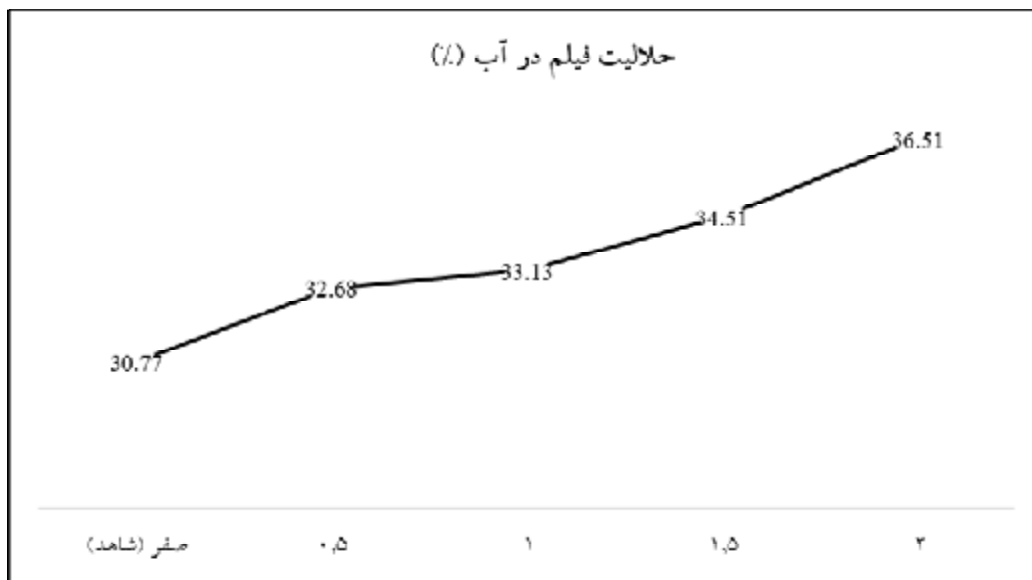


شکل (3) تصاویر میکروسکوپ الکترونی از خصوصیات ریزساختاری فیلم خوراکی برپایه نشاسته حاوی عصاره زنجبیل (بزرگ‌نمایی 40x). (الف) فیلم نشاسته‌ای حاوی 0/5 درصد عصاره زنجبیل و (ب) فیلم نشاسته‌ای حاوی 1 درصد عصاره زنجبیل.

برپایه نشاسته میزان حلالیت فیلم‌ها در آب به طور معنی‌داری ( $p < 0.05$ ) افزایش می‌یابد. اگرچه بین حلالیت فیلم‌های خوراکی حاوی 0/5 و 1 درصد عصاره زنجبیل با نمونه شاهد از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری وجود ندارد ( $p > 0.05$ )، اما افزودن عصاره زنجبیل به فیلم خوراکی برپایه نشاسته سبب می‌شود که حلالیت تمامی فیلم‌های خوراکی حاوی عصاره زنجبیل از فیلم شاهد به طور معنی‌داری ( $p < 0.05$ ) بالاتر باشد. پیرز و همکاران (2013) دریافتند که استفاده از اسانس‌های گیاهی مختلف (سنبل هند، ترخون، گشنیز و آویشن) در ساختار فیلم برپایه پروتئین ماهی هیک موجب افزایش حلالیت فیلم در آب می‌شود که نتایج این پژوهش را تایید می‌نماید (27).

### 3-4- تاثیر عصاره زنجبیل روی میزان حلالیت در آب فیلم‌های خوراکی برپایه نشاسته

در طی نگهداری هنگامی که ماده غذایی در تماس با رطوبت می‌باشد، مقاومت در مقابل رطوبت توسط فیلم‌های خوراکی/زیست تخریب‌پذیر در محافظت از مواد غذایی بسیار حائز اهمیت است. (25) حلالیت در آب فیلم‌های خوراکی شاخص تعیین‌کننده میزان آب‌دوستی فیلم‌ها می‌باشد (26) نتایج حاصل از تحلیل واریانس یک طرفه داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در جدول 2 برای میزان حلالیت فیلم‌های خوراکی در آب در جدول 2 نشان داده شده است. همان‌طور که در شکل 4 نشان داده شده است با افزایش درصد عصاره زنجبیل در فرمولاسیون فیلم خوراکی



شکل (4) تاثیر افزودن درصد های مختلف عصاره زنجبیل روی میزان حلالیت فیلم ها در آب

معنی داری ( $p < 0.05$ ) سبب کاهش مقاومت کششی نمونه های می گردد، به طوری که با افزایش درصد عصاره زنجبیل از 0/5 به 2 درصد به طور کاملا چشم گیری مقاومت کششی فیلم های خوراکی بر پایه نشاسته کاهش می یابد. (28) بیان کردند که افزودن صمغ کهور به فیلم ایزوله پروتئین آب پنیر مقاومت فیلم را کاهش می دهد. (29)، بیان کردند که افزودن اسانس پونه کوهی به فیلم ایزوله پروتئین آب پنیر موجب کاهش معنی دار مقاومت کششی فیلم حاصل شده است.

### 3-5- تاثیر افزودن عصاره زنجبیل روی خصوصیات مکانیکی فیلم های خوراکی بر پایه نشاسته

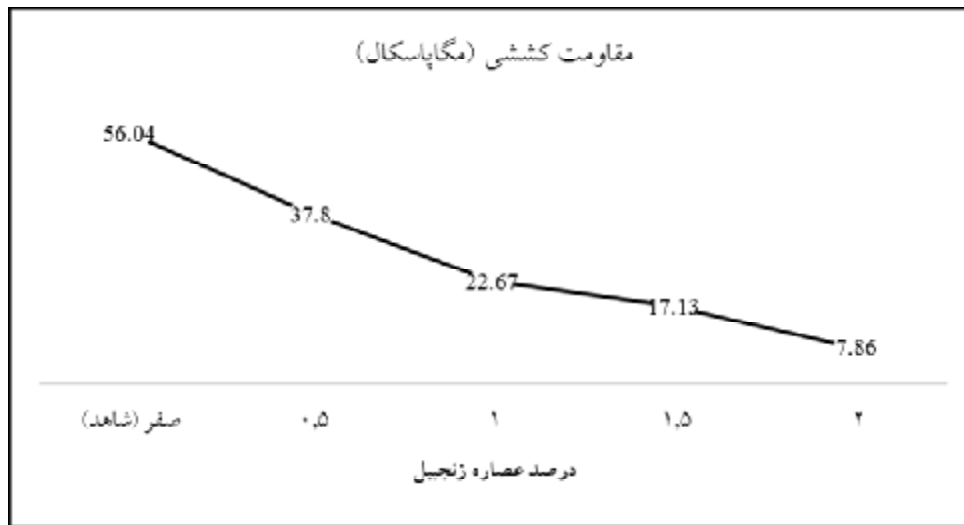
نتایج حاصل از تاثیر افزودن درصد های مختلف عصاره زنجبیل روی مقاومت کششی فیلم های خوراکی بر پایه نشاسته در جدول 3 نشان داده شده است. همان طور که در شکل 5 نشان داده شده، بالاترین و کمترین مقاومت کششی به ترتیب مربوط به تیمار شاهد (56/04 مگاپاسکال) و نمونه فیلم حاوی 2 درصد عصاره زنجبیل (7/86 مگاپاسکال) می باشد. نتایج به خوبی نشان می دهد که افزودن عصاره زنجبیل به طور



جدول (3) نتایج تاثیر عصاره زنجبیل روی خصوصیات فیزیکی (مقاومت کششی و قابلیت نفوذ بخار آب) و میکروبی فیلم خوراکی بر پایه نشاسته

ویژگی	مقاومت کششی (مگاپاسکال)	قابلیت نفوذ بخار آب (g/smPa) × 10 <sup>-10</sup>	شمارش کلی میکروارگانیزمها (CFU/g) (log)	جذب رطوبت (درصد)
صفر (نمونه شاهد)	56/04 ± 7/80 <sup>a</sup>	4/26 ± 1/14 <sup>c</sup>	10/189 ± 0/000 <sup>a</sup>	39/753 ± 0/000 <sup>a</sup>
0/5	37/80 ± 1/64 <sup>b</sup>	5/76 ± 0/01 <sup>bc</sup>	10/091 ± 0/002 <sup>b</sup>	38/941 ± 0/040 <sup>b</sup>
1	22/67 ± 2/85 <sup>c</sup>	6/17 ± 0/01 <sup>ab</sup>	9/988 ± 0/003 <sup>c</sup>	35/447 ± 0/001 <sup>c</sup>
1/5	17/13 ± 0/18 <sup>c</sup>	6/91 ± 0/01 <sup>ab</sup>	9/724 ± 0/001 <sup>d</sup>	33/910 ± 0/001 <sup>d</sup>
2	7/86 ± 0/61 <sup>d</sup>	7/92 ± 1/74 <sup>a</sup>	9/296 ± 0/008 <sup>e</sup>	29/400 ± 0/007 <sup>e</sup>

\* حروف متفاوت a-e نشان دهنده تفاوت معنی دار و حروف مشترک نشان دهنده عدم وجود تفاوت معنی دار در سطح احتمال 5 درصد می باشد.



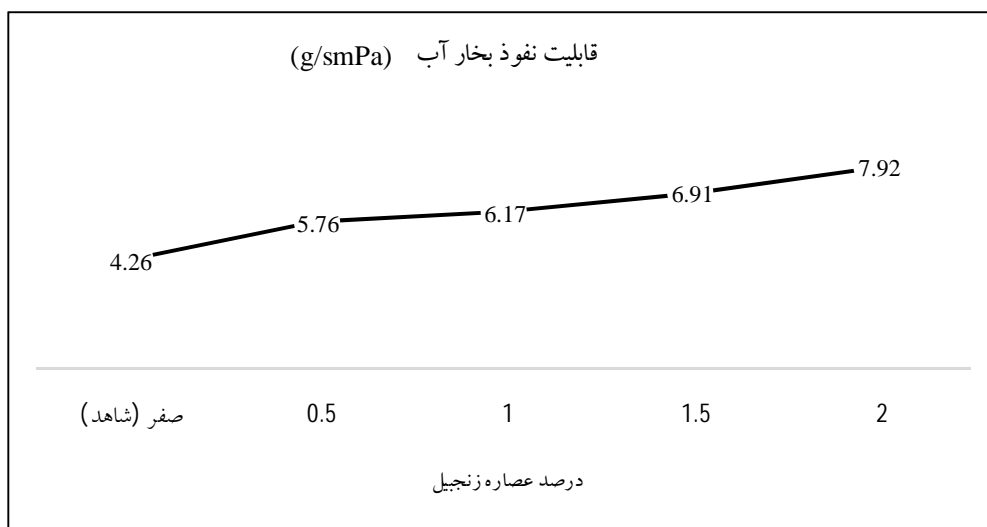
شکل (5) تاثیر استفاده از درصدهای مختلف عصاره زنجبیل روی مقاومت کششی فیلم های نشاسته ای

شکل 6 آمده است با افزایش درصد عصاره زنجبیل در فرمولاسیون فیلم بر پایه نشاسته میزان نفوذپذیری فیلم ها به بخار آب به طور معنی داری ( $p < 0.05$ ) افزایش می یابد. نتایج نشان داد که قابلیت نفوذپذیری بخار آب فیلم های خوراکی حاوی عصاره زنجبیل به طور معنی داری ( $p < 0.05$ ) بالاتر از نمونه

3-6- تاثیر افزودن عصاره زنجبیل روی قابلیت نفوذ بخار آب فیلم های خوراکی بر پایه نشاسته  
نتایج حاصل از تغییرات قابلیت نفوذپذیری بخار آب فیلم های خوراکی بر پایه نشاسته حاوی غلظت های مختلف عصاره زنجبیل در جدول 3 نشان داده شده است. همان طور که در

میخک و آویشن در ساختار فیلم برپایه کیتوزان منجر به افزایش میزان انتقال رطوبت از ماتریس فیلم خواهد شد. این محققین گسیختگی ساختار و کاهش فشردگی ماتریس فیلم را دلیل این رفتار بیان کردند (17).

شاهد بود، اما بین فیلم‌های خوراکی حاوی 0/5، 1 و 1/5 درصد عصاره زنجبیل در مقایسه با نمونه شاهد از لحاظ قابلیت نفوذپذیری بخار آب تفاوت چندانی معنی‌داری وجود نداشت. حسینی و همکاران (2009)، دریافتند که بکارگیری اسانس



شکل (6) تاثیر افزودن درصدهای مختلف عصاره زنجبیل روی قابلیت نفوذپذیری بخار آب فیلم‌های خوراکی برپایه نشاسته

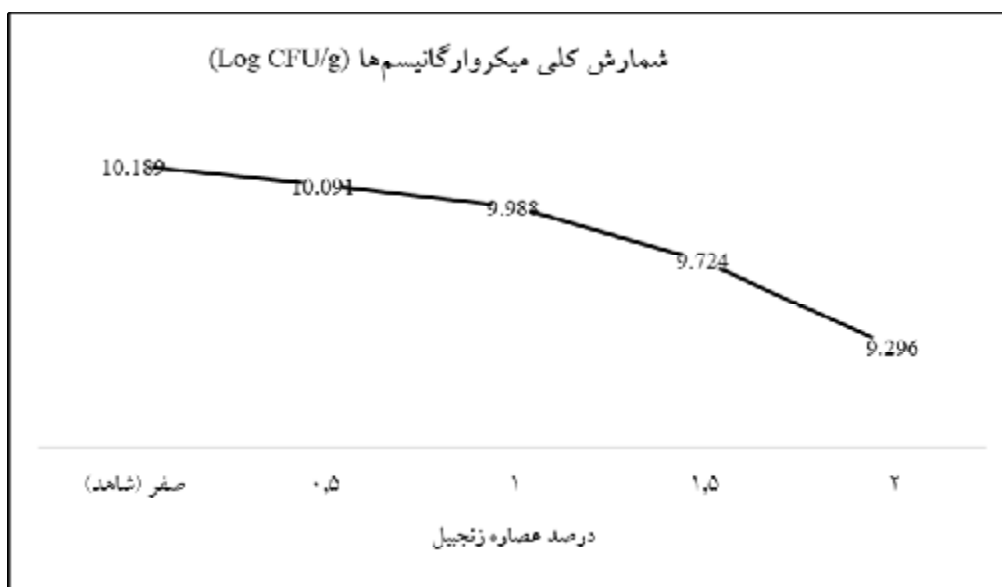
شامل ترکیباتی چون هیدروکربون‌های متفاوت، الکل‌های ترپنیک مانند لینانول، ترپینول، ژرانیول، نرول و استات آن‌ها - نرولیدول، دی متیل آترانیلات و فنل می‌باشد. آنالیز فیتوشیمیایی عصاره زنجبیل بیانگر وجود ترکیباتی مثل لینالول 42% و لینالیل استات 11%، آلفا ترپنیل استات 9%، بتا ترپنیل استات 2/15% و بتاینیل می‌باشد (10). وجود چنین ترکیباتی در عصاره می‌تواند توانایی ضد میکروبی و ضد اکسایشی محصول غذایی را بالا ببرد و پایداری آن را افزایش دهد. بطور کلی پژوهش‌هایی در زمینه اثر ضد میکروبی عصاره‌های سایر گیاهان به وفور انجام شده و بیانگر فعالیت ضد میکروبی این عصاره‌ها می‌باشد. عصاره‌ها و اسانس‌های گیاهی می‌توانند عملکردهای مختلفی را در مقابل سویه‌های باکتریایی از خود نشان دهند که از جمله آن می‌توان به تداخل با غشای فسفولیپیدی دو لایه‌ای سلول اشاره کرد که

### 3-7- تاثیر افزودن عصاره زنجبیل روی شمارش کلی

#### میکروارگانیزم‌ها در میگوهای پوشش داده شده

نتایج حاصل از تاثیر پوشش‌های خوراکی حاوی عصاره زنجبیل روی شمارش کلی میکروارگانیزم‌ها در جدول 3 نشان داده شده است. همان‌طور که در شکل 7 نشان داده شده، افزایش غلظت عصاره زنجبیل در پوشش خوراکی برپایه نشاسته که روی میگو روکش شده بود منجر به کاهش چشم‌گیر و معنی‌داری ( $p < 0.05$ ) تعداد میکروارگانیزم‌ها در میگو شد. از طرف دیگر استفاده از پوشش‌های خوراکی حاوی عصاره زنجبیل به طور معنی‌داری ( $p < 0.05$ ) منجر به کاهش تعداد میکروارگانیزم‌ها در مقایسه با پوشش‌های بدون عصاره زنجبیل شد. ترکیبات ضد میکروبی فراوانی در گیاهان بصورت طبیعی وجود دارد. بین ترکیبات بیواکتیو در زنجبیل فیتات یکی از آنتی‌اکسیدان‌ها و ترکیب ضد میکروبی قوی یافته شده است. همچنین عصاره گرفته شده از زنجبیل

به دنبال آن نفوذپذیری غشا افزایش و مواد درون سلولی کاهش می‌یابد. از سایر مکانیسم‌ها می‌توان به آسیب به آنزیم‌های دخیل در تولید انرژی و ترکیبات ساختاری سلول و نیز غیر فعال کردن ترکیبات ژنتیکی اشاره کرد (32).



شکل (7) تاثیر استفاده از پوشش خوراکی حاوی عصاره زنجبیل روی تعداد کل میکروارگانیسم‌های میگو

شکل (8) آمده است با افزایش درصد عصاره زنجبیل در فرمولاسیون فیلم برپایه نشاسته میزان درصد جذب رطوبت به طور معنی‌داری ( $p < 0.05$ ) کاهش می‌یابد. نتایج نشان داد که درصد جذب رطوبت فیلم‌های خوراکی حاوی عصاره زنجبیل به طور معنی‌داری ( $p < 0.05$ ) پایین‌تر از نمونه شاهد بود.

### 3-8- تاثیر افزودن عصاره زنجبیل روی درصد جذب رطوبت در میگوهای پوشش داده شده

نتایج حاصل از تغییرات درصد جذب رطوبت فیلم‌های خوراکی برپایه نشاسته حاوی غلظت‌های مختلف عصاره زنجبیل در جدول 3 نشان داده شده است. همان‌طور که در



شکل (8) تاثیر استفاده از پوشش خوراکی حاوی عصاره زنجبیل روی درصد جذب رطوبت

## 3-9- تاثیر استفاده از پوشش‌های خوراکی نشاسته حاوی

## عصاره زنجبیل روی خصوصیات حسی میگو

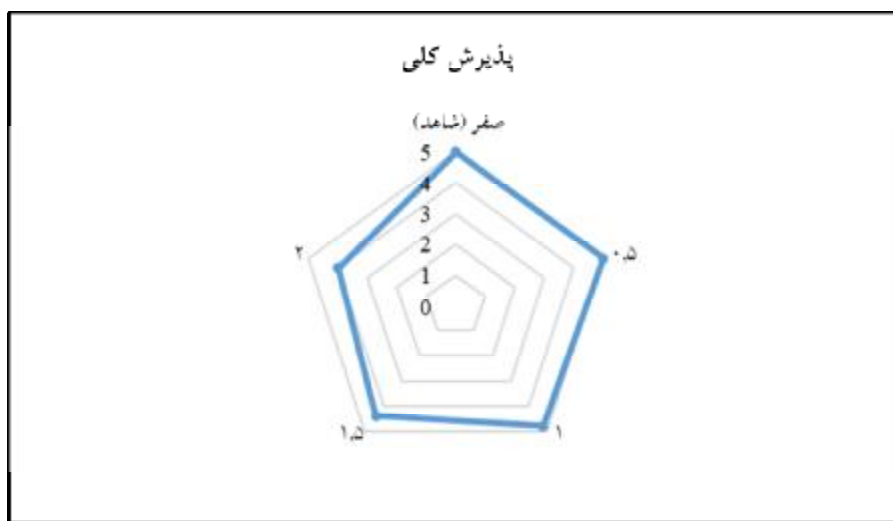
نتایج حاصل از ارزیابی حسی نمونه‌های میگوی پوشش‌داده شده با پوشش خوراکی نشاسته حاوی عصاره زنجبیل در جدول 4 نشان داده شده است. همان‌طور که نتایج نشان داد استفاده از پوشش خوراکی حاوی نشاسته بافت نمونه پوشش داده شده حاوی 2 درصد عصاره زنجبیل نسبت به بقیه تیمارها به طور معنی‌داری ( $p < 0.05$ ) امتیاز حسی کمتری را کسب نمود. اما از لحاظ بافت سایر تیمارها در مقایسه با نمونه شاهد اختلاف معنی‌داری بایکدیگر نداشتند ( $p > 0.05$ ). نتایج حاصل از مقایسه میانگین امتیازات داده شده به رنگ محصول نشان داد که با افزایش درصد عصاره زنجبیل در ساختار

پوشش برپایه نشاسته امتیازی که ارزیاب‌ها به رنگ محصول دادند به طور معنی‌داری ( $p < 0.05$ ) کاهش یافت. بررسی امتیازات مربوط به بوی نمونه‌های میگوی پوشش‌داده شده با پوشش خوراکی نشاسته حاوی درصدهای مختلف عصاره زنجبیل نشان داد که از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری بین نمونه شاهد و سایر تیمارها وجود نداشت ( $p > 0.05$ ). در نهایت مقایسه پذیرش کلی نمونه‌ها (شکل 9) نشان داد که بالاترین پذیرش کلی مربوط به تیمار شاهد و نمونه پوشش داده شده با پوشش نشاسته‌ای حاوی 0/5 درصد عصاره زنجبیل بود و کمترین امتیاز سی مربوط به نمونه میگوی پوشش داده شده با پوشش نشاسته‌ای حاوی 2 درصد عصاره زنجبیل بود.

جدول (4) نتایج تاثیر افزودن عصاره زنجبیل به پوشش خوراکی برپایه نشاسته و تاثیر آن روی خصوصیات حسی میگو

ویژگی حسی	بافت	رنگ	بو	پذیرش کلی
صفر (نمونه شاهد)	5/00 ± 0/00 <sup>a</sup>	5/00 ± 0/00 <sup>a</sup>	5/00 ± 0/00 <sup>a</sup>	5/00 ± 0/00 <sup>a</sup>
0/5	4/60 ± 0/54 <sup>a</sup>	5/00 ± 0/00 <sup>a</sup>	5/00 ± 0/00 <sup>a</sup>	5/00 ± 0/00 <sup>a</sup>
1	4/60 ± 0/54 <sup>a</sup>	4/80 ± 0/44 <sup>ab</sup>	5/00 ± 0/00 <sup>a</sup>	4/80 ± 0/44 <sup>ab</sup>
1/5	4/40 ± 0/54 <sup>a</sup>	4/40 ± 0/54 <sup>bc</sup>	5/00 ± 0/00 <sup>a</sup>	4/40 ± 0/54 <sup>bc</sup>
2	3/20 ± 0/44 <sup>b</sup>	4/00 ± 0/00 <sup>c</sup>	5/00 ± 0/00 <sup>a</sup>	4/00 ± 0/00 <sup>c</sup>

\* حروف متفاوت a-c نشان دهنده تفاوت معنی‌دار و حروف مشترک نشان دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال 5 درصد می‌باشد.



شکل (9) تاثیر درصدهای مختلف عصاره زنجبیل در پوشش خوراکی نشاسته روی پذیرش کلی میگوی پوشش داده شده

#### 4- نتیجه گیری

محدودیت‌های زیست محیطی از یک طرف و مخاطرات فراوان در استفاده از مواد شیمیایی از طرف دیگر، سبب شده که بسیاری از مطالعات اخیر به استفاده از پوشش‌ها و فیلم‌های زیست تخریب‌پذیر معطوف گردیده و به منظور کاهش استفاده از مواد شیمیایی در تهیه مواد غذایی از منابع طبیعی به عنوان ترکیبات نگهدارنده و افزودنی استفاده شود. بنابراین هدف از این مطالعه استفاده از پوشش زیست تخریب‌پذیر و خوراکی نشاسته حاوی عصاره زنجبیل به عنوان نگهدارنده طبیعی و تاثیر آن روی خصوصیات فیزیکی فیلم حاصل و خصوصیات میکروبی میگوی پوشش داده شده با این فیلم فعال بود. نتایج حاصل از بکارگیری عصاره زنجبیل در فرمولاسیون فیلم نشاسته‌ای نشان داد که افزایش درصد عصاره موجب افزایش معنی‌داری ( $p < 0.05$ ) ضخامت و حلالیت فیلم در آب می‌شود. استفاده از درصد‌های بالای عصاره در فرمولاسیون فیلم نشاسته‌ای به طور معنی‌داری باعث کاهش شفافیت و مقاومت کششی فیلم حاصل شد. نتایج بررسی قابلیت نفوذ بخار آب فیلم‌های فعال نشاسته‌ای حاوی عصاره زنجبیل نشان داد که با افزایش درصد عصاره در فرمولاسیون فیلم، به طور معنی‌داری ( $p < 0.05$ ) قابلیت نفوذ بخار آب افزایش می‌یابد. نتایج حاصل از ارزیابی بار میکروبی کل نمونه‌های میگوی پوشش داده شده با پوشش خوراکی فعال حاوی غلظت‌های مختلف عصاره زنجبیل نشان داد که افزایش درصد عصاره زنجبیل در ماتریس پوشش‌ها سبب شد که به طور معنی‌داری ( $p < 0.05$ ) بار میکروبی کل و  $\log$  تعداد میکروارگانیسم‌های موجود در نمونه‌های پوشش داده شده کاهش یابد، و میزان این کاهش وابسته به غلظت عصاره بود. تصاویر تهیه شده از میکروسکوپ الکترونی نشان داد که ریزساختار فیلم‌ها به طور قابل توجهی تحت تاثیر درصد عصاره قرار گرفت به طوری که افزایش درصد عصاره در فرمولاسیون فیلم موجب افزایش حفرات و تخلخل در ماتریس فیلم و کاهش فشردگی آن شد. در نهایت نتایج ارزیابی حسی نشان داد که از لحاظ پذیرش

کلی نمونه‌های پوشش داده شده با پوشش خوراکی نشاسته‌ای حاوی 0/5 و 1 درصد عصاره زنجبیل تفاوت معنی‌داری با نمونه شاهد نداشتند ( $p > 0.05$ ).

#### 5- سپاسگزاری

بدین وسیله از دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر قدس تقدیر و تشکر می‌گردد

#### 6- منابع

1. Appendini P, Hotchkiss JH. Review of antimicrobial food packaging. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 2002; 3(2): 113-126.
2. Falguera V, Quintero JP, Jiménez A, Muñoz JA, Ibarz A. Edible films and coatings: structures, active functions and trends in their use. *Trends in Food Science & Technology* 2011; 22(6): 292-303.
3. Xiong H, Yang W, Zhang Y, Xiao W. Recent advances in natural plant antioxidants. *Natural Product Research and Development* 2000; 13(5): 75-79.
4. Lee KY, Shim J, Lee HG. Mechanical properties of gellan and gelatin composite films. *Carbohydrate Polymers* 2004; 56(2): 251-254.
5. Guilbert S. Use of superficial edible layer to protect intermediate moisture foods: application to the protection of tropical fruit dehydrated by osmosis. *Agri FAO* 1988.
6. Borneo R, León AE, Aguirre A, Ribotta P, Cantero JJ. Antioxidant capacity of medicinal plants from the Province of Córdoba (Argentina) and their in vitro testing in a model food system. *Food Chemistry* 2009; 112(3): 664-670.
7. Tester RF, Karkalas J, Qi X. Starch—composition, fine structure and architecture. *Journal of Cereal Science* 2004; 39(2): 151-165.
8. Liu Z. Edible films and coatings from starches. *Innovations in food packaging* 2005; 30(1): 318-337.
9. Ali BH, Blunden G, Tanira MO, Nemmar A. Some phytochemical, pharmacological and toxicological properties of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe): a review of recent

- samples. *Journal of Food Engineering*, 81(1), 133-143.
20. Lawless HT, Heymann H. *Sensory evaluation of food: principles and practices*. Springer Science & Business Media 2010; 17 (1): 28-37.
21. Campos CA, Gerschenson LN, Flores SK. Development of edible films and coatings with antimicrobial activity. *Food and Bioprocess Technology* 2011; 4(6): 849-875.
22. Broumand A, Emam-Djomeh Z, Hamed M, Razavi SH. Antimicrobial, water vapour permeability, mechanical and thermal properties of casein based *Zataria multiflora* Boiss. Extract containing film. *LWT-Food Science and Technology* 2011; 44(10): 2316-2323.
23. 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 Chemistry* 2010; 122(1): 161-166.
24. Moreno O, Atarés L, Chiralt A. Effect of the incorporation of antimicrobial/antioxidant proteins on the properties of potato starch films. *Carbohydrate polymers* 2015; 133 (1): 353-364.
25. Bourtoom T, Chinnan MS. Preparation and properties of rice starch-chitosan blend biodegradable film. *LWT-Food Science and Technology* 2008; 41(9): 1633-1641.
26. Kim SJ, Ustunol Z. Solubility and moisture sorption isotherms of whey-protein-based edible films as influenced by lipid and plasticizer incorporation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2001; 49(9): 4388-4391.
27. Pires C, Ramos C, Teixeira B, Batista I, Nunes ML, Marques A. Hake proteins edible films incorporated with essential oils: physical, mechanical, antioxidant and antibacterial properties. *Food Hydrocolloids* 2013;30(1): 224-231
28. Osés J, Fabregat-Vázquez M, Pedroza-Islas R, Tomás SA, Cruz-Orea A, Maté JI. Development and characterization of composite edible films based on whey protein isolate and mesquite gum. *Journal of Food Engineering* 2009; 92(1): 56-62.
29. Zinoviadou KG, Koutsoumanis KP, Biliaderis CG. Physico-chemical properties of whey protein isolate films containing oregano oil and their antimicrobial action against spoilage research. *Food and chemical Toxicology* 2008; 46(2): 409-420
10. Haniadka R, Saldanha E, Sunita V, Palatty PL, Fayad R, Baliga MS. A review of the gastroprotective effects of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *Food & function* 2005; 4(6): 845-855.
11. Parthasarathy VA, Chempakam B, Zachariah TJ. *Chemistry of Spices*. Chapter 11 2008.
12. Suhaj M. Spice antioxidants isolation and their antiradical activity: a review. *Journal of Food Composition and Analysis* 2006; 19 (1): 531-537.
13. Aşık E, Candoğan, K. Effects of Chitosan Coatings Incorporated with Garlic Oil on Quality Characteristics of Shrimp. *Journal of Food Quality* 2014; 37(4): 237-246.
14. Emam-Djomeh Z, Moghaddam A, Yasini Ardakani SA. Antimicrobial Activity of Pomegranate (*Punica granatum* L.) Peel Extract, Physical, Mechanical, Barrier and Antimicrobial Properties of Pomegranate Peel Extract-incorporated Sodium Caseinate Film and Application in Packaging for Ground Beef. *Packaging Technology and Science* 2015; 28(10): 869-881.
15. Cyrus VP, Manfredi LB, Ton-That MT, Vázquez A. Physical and mechanical properties of thermoplastic starch/montmorillonite nanocomposite films. *Carbohydrate Polymers* 2008; 73(1): 55-63.
16. Lekjing S. A chitosan-based coating with or without clove oil extends the shelf life of cooked pork sausages in refrigerated storage. *Meat science* 2016; 111 (2): 192-197.
17. Hosseini MH, Razavi SH, Mousavi, MA. Antimicrobial, physical and mechanical properties of chitosan-based films incorporated with thyme, clove and cinnamon essential oils. *Journal of Food Processing and Preservation* 2009; 33(6): 727-743.
18. Taqi A, Askar KA, Nagy K, Mutihac L, Stamatini, L. Effect of different concentrations of olive oil and oleic acid on the mechanical properties of albumen (egg white) edible films. *African Journal of Biotechnology* 2013; 10(60): 12963-12972.
19. Tunç, S., & Duman, O. (2007). Thermodynamic properties and moisture adsorption isotherms of cottonseed protein isolate and different forms of cottonseed

31. Arancibi, M. Y., Alemán, A., López-Caballero, M. E., Gómez-Guillén, M. C., & Montero, P. Development of active films of chitosan isolated by mild extraction with added protein concentrate from shrimp waste. *Food Hydrocolloids*, (2015); 43(1), 91-99.
32. Kotzekido, A., Giannakidis, G., & Aulamatsis, O. Antimicrobial activity of some plant extracts & essential oils against foodborne pathogens in vitro & on the fate of inoculated pathogens in chocolate. *LWT - Food Science and Technology*, (2008); 41(1), 119-127.
- flora of fresh beef. *Meat Science* 2009; 82(3): 338-345.
30. Gómez-Estaca, J., Calvo, M. M., Sánchez-Faure, A., Montero, P., & Gómez-Guillén, M. C. Development, properties, and stability of antioxidant shrimp muscle protein films incorporating carotenoid-containing extracts from food by-products. *LWT - Food Science and Technology*, (2015); 64(1), 189-196.