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

**یگانه اویسی[1]، تکتم مستقیم[2*]، علیرضا رحمن[2]**

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 دریافت: 96 /03/22 تاریخ پذیرش:97/02/19

**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 فیلم های نشاسته‌ای را افزایش داد. همچنین آنالیز شمارش کلی به طور معنی‌داری ($p<0.05$) وابسته به غلظت عصاره بود. به طوری‌که 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 پویشی 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 پویشی، میگو، فیلم نشاسته‌ای، قابلیت نفوذ بخار آب

[*]مسوول مکاتبات: toktammostaghim@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir

**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 نا مطلوب محیطی مثل نور، رطوبت، اکسیژن، میکروارگانیزم‌ها 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 می پوشاند و معمولاً بی رنگ 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، دی اکسید کربن، مواد موثر 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[1] در قرص‌ها و کپسول‌ها به کار برد. ساختار منحصر به فرد شیمیائی 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[2] یک گیاه ریزوم‌دار است که تا ارتفاع 90 سانتی‌متری رشد می‌کند. گرچه معمولا 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 آنتی اکسیدانی فرار و غیر فرار در قسمت‌های مختلف بخصوص ریزوم آن می‌تواند به عنوان آنتی اکسیدان طبیعی به کار رود.(10) وجود ترکیبات زیست‌فعال آنتی اکسیدانی و پلی فنولی 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[3] 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

[1] Filler
[2] Zigiber Officinal Rosceo
[3] Glazing

Archive of SID

www.SID.ir

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 کاروتنئوید و عصاره بای پروداکت مواد غذایی را بر بهبود کیفی و عمر نگهداری میگو مورد مطالعه قرار دادند. آن ها گزارش کردند که فیلم حاوی عصاره ضایعات گوجه فرنگی و کارتئونید سبب بهبود خواص فیزیکی، شیمیایی و میکروبی میگو طی یک ماه نگهداری شده است (30). همچنین ارانسیبا و همکاران (2015) تاثیر فیلم های فعال حاوی کیتوزان و کنستانتره پروتئین را بر ویژگی های کیفی میگو در طی نگهداری مورد بررسی قرار دادند. آن ها گزارش کردند کنستانتره پروتئین سبب تقویت ماتریکس فیلم شده است و فیلم های حاوی غلظت بالای کیتوزان و کنستانتره پروتئین بالاترین ویژگی های کیفی را در طی نگهداری نشان دادند (31). در این پژوهش از عصاره زنجبیل به عنوان منبع ترکیبات زیست فعال (ترکیبات فنولی، آنتی اکسیدانی و ضدمیکروبی) 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-روش ها

### 2-3استخراج عصاره زنجبیل

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

### 2-4-تهیه محلول فیلم برپایه 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 برپایه 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[4] فیلم‌های خوراکی برپایه نشاسته حاوی عصاره زنجبیل

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

### 2-8-بررسی حلالیت فیلم‌های خوراکی برپایه نشاسته حاوی عصاره زنجبیل

حلالیت فیلم های تهیه شده طبق روش تاگی و همکاران (2013) ارزیابی شد (18)

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

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

2-10-بررسی ضخامت فیلم‌های خوراکی برپایه نشاسته حاوی عصاره زنجبیل

[4] Water Vapour Permeability

Archive of SID

www.SID.ir

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[5] (JSM-6400، ژاپن) از سطح فیلم‌ها استفاده شد. فیلم‌ها قبل از تصویر برداری با ابعاد 1×5 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 ضدمیکروبی پوشش‌های ایجاد شده روی نمونه‌ها طبق روش لکجینگ (2016) انجام شد (16).

**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 کاملا 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 |

[5] Scanning Electron Microscopy

Archive of SID

www.SID.ir

## 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 (جدول2 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. احتمالا 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<br>درصد عصاره زنجبیل | ضخامت (میلی‌متر) | شفافیت فیلم (%) | حلالیت فیلم در آب (%) |
|---|---|---|---|
| صفر (نمونه شاهد) | $0/126 \pm 0/005^{b}$ | $4/14 \pm 0/09^{a}$ | $30/77 \pm 0/11^{d}$ |
| 0/5 | $0/128 \pm 0/006^{b}$ | $3/86 \pm 0/04^{b}$ | $32/68 \pm 0/48^{c}$ |
| 1 | $0/129 \pm 0/005^{b}$ | $3/74 \pm 0/12^{b}$ | $33/13 \pm 0/18^{c}$ |
| 1/5 | $0/150 \pm 0/010^{a}$ | $3/24 \pm 0/04^{c}$ | $34/51 \pm 0/36^{b}$ |
| 2 | $0/163 \pm 0/011^{a}$ | $1/81 \pm 0/07^{d}$ | $36/51 \pm 0/27^{a}$ |

* 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**

Archive of SID

www.SID.ir

**3-2-تاثیر افزودن عصاره زنجبیل روی شفافیت فیلم‌های خوراکی برپایه نشاسته**

نتایج حاصل از بررسی مقایسه میانگین داده‌ها در مورد تاثیر غلظت‌های مختلف عصاره زنجبیل روی میزان شفافیت فیلم‌های خوراکی برپایه 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 برپایه نشاسته به طور معنی‌داری ($p<0.05$) از شفافیت فیلم‌ها کاسته می‌شود. با این وجود بین فیلم‌های خوراکی برپایه نشاسته حاوی 0/5 و 1 درصد عصاره زنجبیل با نمونه شاهد از لحاظ شفافیت تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($p>0.05$). افزایش درصد عصاره زنجبیل در فرمولاسیون فیلم نشاسته‌ای به طور معنی‌داری ($p<0.05$) سبب کاهش شفافیت نمونه‌ها شد. رنگ قهوه‌ای تیره متمایل به سیاه عصاره زنجبیل استخراج شده احتمالا 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 برپایه کیتوزان می‌شود که این رفتار را به خصوصیات رنگی اسانس نسبت دادند (23).

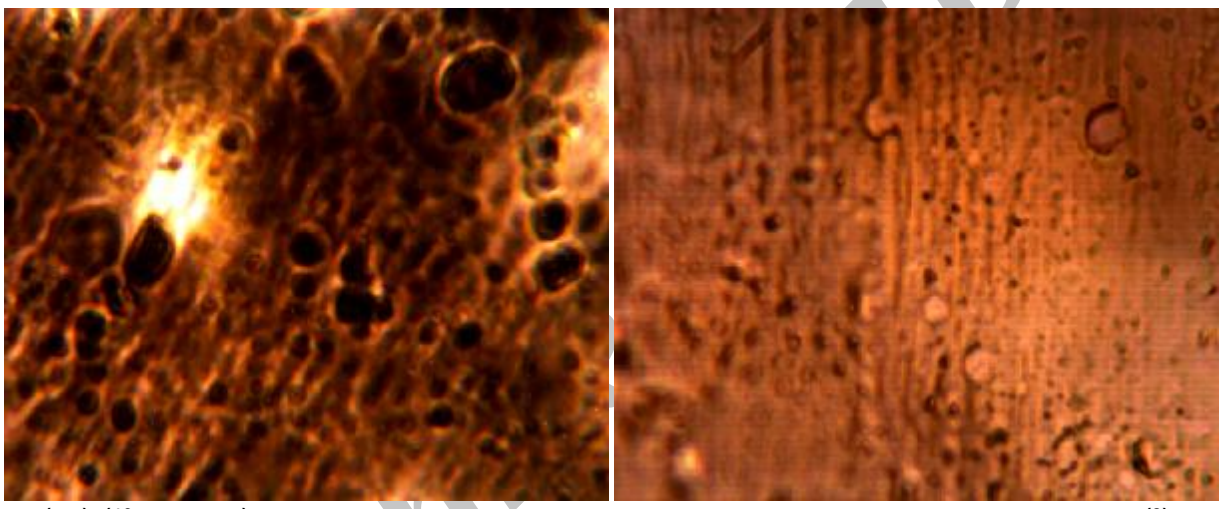
**شکل (2) تاثیر افزودن درصدهای مختلف عصاره زنجبیل روی میزان شفافیت فیلم‌های خوراکی برپایه نشاسته**

**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 برپایه 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 در تصاویر میکروسکوپ الکترونی با بزرگ‌نمایی یکسان به طور واضح نشان داده شده است استفاده از غلظت‌های مختلف عصاره زنجبیل فشردگی 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 کاملا 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

www.SID.ir

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 کاملا تایید می‌نماید. مورونو و همکاران (2015)، پس از بررسی تصاویر میکروسکوپ الکترونی حاصل از فیلم‌های نشاسته‌ای حاوی پروتئین‌های ضدمیکروبی 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 پروتئین سبب ایجاد ساختار غیریکنواخت‌تر و در نتیجه عدم یکپارچگی فیلم‌ها شد(24). گومز-استاکا و همکاران (2015) تاثیر پوشش‌دهی 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 ارانسیبیا و همکارن (2015) با تاثیر فیلم‌های فعال حاوی کیتوزان و عصاره بر عمر نگهداری میگو گزارش دادند (31).

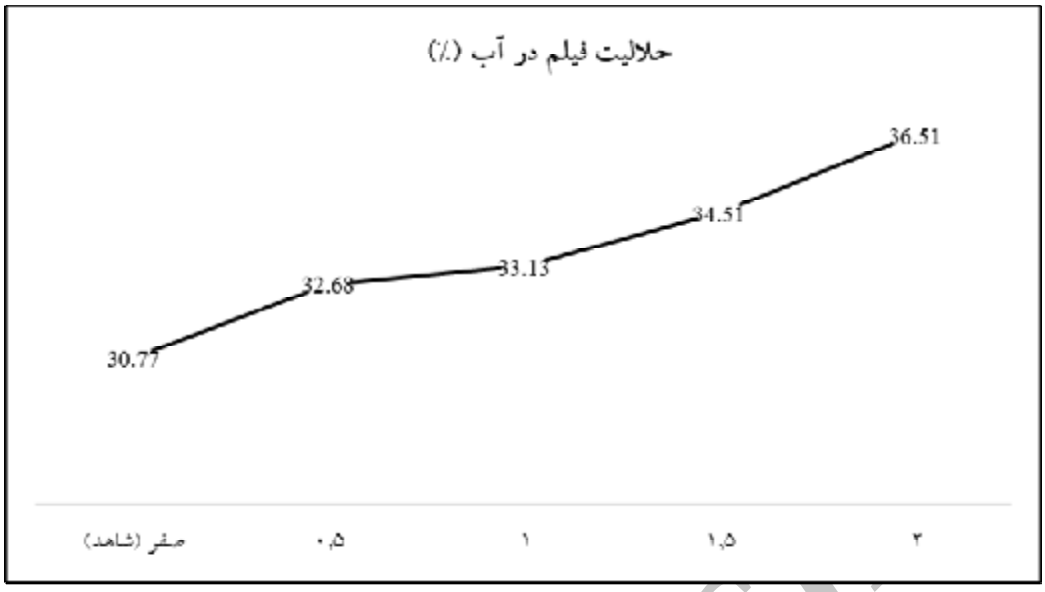


شکل (3) تصاویر میکروسکوپ الکترونی از خصوصیات ریزساختاری فیلم خوراکی برپایه نشاسته حاوی عصاره زنجبیل (بزرگ‌نمایی 40x). (الف) فیلم نشاسته‌ای حاوی 0/5 درصد عصاره زنجبیل و (ب) فیلم نشاسته‌ای حاوی 1 درصد عصاره زنجبیل.

### 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 تعیین کننده میزان آب‌دوستی فیلم‌ها می‌باشد (26) نتایج حاصل از تحلیل واریانس یک طرفه داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در جدول 2برای میزان حلالیت فیلم‌های خوراکی در آب در جدول 2 نشان داده شده است. همان‌طور که در شکل 4نشان داده شده است با افزایش درصد عصاره زنجبیل در فرمولاسیون فیلم خوراکی 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).

www.SID.ir




**شکل (4)تاثیر افزودن درصدهای مختلف عصاره زنجبیل روی میزان حلالیت فیلم‌ها در آب**

**3-5-تاثیر افزودن عصاره زنجبیل روی خصوصیات مکانیکی فیلم‌های خوراکی برپایه نشاسته**

نتایج حاصل از تاثیر افزودن درصدهای مختلف عصاره زنجبیل روی مقاومت کششی فیلم‌های خوراکی برپایه نشاسته در جدول 3 نشان داده شده است. همان‌طور 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) می‌باشد. نتایج به خوبی نشان می‌دهد که افزودن عصاره زنجبیل به طور معنی‌داری ($p<0.05$) سبب کاهش مقاومت کششی نمونه‌های می‌گردد، به طوری که با افزایش درصد عصاره زنجبیل از 0/5 به 2 درصد به طور کاملا چشم‌گیری مقاومت کششی فیلم‌های خوراکی برپایه نشاسته کاهش می‌یابد. (28) بیان کردند که افزودن صمغ کهور به فیلم ایزوله پروتئین آب پنیر مقاومت فیلم را کاهش می‌دهد. (29)، بیان کردند که افزودن اسانس پونه کوهی به فیلم ایزوله پروتئین آب پنیر موجب کاهش معنی‌دار مقاومت کششی فیلم حاصل شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

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

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

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

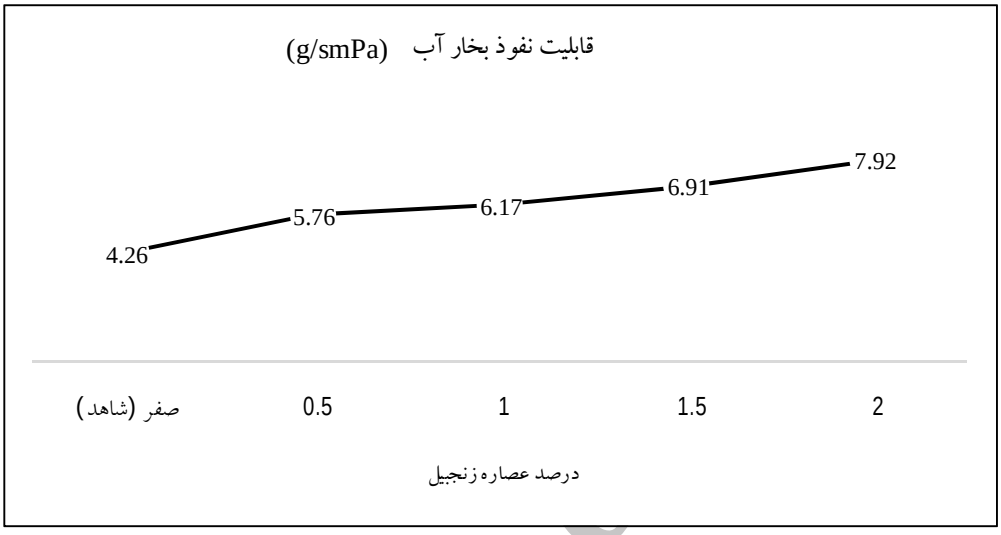
**شکل (5) تاثیر استفاده از درصدهای مختلف عصاره زنجبیل روی مقاومت کششی فیلم‌های نشاسته‌ای**

**3-6-تاثیر افزودن عصاره زنجبیل روی قابلیت نفوذ بخار آب فیلم‌های خوراکی برپایه نشاسته**

نتایج حاصل از تغییرات قابلیت نفوذپذیری بخار آب فیلم‌های خوراکی برپایه نشاسته حاوی غلظت‌های مختلف عصاره زنجبیل در جدول 3 نشان داده شده است. همان طور که در شکل 6 آمده است با افزایش درصد عصاره زنجبیل در فرمولاسیون فیلم برپایه نشاسته میزان نفوذپذیری فیلم‌ها به بخار آب به طور معنی‌داری ($p<0.05$) افزایش می‌یابد. نتایج نشان داد که قابلیت نفوذپذیری بخار آب فیلم‌های خوراکی حاوی عصاره زنجبیل به طور معنی‌داری ($p<0.05$) بالاتر از نمونه

www.SID.ir

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 چندان معنی‌داری وجود نداشت. حسینی و همکاران (2009)، دریافتند که بکارگیری اسانس 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).




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

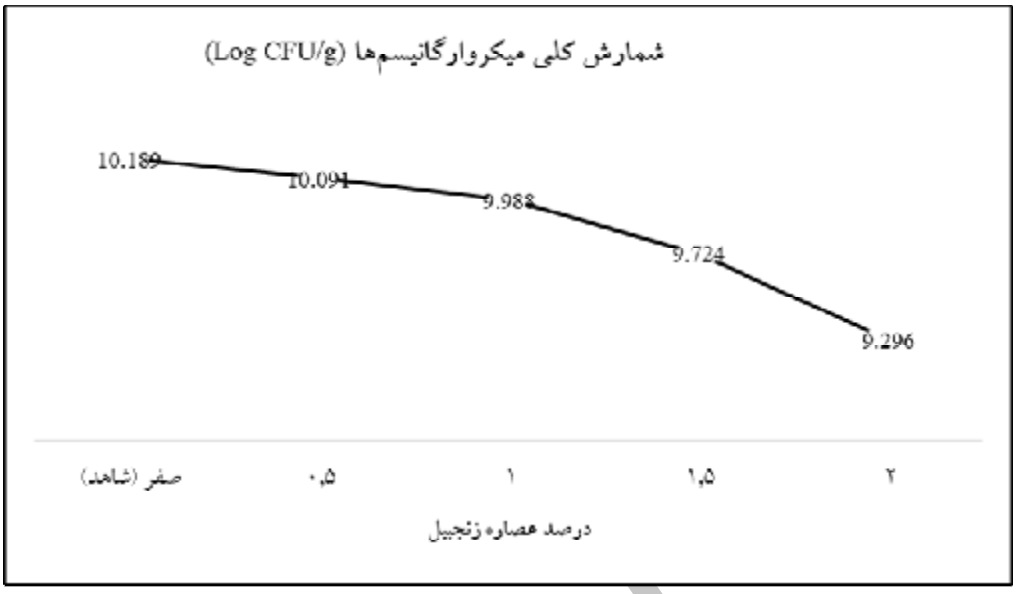
**3-7- تاثیر افزودن عصاره زنجبیل روی شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها در میگوهای پوشش داده شده**

نتایج حاصل از تاثیر پوشش‌های خوراکی حاوی عصاره زنجبیل روی شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها 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 میکروارگانیسم‌ها در میگو شد. از طرف دیگر استفاده از پوشش‌های خوراکی حاوی عصاره زنجبیل به طور معنی‌داری ($p<0.05$) منجر به کاهش تعداد میکروارگانیسم‌ها 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 آنتی اکسیدان‌ها و ترکیب ضد میکروبی قوی یافته شده است. همچنین عصاره گرفته شده از زنجبیل شامل ترکیباتی چون هیدروکربون‌های متفاوت، الکل‌های ترپنیک مانند لینانول، ترپینول، ژرانیول، نرول و استات آن‌ها نرولیدول، دی متیل آنترانیلات و فنل می‌باشد.آنالیز فیتوشیمیایی عصاره زنجبیل بیانگر وجود ترکیباتی مثل لینالول 42%و لینالیل استات 11%، آلفاترپنیل استات 9% ، بتاترپنیل استات 2/15% و بتاپینل می‌باشد (10). وجود چنین ترکیباتی در عصاره می تواند توانایی ضد میکروبی و ضد اکسایشی محصول غذایی را بالا ببرد و پایداری آن را افزایش دهد. بطور کلی پژوهش‌هایی در زمینه اثر ضدمیکروبی عصاره‌های سایر گیاهان به وفور انجام شده و بیانگر فعالیت ضدمیکروبی 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

Archive of SID

www.SID.ir

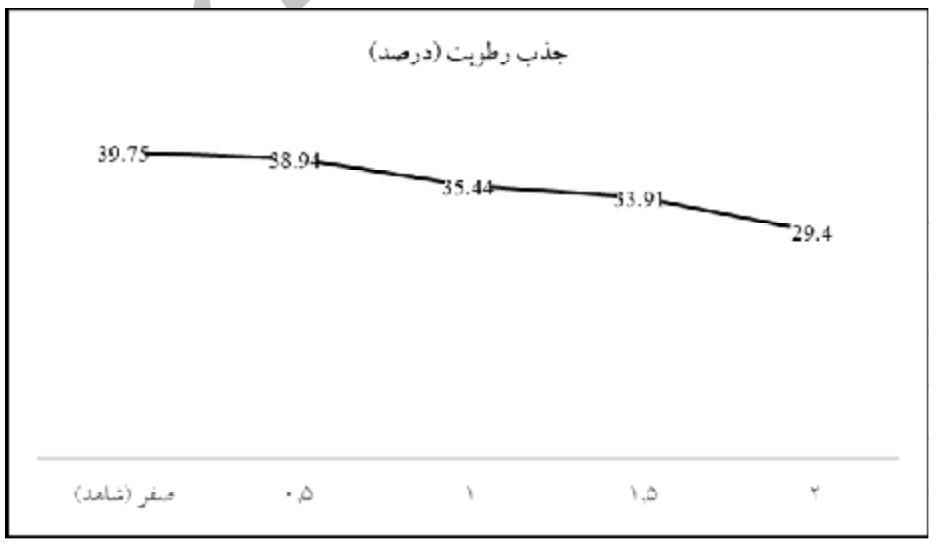
به دنبال آن نفوذپذیری غشا افزایش و مواد درون سلولی کاهش می‌یابد. از سایر مکانیسم‌ها می‌توان به آسیب به آنزیم‌های دخیل در تولید انرژی و ترکیبات ساختاری سلول و نیز غیر فعال کردن ترکیبات ژنتیکی اشاره کرد (32).




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

### 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. همان طور که در 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.




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

Archive of SID

www.SID.ir

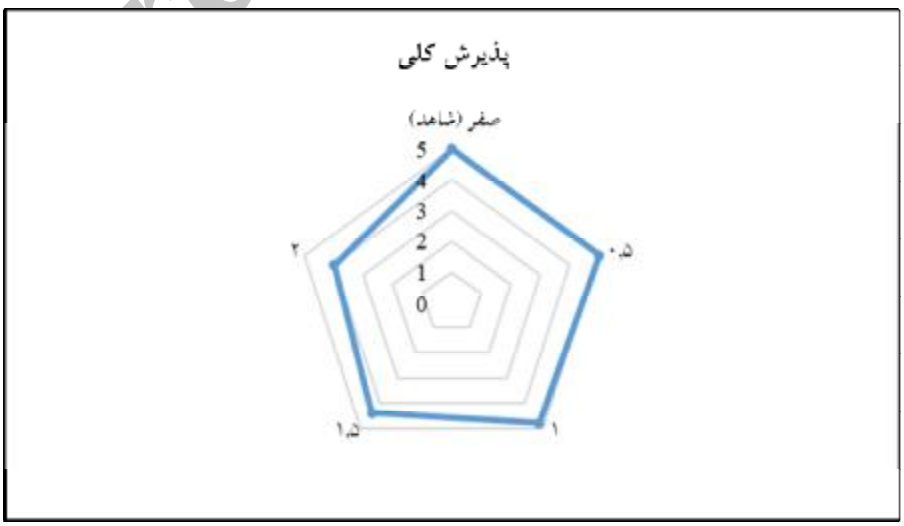
**3-9-تاثیر استفاده از پوشش‌های خوراکی نشاسته حاوی عصاره زنجبیل روی خصوصیات حسی میگو**

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<br>درصد عصاره زنجبیل | بافت | رنگ | بو | پذیرش کلی |
|---|---|---|---|---|
| صفر (نمونه شاهد) | $5/00 \pm 0/00^{a}$ | $5/00 \pm 0/00^{a}$ | $5/00 \pm 0/00^{a}$ | $5/00 \pm 0/00^{a}$ |
| 0/5 | $4/60 \pm 0/54^{a}$ | $5/00 \pm 0/00^{a}$ | $5/00 \pm 0/00^{a}$ | $5/00 \pm 0/00^{a}$ |
| 1 | $4/60 \pm 0/54^{a}$ | $4/80 \pm 0/44^{ab}$ | $5/00 \pm 0/00^{a}$ | $4/80 \pm 0/44^{ab}$ |
| 1/5 | $4/40 \pm 0/54^{a}$ | $4/40 \pm 0/54^{bc}$ | $5/00 \pm 0/00^{a}$ | $4/40 \pm 0/54^{bc}$ |
| 2 | $3/20 \pm 0/44^{b}$ | $4/00 \pm 0/00^{c}$ | $5/00 \pm 0/00^{a}$ | $4/00 \pm 0/00^{c}$ |

* 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**

Archive of SID

www.SID.ir

## 4-نتیجه‌گیری

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, Muño 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

Archive of SID

www.SID.ir

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, Hamedi M, Razavi SH. Antimicrobial, water vapour permeability, mechanical and thermal properties of casein based Zataraia 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: areview. Journal of Food Composition and Analysis2 2006; 19 (1): 531-537.
13. Aşik 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. Cyras 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, Stamatin, 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

Archive of SID

www.SID.ir

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.

Archive of SID

www.SID.ir