



مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی-پژوهشی

تولید بیوپلیمر زیست تخریب پذیر بر پایه کیتوزان- نشاسته سیب زمینی حاوی عصاره دانه کرفس

برای بسته بندی فیله مرغ

فرزانه کرملی^۱، مریم اثنی عشری^{۲*}، رضا فرهمندفر^۳

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، موسسه آموزش عالی خزر محمودآباد، ایران.

^۲ استادیار بخش تحقیقات فرآوری تولیدات دامی، موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج

کشاورزی، کرج، ایران.

^۳ دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.

چکیده

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۲۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۳/۷

کلمات کلیدی:

بسته بندی،

بیوپلیمر طبیعی،

دانه کرفس،

کیتوزان،

فیله مرغ.

تمایل مردم به استفاده از نگهدارنده های طبیعی در فرآورده های غذایی به جای مواد سنتتزی و ایجاد فرهنگ استفاده نکردن از مواد پلاستیکی رو به افزایش است. در این تحقیق، فیلم کیتوزان- نشاسته سیب زمینی حاوی عصاره دانه کرفس در سطوح غلظتی مختلف (۰/۵، ۲ و ۸ درصد) تهیه و خصوصیات فیزیکی فیلم از جمله ضخامت، میزان رطوبت و قابلیت انحلال آن، خصوصیات مکانیکی و آنتی اکسیدانی تعیین شد. سپس فیله مرغ پوشش دهی شده با فیلم مورد نظر در مدت ۱۵ روز در دمای یخچال نگهداری و میزان رشد میکروبی و تولید ترکیبات اولیه و ثانویه اکسایش با شاخص پراکسید و اسید تیوباربیتوریک و همچنین ارزیابی حسی طی زمان مورد پایش قرار گرفت. نتایج حاصل نشان داد که محتوی فنل و فلاونوئید کل عصاره دانه کرفس به ترتیب $70/67 \pm 7/8$ میلی گرم اسید گالیک بر گرم عصاره و $62/81 \pm 5/65$ میلی گرم کوئرستین در هر گرم از عصاره بود. افزودن عصاره دانه کرفس (۲ و ۸ درصد) میزان رطوبت و حلالیت فیلم را کاهش داد. علت آن افزایش خاصیت آب گریزی فیلم بود. همچنین با افزودن عصاره دانه کرفس، میزان افزایش طول تا پارگی فیلم افزایش در حالی که مقاومت در برابر کشش و مدول الاستیک آن کاهش یافت. با افزایش غلظت عصاره دانه کرفس در فیلم، میزان مهار رادیکال آزاد DPPH از $14/69$ به $73/94$ درصد افزایش می یابد. براساس آزمون اکسایشی، میکروبی و ارزیابی حسی، در صورت پوشش دهی شده با فیلم کیتوزان- نشاسته سیب زمینی حاوی ۸ درصد عصاره دانه کرفس می توان زمان ماندگاری فیله مرغ را تا ۱۵ روز در یخچال افزایش داد.

DOI: 10.22034/FSCT.20.137.111

DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.137.9.9

* مسئول مکاتبات:

m.asnaashari@yahoo.com

۱- مقدمه

با وجود توسعه روش های افزایش ماندگاری و ایمنی فرآورده های غذایی، همچنان بیماری های ناشی از فساد میکروبی غذا و متابولیت های نامطلوب حاصل از فعالیت باکتری ها و اکسایش چربی ها از چالش های اصلی صنعت غذا محسوب می شود. فساد میکروبی و شیمیایی در مرغ علاوه بر اینکه در ایجاد مسمومیت های غذایی و بروز بیماری های مختلف همچون سرطان نقش دارد، موجب خسارات اقتصادی قابل توجهی نیز می شود [۱]. بسته بندی به عنوان یکی از راهکارهای موثر، موجب حفاظت مواد غذایی در برابر تغییرات نامطلوب میکروبی و شیمیایی می گردد. پوشش ها و فیلم های خوراکی به دلیل سازگاری با محیط زیست، ایجاد تنوع به محصولات غذایی و افزایش ماندگاری آن با کاهش یا مهار رشد میکروارگانیسم ها مورد توجه مصرف کنندگان قرار گرفته است [۲].

کاربرد بیوپلیمرهای طبیعی حاوی ترکیبات آنتی اکسیدان و ضد میکروب طبیعی به منظور جلوگیری از اکسایش چربی ها و رشد میکروبی مورد توجه قرار گرفته است. فیلم های خوراکی که از کربوهیدرات ها تهیه می شود، علاوه بر زیست تخریب پذیری، موجب حفظ کیفیت، افزایش ماندگاری و به حداقل رساندن افت رطوبت نیز می شود [۳]. با بالا رفتن آگاهی مردم از مخاطرات نگهدارنده های سنتزی بر سلامتی، تمایل آن ها در استفاده از نگهدارنده های طبیعی به ویژه ترکیبات گیاهی در فرآورده های غذایی افزایش یافته است [۴]. به کارگیری ترکیبات گیاهی در فیلم های خوراکی، راه حلی کاربردی به منظور دستیابی به فرآورده های غذایی ایمن تر و ماندگاری بیشتر بوده و همچنین موجب کاهش ضایعات می شود [۵]. ترکیبات ضد میکروبی هنگامی که در فیلم های خوراکی به کار می رود، آهسته در مواد غذایی رهایش می یابند و لذا، اثربخشی طولانی تری بر مواد غذایی

دارند [۶]. در سال های اخیر به منظور ساخت فیلم های خوراکی، پلی ساکاریدهای زیادی مورد تحقیق و بررسی قرار گرفته اند از جمله متیل سلولز [۷]، نشاسته سیب زمینی [۸]، صمغ دانه اسفرزه [۹]، نشاسته کاساوا و کیتوزان [۱۰]، تاپیوکا^۱ [۱۱]، سلولز و مشتقات سلولز از قبیل هیدروکسی پروپیل متیل سلولز، کربوکسی متیل سلولز، متیل سلولز [۱۲]، پلی ساکارید کفیران^۲ [۱۴]، کارگینان [۱۵]، صمغ دانه - شاهی [۱۶] و صمغ دانه ریحان [۱۷] استفاده شده است. با توجه به ظرفیت بالای کشور ما از نظر گیاهان دارویی و پذیرش این گیاهان به عنوان دارو در فرهنگ عام، لزوم استفاده از ترکیبات گیاهان به منظور افزایش ماندگاری محصولات غذایی به ویژه در قالب فیلم های خوراکی زیست تخریب پذیر امری ضروری به نظر می رسد.

دانه کرفس (*Apium graveolens*) به سبب وجود آنتی اکسیدان ها، ویتامین ها و املاح معدنی ارزشمند دارای خواص سلامتی بخش فراوانی است [۱۸]. همچنین این گیاه دارای خواص ضد التهابی و ضد باکتری می باشد [۱۹]. در این مقاله، با استفاده از بیوپلیمر کیتوزان-نشاسته سیب زمینی در ترکیب با عصاره دانه کرفس، پوششی مناسب طراحی و تولید شد که نه تنها منجر به افزایش ماندگاری فیله مرغ شد، بلکه انتظار میرود با توجه به ماهیت پلی ساکاریدی، به راحتی در طبیعت مورد تجزیه قرار گرفت.

۱- مواد و روش ها

۱-۲ مواد اولیه

کیتوزان با وزن مولکولی متوسط (۱۹۰ تا ۳۱۰ کیلودالتون) و درجه استیل زدایی ۷۵ تا ۸۵ درصد با درجه متوکسی متوسط از شرکت سیگما-آلدریج آمریکا خریداری شد. گلیسرول، ۲.۲-دی فنیل-۱-

1-Tapioca
2-Kefiran

پیکریل هیدرازیل^۱ (DPPH)، محیط کشت میکروبی^۲ و سایر مواد شیمیایی از شرکت مرک آلمان خریداری شد. دانه کرفس از بازار محلی تهیه شد.

۲-۲ روش‌ها

۱-۲-۲ استخراج عصاره دانه کرفس

دانه کرفس پس از پودر شدن به نسبت ۱ به ۱۰ (۱۰ گرم نمونه با ۱۰۰ میلی لیتر حلال متانول) مخلوط و به مدت ۲۰ دقیقه در حمام اولتراسوند قرار داده شد. سوسپانسیون به دست آمده به منظور استخراج بهتر ترکیبات موثره، به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق با سرعت ۳۰۰ دور بر دقیقه در شیکر مخلوط و در نهایت توسط قیف بوختر تحت خلا و به کمک کاغذ صافی واتمن ۰/۴۵ میکرومتر صاف شد. فرایند تغلیظ در دستگاه روتاری اواپراتور (دمای ۷۰ درجه سلسیوس) انجام گرفت. در نهایت عصاره حاصل در خشک کن انجمادی^۳ (شرکت Operon ساخت کشور کره) به طور کامل خشک گردید [۲۰].

۲-۲-۲ اندازه گیری محتوای فنلی کل

میزان کل ترکیبات فنلی با روش فولین سیوکالتیو^۴ اندازه گیری و نتایج بر حسب میلی گرم اسید گالیک در هر گرم از عصاره دانه کرفس بیان شد. به طوریکه، به عصاره کرفس ۲/۵ میلی لیتر معرف سیو کالتیو (۱۰ برابر رقیق شده) و ۲ میلی لیتر محلول سدیم کربنات ۷/۵٪ افزوده شده و در یک بالن حجمی تا رسیدن به حجم ۵۰ میلی لیتر به آن آب مقطر اضافه شد. پس از گذشت ۱۲ تا ۱۵ ساعت جذب آن‌ها با دستگاه اسپکتروفتومتری در طول موج ۷۶۵ نانومتر خوانده شد [۲۱]. منحنی استاندارد بر حسب اسید گالیک از رابطه $y = 0.008x + 0.23$ با ضریب تبیین ۰/۹۸ تعیین شد.

۲-۲-۳ اندازه گیری مقدار فلاونوئید

میزان فلاونوئیدها به روش رنگ سنجی آلومینیوم کلرید اندازه گیری شد. در این روش ۲۵۰ میکرولیتر از عصاره دانه کرفس با ۷۵ میکرولیتر سدیم نیتريت ۵ درصد مخلوط شد. بعد از گذشت ۶ دقیقه، ۱۵۰ میکرولیتر آلومینیوم کلرید ۱۰ درصد و ۵۰۰ میکرولیتر سدیم هیدروکسید یک مولار به مخلوط اضافه شد. در پایان مخلوط حاصل با ۲/۵ میلی لیتر آب مقطر همگن شد. جذب محلول در طول موج ۵۱۰ نانومتر خوانده شد [۲۲]. منحنی استاندارد بر حسب میلی گرم کوئرستین بر گرم عصاره رسم شد.

۲-۲-۴ تهیه فیلم بر پایه کیتوزان-نشاسته سیب زمینی

حاوی عصاره دانه کرفس

به منظور تهیه فیلم کیتوزان-نشاسته ابتدا محلول نشاسته سیب زمینی (۱۵۰ میلی گرم بر لیتر) تهیه شد و سپس در دمای ۷۵ درجه سلسیوس بر روی گرمکن برقی مخلوط شد تا محلول شفاف حاصل گردد. سپس یک گرم پودر کیتوزان در ۱۰۰ میلی لیتر محلول اسیداستیک آبی حل و محلول به دست آمده برای ۲۴ ساعت در دمای محیط مخلوط گردید. سپس سطوح غلظتی مختلف از عصاره دانه کرفس (۰/۵، ۲ و ۸ درصد)، یک میلی لیتر از محلول ۱۰ گرم بر لیتر سدیم تری پلی فسفات ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$) (جهت افزایش تماس میان کیتوزان و نشاسته) و یک درصد گلیسرول اضافه شد. در نهایت، ۶۰ میلی لیتر سوسپانسیون در سطح دایره شکل از جنس پلی اتیلن ترفتالات (۲۶۹ سانتی متر مربع) به ضخامت ۰/۱ سانتی متر به روش ریخته گری تهیه شد. فیلم‌ها در انکوباتور ۳۵ درجه سلسیوس به مدت ۳۶ تا ۴۸ ساعت در رطوبت نسبی ۴۰ تا ۴۵ درصد خشک شد. سپس فیلم‌های خشک شده از پلیت‌ها جدا شده و در آون به مدت ۴۸ ساعت دیگر قرار گرفت تا باقی مانده حلال تبخیر گردد.

1- 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH)

2- Plate Count Agar

3- Freeze drier

4- Folin-Ciocalteu

فیلم‌ها قبل از استفاده در دسیکاتور اشباع از نمک منیزیم نیترات در دمای ۲۵ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت به منظور تعادل رطوبتی قرار گرفت [۲۳].

۲-۲-۵ تعیین خصوصیات فیلم بر پایه کیتوزان-نشاسته

سیب زمینی

۲-۲-۵-۱ ضخامت فیلم

ضخامت فیلم‌ها با میکرومتر دیجیتالی Mitutoyo مدل ۳۰-۲۹۳ در ۵ قسمت مختلف اندازه‌گیری و میانگین آن به عنوان ضخامت فیلم تعیین شد.

۲-۲-۵-۲ مقدار رطوبت فیلم

برای اندازه‌گیری مقدار رطوبت فیلم‌ها، نمونه‌ها به اندازه ۳×۳ سانتی‌متر برش و توزین می‌شود و در آن با دمای ۱۱۰ درجه سلسیوس تا زمان رسیدن به وزن ثابت، خشک شد. بعد از اینکه وزن نمونه‌ها ثابت شد، وزن آن‌ها اندازه‌گیری شده و میزان رطوبت فیلم‌ها با فرمول زیر تعیین گردید که در آن m_{wet} وزن مرطوب و m_{dry} وزن خشک می‌باشد [۲۴].

$$Moisture\ content\ (\%) = \frac{m_{wet} - m_{dry}}{m_{dry}}$$

۲-۲-۵-۳ حلالیت فیلم در آب

فیلم‌ها به قطعات ۲×۳ سانتی‌متر برش داده شده و در آن با دمای ۱۱۰ درجه سلسیوس تا زمان رسیدن به وزن ثابت خشک شد. سپس فیلم خشک شده در ارلن حاوی ۸۰ میلی‌لیتر آب مقطر قرار داده شد و به مدت یک ساعت بر روی شیکر با سرعت ۲۰۰ دور بر دقیقه مخلوط شد. سپس محلول حاصل روی کاغذ صافی واتمن یک ریخته و در آن با درجه حرارت ۱۱۰ درجه سلسیوس خشک و توزین شد. بدین ترتیب درصد میزان حلالیت فیلم در آب از فرمول زیر تعیین گردید [۲۵].

$$Water\ solubility = \frac{\text{initial dry weight} - \text{final dry weight}}{\text{initial dry weight}} \times 10$$

۲-۲-۵-۴ اندازه‌گیری خواص مکانیکی فیلم‌ها

با استفاده از دستگاه بافت‌سنج^۱ آزمون‌های مکانیکی شامل مقاومت کششی، مدول الاستیک، میزان کشش تا نقطه پارگی انجام گرفت. به منظور انجام این آزمون، فیلم‌ها به شکل مستطیلی به ابعاد ۲۵/۴ × ۱۰۰ میلی‌متر تقسیم و قبل از انجام این آزمون دو روز مشروط^۲ شد. نمونه‌ها روی گیره-های دستگاه در فاصله بین دو فک ۵۰ میلی‌متری تنظیم شده و میزان کشش و نیروی لازم برای کش آمدن فیلم‌ها با سرعت ۵۰ میلی‌متر در دقیقه تا نقطه شکست فیلم ثبت شد. مقاومت کششی و مدول الاستیک بر حسب مگاپاسکال، میزان ازدیاد طول فیلم‌ها بر حسب درصد گزارش شد [۲۶].

۲-۲-۵-۵ تعیین قدرت آنتی اکسیدانی با آزمون مهار

رادیکال آزاد DPPH

این آزمون مطابق روش مرادی و همکاران (۲۰۱۲) برای تعیین قدرت مهارکنندگی رادیکال آزاد DPPH انجام گرفت. به این ترتیب که ۲۵ میلی‌گرم از فیلم در ۵ میلی‌لیتر آب مقطر حل شد. سپس ۰/۱ میلی‌لیتر از این محلول با ۳/۹ میلی‌لیتر محلول DPPH متانولی (۰/۱ میلی‌مولار) مخلوط و محلول حاصل به مدت یک ساعت در مکان تاریک نگهداری شد و در مرحله بعد جذب محلول‌ها در مقابل جذب متانول خالص در طول موج ۵۱۷ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر از فرمول زیر تعیین شد که در آن A_B جذب شاهد و A_A جذب نمونه می‌باشد [۲۷].

$$(\%) = (A_B - A_A) / A_B \times 100 = \text{مهار کنندگی رادیکال آزاد}$$

1-Texture Analyzer
2-Conditioning

۲-۲-۶ بررسی اثر غلظت عصاره دانه کرفس بر فساد

میکروبی و اکسایش چربی‌ها در فیله مرغ پوشش دهی

شده با فیلم بر پایه کیتوزان-نشاسته سیب زمینی

فیله مرغ به قطعاتی با وزن تقریبی 10 ± 0.5 گرم تقسیم و با رعایت اصول بهداشتی با فیلم کیتوزان-نشاسته سیب زمینی با ابعاد 70×70 میلی متر حاوی عصاره دانه کرفس (با غلظت 0.5% ، 2% و 8% درصد) و فیلم‌های خالص (بدون عصاره) پوشش‌دهی شد به طوریکه که کامل با آن محصور و پوشانده شود و هیچ منفذ باقی نماند. هر کدام از تیمارها و نمونه شاهد بدون پوشش به طور جداگانه در داخل پتری دیش قرار گرفته و با پلاستیک از جنس پلی اتیلن به ضخامت 0.5 میلی متر با ابعاد 13×13 سانتی متر با ماشین دوخت بسته‌بندی شد. فیله‌های مرغ پوشش دهی شده با فیلم و نمونه کنترل و شاهد در یخچال در دمای 4°C درجه سلسیوس به مدت ۱۵ روز نگهداری شد. سپس میزان فساد میکروبی و اکسایش چربی‌ها در روز اول، پنجم، دهم و پانزدهم در مقایسه با نمونه کنترل منفی (فاقد عصاره دانه کرفس) و نمونه شاهد (بدون پوشش) از طریق آزمون‌های میکروبی شامل شمارش کلی باکتری‌های زنده و سرمادوست، شاخص پراکسید و اسید تیوباربیتوریک مورد پایش قرار گرفت [۲۸].

۲-۲-۶-۱ آزمون‌های میکروبی فیله مرغ پوشش دهی شده

با فیلم

به منظور انجام این آزمایش، ۱۰ گرم فیله مرغ به صورت اسپتیک^۱ به همراه ۴۵ میلی‌لیتر محلول 0.9% درصد آب پپتونه توسط یک مخلوط‌کن^۲ به مدت یک دقیقه در دمای محیط به خوبی مخلوط شد. بعد از آن رقت‌های مورد نیاز تهیه شده و یک میلی‌لیتر از هر رقت برای کشت باکتری‌ها به روش پورپلیت در محیط کشت PCA قرار گرفت. شمارش

کل باکتری‌های زنده^۳ (TVC) مطابق روش‌های استاندارد به شماره ۵۲۷۲ (موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۶) و باکتری‌های سرمادوست^۴ (PTC) مطابق روش‌های استاندارد به شماره ۲۶۲۹ (موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۲) انجام شد. به منظور افزایش دقت در این آزمون، برای هر نمونه ۳ تکرار و برای هر تکرار ۴ رقت مناسب مورد ارزیابی قرار گرفت.

۲-۲-۶-۲ تعیین شاخص پراکسید (PV)

به منظور تعیین عدد پراکسید، فیله مرغ با کلروفرم (۱۰۰ میلی لیتر) مخلوط و با کاغذ صافی واتمن یک صاف شد. محلول صاف شده (۲۵ میلی لیتر) جهت استخراج چربی را داخل بشر ریخته و در درون آون 37°C درجه سانتی گراد قرار داده تا کلروفرم آن به طور کامل تبخیر گردد (اختلاف وزن بشر پس از تبخیر کلروفرم را به عنوان وزن روغن در نظر می‌گیریم). سپس به محلول صاف شده (۲۵ میلی لیتر)، اسید استیک (۳۷ میلی لیتر) و یدور پتاسیم اشباع (یک میلی لیتر) اضافه کرده و پس از گذشت یک دقیقه آب مقطر (۳۰ میلی لیتر) و نشاسته (یک میلی لیتر) اضافه شد. محلول حاصل با سدیم تیوسولفات 0.1% نرمال تا تغییر رنگ از زرد به سفید-شیری تیترا شد. میزان شاخص پراکسید برحسب میلی اکی والان اکسیژن در هر کیلوگرم فیله مرغ محاسبه شد [۲۹].

۲-۲-۶-۳ تعیین شاخص تیوباربیتوریک اسید^۵

(TBARS)

برای تعیین شاخص تیوباربیتوریک، فیله مرغ (0.2 گرم) را به یک بالن حجمی ۲۵ میلی‌لیتری منتقل و سپس توسط ۱- بوتانول به حجم رساندیم. سپس از این محلول (۵ میلی لیتر) را درون لوله خشک درب‌دار ریخته و به آن معرف

3-Total Viable Count
4-Psychrotrophic Count
5- Thiobarbituric Acid

1- Aseptic
2-Stomacher

متانول انجام شد و در نهایت توسط خشک کن انجمادی خشک گردید. بازده استخراج عصاره دانه کرفس ۶/۳۷ درصد بود.

۳-۱ میزان ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی موجود در عصاره دانه کرفس

ترکیبات فنلی از متابولیت های ثانویه در گیاهان هستند که می توانند از تولید رادیکال های آزاد در سیستم های اکسایشی جلوگیری کنند و یون های فلزی فعال را به دام ببندازند [۳۱]. انحلال پذیری آن ها تحت تاثیر عوامل مختلفی از جمله نوع حلال به کار رفته، درجه پلیمریزاسیون ترکیبات فنلی، تعامل یون ها بین ترکیبات فنلی و دیگر اجزای گیاهی و همچنین ساختار کمپلکس های نامحلول قرار دارد. در این پژوهش، پس از استخراج عصاره دانه کرفس با متانول، ترکیبات فنلی با روش فولین سیوکالتیو اندازه گیری شدند و نتایج بر حسب میلی گرم اسید گالیک در هر گرم عصاره بیان شدند. عصاره متانولی دانه کرفس دارای میزان $7/8 \pm 70/67$ میلی گرم اسید گالیک در گرم عصاره، ترکیبات فنلی بود.

فلاونوئیدها در بافت های گیاهی وجود دارند و دارای خواص آنتی اکسیدانی قابل توجهی هستند. فلاونوئیدها با ساختار اصلی دی فنیل پروپان با تفاوت هایی در حلقه پیران مرکزی، به طور گسترده در گیاهان توزیع شده اند. فلاونوئیدها ترکیباتی هستند که مسئول ایجاد رنگ در گل ها و میوه ها هستند. فلاونوئیدها و ترکیبات فنلی به عنوان پیشگیری کننده در پیشرفت سرطان و بیماری های قلبی شناخته شده اند [۳۲].

مکانسیم عمل فلاونوئیدها در دام اندازی رادیکال آزاد و یا چلاته کردن یون ها می باشد. با استفاده از روش آلومینیوم کلرید، فلاونوئیدها می توانند با یون آلومینیوم واکنش داده و کمپلکس قرمزی را تشکیل دهند. این کمپلکس جذب بیشینه ای در ۵۱۰ نانومتر دارد. محتوی فلاونوئید کل عصاره

TBA (۵ میلی لیتر) اضافه شد. لوله های درب دار را در حمام آب به مدت ۲ ساعت در دمای ۹۵ درجه سلسیوس قرار داده و بعد از آن در دمای محیط سرد شد. سپس جذب آن در طول موج ۵۳۰ نانومتر قرائت و مقدار TBARS بر حسب میلی گرم مالون دی آلدید در کیلوگرم گوشت تعیین شد [۲۸].

۲-۶-۴ ارزیابی حسی

برای ارزیابی حسی فیله مرغ خام از نظر رنگ، بو، بافت توسط پنلیست ها (۱۵ نفر) مورد ارزیابی قرار گرفت. سپس فیله مرغ تحت شرایط یکسان سرخ شده و ارزیابی حسی با روش هدونیک^۱ ۵ نقطه ای از نظر طعم، بو، رنگ، بافت و پذیرش کلی به صورت (۵: عالی، ۴: بسیار خوب، ۳: خوب، ۲: قابل قبول، ۱: ضعیف) آنالیز شد [۳۰].

۲-۷ آنالیزهای آماری

داده های به دست آمده به کمک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه سطح غلظتی از عصاره دانه کرفس (۰/۵، ۲ و ۸ درصد) و در روزهای اول، پنجم، دهم و پانزدهم تجزیه و تحلیل و مقایسه میانگین داده های فیزیکوشیمیایی و میکروبی به ترتیب به کمک آزمون چند دامنه ای دانکن و توکی با سه تکرار توسط نرم افزار SAS نسخه ۹/۱ در سطح ۵ درصد انجام شد.

۳- نتایج و بحث

در این پژوهش، عصاره متانولی دانه کرفس در سه سطح غلظتی عصاره (۰/۵، ۲ و ۸ درصد) به ترکیب بیوپلیمر کیتوزان-نشاسته سیب زمینی اضافه شده و تاثیرات ضد میکروبی و آنتی اکسیدانی عصاره دانه کرفس در فیلم خوراکی بر پایه کیتوزان-نشاسته سیب زمینی در در بازه زمانی ۱۵ روز بررسی گردید. استخراج دانه کرفس با حلال

افزودن عصاره‌های گیاهی تأثیری بر ضخامت فیلم ژلاتینی ندارد [۳۵].

۳-۲-۲ رطوبت فیلم

اثر مقادیر مختلف عصاره دانه کرفس بر مقدار رطوبت در جدول ۱ نشان داده شده است. افزودن عصاره دانه کرفس با غلظت ۰/۵ درصد، تأثیر معنی داری بر رطوبت فیلم نداشت. این نتایج با نتایج پژوهش افزودن یک درصد اسانس پونه به فیلم تهیه شده با پروتئین آب پنیر منطبق است [۳۶]. اما افزودن عصاره دانه کرفس به میزان ۲ و ۸ درصد میزان رطوبت فیلم را کاهش داد. علت آن می‌تواند به دلیل افزایش خاصیت آبگریزی فیلم باشد. مهدوی و همکاران (۲۰۱۸) به اثر اسانس رازیانه در فیلم کیتوزان در ماندگاری برگر مرغ پرداختند. نتایج نشان داد که افزودن رازیانه به فیلم سبب کاهش رطوبت، حلالیت و نفوذپذیری به بخار آب می‌گردد [۳۷]. در پژوهش افزودن اسانس آویشن و میخک به فیلم کیتوزان نیز نتایج مشابهی مشاهده شد که علت را ماهیت آبگریز این ترکیبات دانستند که موجب خروج رطوبت از ساختار فیلم شده و در نتیجه مقدار رطوبت کاهش یافته است [۲۵].

۳-۲-۳ حلالیت فیلم

حلالیت فیلم در آب یک ویژگی مهم در تعیین امکان کاربرد یک فیلم به عنوان پوشش بسته‌بندی بوده و مقدار بالای آن در مواد غذایی تازه و منجمد یک عیب محسوب می‌شود [۳۸]. اثر مقادیر مختلف عصاره دانه کرفس بر حلالیت فیلم در جدول ۱ نشان داده شده است. افزودن عصاره دانه کرفس به فیلم‌ها موجب کاهش حلالیت در آب نسبت به نمونه‌های شاهد شد. اجاق و همکاران (۲۰۱۰) پژوهشی بر خصوصیات فیلم کیتوزان حاوی اسانس دارچین پرداختند. نتایج نشان داد که با افزایش غلظت اسانس از ۰/۴ درصد به ۲ درصد، نفوذپذیری به بخار آب و حلالیت کاهش می‌یابد [۲۴]. حلالیت فیلم‌ها در آب به خصوصیات ساختاری و حضور ترکیبات موجود در فیلم از جمله ترکیبات فنولیک

دانه کرفس $0.65 \pm 62/81$ می‌باشد که بر حسب میلی‌گرم کوئرستین در هر گرم از عصاره بیان شد. دلد و همکاران (۲۰۱۶) به بررسی شرایط استخراج ترکیبات فنلی دانه کرفس با روش سطح پاسخ پرداختند. در این مطالعه اثر زمان و حلال (متانول و اتانول) بهینه شد. به طوریکه بیشترین محتوی فنلی $0.89 \pm 825/85$ میلی‌گرم اسید گالیک بر ۱۰۰ گرم وزن خشک) در غلظت ۳۱/۷۱ درصد اتانول بعد از گذشت ۲۰۴/۸۵ دقیقه حاصل شد. بیشترین محتوی فلاونوئیدی $0.49 \pm 177/57$ میلی‌گرم اسید گالیک بر حسب ۱۰۰ گرم وزن خشک) در زمان استخراج ۳۴/۱۴ دقیقه با ۷۴/۱۴ درصد اتانول و بالاترین محتوی تاننی کل $0.94 \pm 243/36$ میلی‌گرم اسیدگالیک بر ۱۰۰ گرم وزن خشک) نیز با غلظت ۶۰ درصد اتانول در زمان ۲۰۴/۸۵ دقیقه حاصل شد [۳۳]. مهدی‌زاده و همکاران (۱۳۹۱) نیز ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی، فیلم خوراکی نشاسته-کیتوزان (به نسبت ۵۰:۵۰) حاوی عصاره الکلی پوست انار را بررسی کردند. نتایج نشان داد که فیلم‌های حاوی عصاره پوست انار با افزایش درصد عصاره، مقدار ترکیب فنل و به تبع آن قدرت آنتی‌اکسیدانی بیشتر می‌شود [۳۴].

۳-۲ نتایج خصوصیات فیزیکی فیلم کیتوزان-نشاسته

سیب زمینی حاوی عصاره دانه کرفس

۳-۲-۱ ضخامت فیلم

ضخامت یکی از عوامل موثر بر خصوصیات فیلم است که در شفافیت، نفوذپذیری به بخار آب و ویژگی‌های بافتی فیلم موثر می‌باشد. اثر مقادیر مختلف عصاره دانه کرفس بر میزان ضخامت فیلم در جدول ۱ نشان داده شده است. برای این منظور، ضخامت فیلم در ۵ نقطه اندازه گیری گردید و مشاهده شد که اختلاف معنی داری بین نمونه‌ها نیست. پیش از این نیز، هوگ و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که

خواص فیزیکی و مکانیکی فیلم‌ها را مورد بررسی قرار دادند که نتایج نشان داد مقاومت کششی فیلم‌ها در اثر افزودن روغن سیر کاهش می‌یابد [۳۹]. افزودن عصاره دانه کرفس به فیلم موجب ایجاد ساختار غیر یکنواخت می‌شود که در نهایت کاهش مقاومت کششی را منجر می‌شود. همچنین کاهش مدول الاستیک با سهولت حرکات زنجیره-های پلیمری مرتبط است. افزایش غلظت عصاره دانه کرفس باعث افزایش میزان طولیل شدن تا نقطه شکست گردید. علت این امر می‌تواند به سبب جایگزینی برهمکنش‌های ضعیف پلیمر-عصاره به جای پیوندهای مستحکم تر پلیمر-پلیمر مرتبط باشد که موجب کاهش مقاومت کششی و افزایش کشسانی فیلم‌ها می‌گردد.

Table 2 Mechanical properties of chitosan-potato starch film containing celery seed extract

Film treatment	Tensile strength (MPa)	Modulus of Elasticity (MPa)	Elongation to break (%)
Negative control	20.69±0.9 ^a	25.67±0.23 ^a	29.63±0.3 ^d
0.5% of extract	18.27±0.61 ^b	20.26±1.11 ^b	32.2±0.19 ^c
2% of extract	13.23±1.57 ^c	15.28±0.96 ^c	45.4±1.48 ^b
8% of extract	9.38±0.24 ^d	8.58±0.5 ^d	51.39±2.52 ^a

Each value represents as mean±SD of triplicate experiments. Different letters in the column indicate significant differences (p<0.05)

در ارتباط می‌باشد. افزودن عصاره دانه کرفس احتمالاً با کاهش ویژگی آب دوستی فیلم موجب کاهش حلالیت آن می‌گردد.

Table 1 Physical properties (thickness, moisture and solubility) of chitosan-potato starch film containing celery seed extract.

Film treatment	Thickness (mm)	Moisture (%)	Solubility (%)
Negative control	0.12±0.004 ^a	10.96±0.3 ^a	36.81±0.73 ^a
0.5% of extract	0.125±0.005 ^a	10.45±0.36 ^a	30.2±0.38 ^b
2% of extract	0.117±0.002 ^a	9.07±0.31 ^b	25.34±0.4 ^c
8% of extract	0.12±0.003 ^a	8.28±0.15 ^c	21.91±0.7 ^d

Each value represents as mean±SD of triplicate experiments. Different letters in the column indicate significant differences (p<0.05)

۳-۲-۴ خواص مکانیکی فیلم کیتوزان-نشاسته سیب زمینی حاوی عصاره دانه کرفس

خصوصیات مکانیکی فیلم‌های کیتوزان- نشاسته سیب زمینی حاوی عصاره دانه کرفس شامل مقاومت کششی^۱، مدول الاستیک^۲ و ازدیاد طول^۳ در جدول ۲ آمده است. مقاومت کششی برای فیلم کنترل منفی ۲۰/۶۹±۰/۹ مگاپاسکال بود. با افزودن عصاره دانه کرفس از ۰/۵ درصد تا ۸ درصد به فیلم‌ها، مقدار مقاومت کششی از ۱۸/۲۷±۰/۶۱ به ۹/۳۸±۰/۲۴ مگاپاسکال و مدول الاستیک از ۲۰/۲۶±۱/۱۱ به ۸/۵۸±۰/۵ مگاپاسکال کاهش پیدا کرد که این موضوع بیانگر ساختار ضعیف‌تر فیلم‌های حاوی عصاره در مقایسه با فیلم شاهد است. پرانوتو و همکاران (۲۰۰۵) روغن سیر را به فیلم‌های آلژینات اضافه نموده و

1-Tensile strength
2-Modulus of Elasticity
3-Elongation to break

رادیکال‌های سوپراکسید هنوز مشخص نشده است. این ترکیبات می‌توانند حتی زمانی که با یون‌های فلزی کمپلکس تشکیل می‌دهند، بر رادیکال‌های آزاد اثر بگذارند. پیرس و همکاران (۲۰۱۱) در طی تحقیقی عنوان کردند که میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی فیلم‌های زیست‌تخریب‌پذیر به طور معمول براساس افزودنی‌های آنتی‌اکسیدانی تعیین می‌گردد [۴۱].

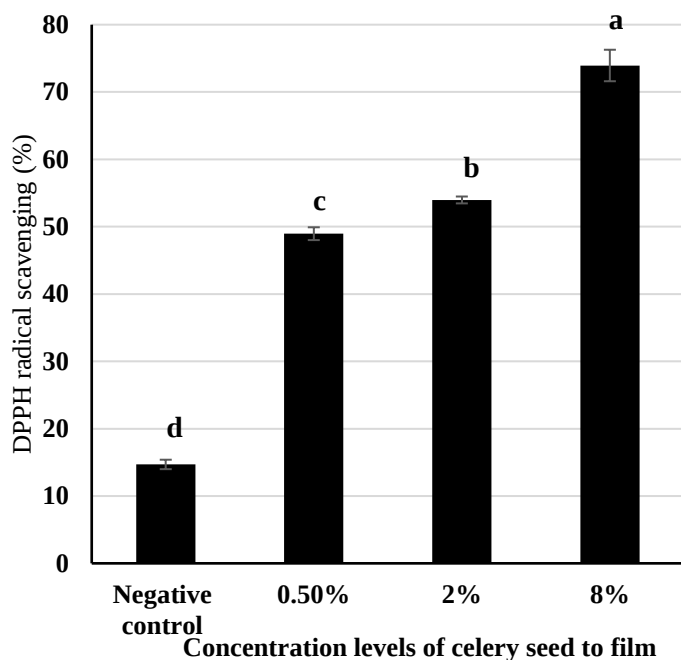


Fig 1 Antioxidant activity of chitosan-potato starch film containing different concentration levels of celery seed extract with DPPH radical inhibition assay

۳-۳ ارزیابی کیفی فیله مرغ پوشش دهی شده با فیلم کیتوزان- نشاسته سیب زمینی حاوی عصاره دانه کرفس طی زمان ماندگاری

۳-۳-۱ تغییرات اکسایشی در فیله مرغ

اکسایش چربی یکی از مهمترین دلایل کاهش عمر ماندگاری مرغ می‌باشد که به پارامترهای مختلفی از جمله

۳-۲-۵ قدرت آنتی‌اکسیدانی فیلم کیتوزان-نشاسته سیب

زمینی حاوی عصاره دانه کرفس

فعالیت آنتی‌اکسیدانی فیلم‌ها با آزمون DPPH تعیین شد. آزمون DPPH اطلاعات پایه‌ای در زمینه فعالیت ضد رادیکالی فیلم حاوی عصاره گیاهان را فراهم می‌نماید. از آنجا که این روش نسبت به روش‌های دیگر سریعتر است، بنابراین به طور گسترده برای ارزیابی فعالیت آنتی-اکسیدانی به کار می‌رود. بررسی خاصیت آنتی‌اکسیدانی به روش DPPH توانایی دادن اتم هیدروژن یا الکترون در ترکیبات مختلف با میزان بی رنگ کردن محلول بنفش ۲و۲-دی فنیل-۱-پیکریل هیدرازیل (DPPH) در متانول مورد سنجش قرار می‌گیرد [۴۰]. میزان کاهش رنگ با قدرت آنتی‌اکسیدانی نمونه رابطه مستقیم دارد. با افزایش غلظت ترکیبات فنلی، فعالیت مهار رادیکالی عصاره نیز افزایش پیدا می‌کند. درصد مهار رادیکال آزاد DPPH در عصاره در شکل ۱ نشان داده شده است. به طور کلی، ویژگی آنتی‌اکسیدانی فیلم‌ها با افزایش غلظت عصاره بیشتر شد که این افزایش در فعالیت آنتی‌اکسیدانی از لحاظ آماری معنی‌دار بود. فعالیت آنتی‌اکسیدانی فیلم‌های دارای مقادیر صفر، ۰/۵، ۲ و ۸ درصد عصاره دانه کرفس از ۱۴/۶۹ به ۷۳/۹۴ درصد افزایش یافت. غلظت ترکیبات فنلی به طور مستقیم میزان توانایی عصاره‌های مختلف را در مهار رادیکال‌های آزاد افزایش می‌دهد. در غلظت‌های بالاتر ترکیبات فنلی، به دلیل افزایش تعداد گروه‌های هیدروکسیل موجود در محیط واکنش، احتمال دادن هیدروژن به رادیکال‌های آزاد و به دنبال آن قدرت مهارکنندگی عصاره افزایش می‌یابد. در حقیقت، فعالیت آنتی‌اکسیدانی قوی عصاره با میزان بالای فنل‌ها و فلاونوئیدهای آن مرتبط هستند. در بین ترکیبات فنلی، فلاونوئیدها ترکیبات آنتی‌اکسیدانی قویتری محسوب می‌شوند. فلاونوئیدها بازدارنده‌های قوی رادیکال‌های هیدروکسیل و پراکسید هستند و تاثیر آنها بر

محتوی چربی، درجه حرارت نگهداری و روش بسته بندی و غیره بستگی دارد.

۳-۳-۱- ارزیابی محصولات اولیه اکسایش (شاخص

پراکسید)

شاخص پراکسید، پارامتر مناسبی برای بررسی روند اکسایش چربی گوشت است. حساسیت گوشت نسبت به اکسایش چربی بستگی به فاکتورهای مختلفی از قبیل گونه حیوان، موقعیت تشریحی عضلات بدن، مدت زمان نگهداری، روش های بسته بندی و افزودن آنتی اکسیدان ها دارد. اگرچه رادیکال های آزاد به عنوان عامل تشدیدکننده اکسایش چربی در گوشت مرغ شناخته شده اند، اما میزان چربی و ترکیب اسیدچرب نیز اهمیت زیادی در اکسایش چربی مرغ در طی مدت نگهداری دارد. عصاره گیاهان حاوی ترکیبات آنتی اکسیدانی زیادی هستند که این ترکیبات قابلیت کنترل و مهار اکسایش را دارند. شاخص پراکسید با اکسایش اولیه چربی در ارتباط می باشد. تغییرات شاخص پراکسید فیلم های نگهداری شده در دمای یخچال در جدول ۳ نشان داده شده است. مقدار اولیه شاخص پراکسید برای نمونه کنترل $0/01 \pm 1/92$ میلی اکی والان اکسیژن در کیلوگرم نمونه بود. روند تغییرات عدد پراکسید در تمام نمونه های مورد بررسی افزایشی است و نمونه شاهد بالاترین عدد پراکسید را پس از مدت زمان نگهداری داشت. نمونه های پوشش دهی شده با فیلم کیتوزان- نشاسته سیب زمینی خالص در مقایسه با نمونه شاهد به طور معنی - داری اکسایش کمتری نشان داد که احتمالاً به دلیل فعالیت آنتی اکسیدانی کیتوزان و ممانعت از مجاورت اکسیژن با فیله مرغ می باشد. همچنین نتایج نشان داد که تاثیر فیلم حاوی عصاره دانه کرفس بر شاخص پراکسید فیله مرغ معنی دار بود. عصاره دانه کرفس حتی در غلظت پایین نیز قادر است از گسترش اکسایش ممانعت کند. نتایج حاصل تایید کننده نتایج آزمون فعالیت آنتی اکسیدانی فیلم نیز بود. در روز

پایانی دوره نگهداری، شاخص پراکسید برای نمونه های پوشش دهی شده با فیلم حاوی ۸ درصد عصاره دانه کرفس $0/05 \pm 3/97$ میلی اکی والان اکسیژن در کیلوگرم بود که نسبت به نمونه شاهد با $0/12 \pm 9/51$ میلی اکی والان اکسیژن در کیلوگرم به طور معنی داری کمتر بود. حد مجاز عدد پراکسید برای گوشت مرغ، ۱۰ میلی اکی والان بر کیلوگرم می باشد که نتایج حاصل در محدوده مجاز پراکسید قرار داشتند. مولائی آقایی و همکاران (۱۳۹۴) به ارزیابی اثر بسته بندی با فیلم های زیست تخریب پذیر کیتوزان و فرموله شده با اسانس سیر بر ویژگی های شیمیایی فیله مرغ، پرداختند. براساس نتایج حاصل از این تحقیق، استفاده از فیلم کیتوزان در بسته بندی فیله های مرغ، سبب جلوگیری از افزایش عوامل تاثیرگذار در فساد شیمیایی آن می شود و باتوجه به اثر مهارکنندگی نسبتاً مشابه مقادیر ۱ و ۲ درصد و نیز صرفه اقتصادی، میزان اسانس ۱ درصد میتواند عمر ماندگاری فیله مرغ را افزایش دهد [۴۲].

Table 3 Changes in peroxide value in chicken fillet coated with chitosan-potato starch film containing celery seed extract

Storage time (days)	Treatments				
	Blank	Negative control	0.5%	2%	8%
1	1.92±0.1 ^{dA}	1.92±0.03 ^{dA}	1.93±0.2 ^{dA}	1.89±0.1 ^{dA}	1.83±0.19 ^{dA}
5	4.95±0.09 ^{cA}	3.13±0.07 ^{cB}	2.72±0.04 ^{cC}	1.81±0.3 ^{cD}	2.03±0.07 ^{cD}
10	7.18±0.1 ^{bA}	6.35±0.2 ^{bB}	4.18±0.15 ^{bC}	3.09±0.06 ^{bD}	2.32±0.16 ^{bE}
15	9.51±0.12 ^{aA}	7.57±0.02 ^{aB}	6.07±0.05 ^{aC}	4.13±0.01 ^{aD}	3.97±0.05 ^{aE}

Each value represents as mean±SD of triplicate experiments. Different lowercase letters within the column and uppercase letter within the row indicate significant differences ($p < 0.05$)

پوشش آلژینات حاوی عصاره رزماری و اسانس پوست پرتقال را بر میزان اکسایش چربی گوشت گاو مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصل نشان داد که روند تغییرات شاخص اسید تیوباریتوریک افزایشی است و نمونه‌های حاوی عصاره در پوشش به دلیل اعمال اثرات فنلی عصاره میزان اکسایش کمتر و در نتیجه شاخص اسید تیوباریتوریک کمتری داشتند [۴۳]. جریدی و همکاران (۲۰۱۸) نتایج مشابهی برای نمونه‌های گوشت گاو پوشش‌دهی شده با پوشش ژلاتین حاوی عصاره حنا گزارش نمودند [۴۴]. دئوس و همکاران (۲۰۱۷) تغییرات شاخص اسید تیوباریتوریک نمونه‌های گوشت بوقلمون پوشش دهی شده با نانوذرات نقره را طی ۱۲ روز نگهداری مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصل حاکی از آن بود که گذشت زمان نگهداری منجر به افزایش عدد اسید تیوباریتوریک در نمونه‌ها می‌شود که مطابق با نتایج بدست آمده از پژوهش حاضر است [۴۵]. در حقیقت، کاهش شاخص اسید تیوباریتوریک در مقایسه با نمونه شاهد مرتبط با اثرات آنتی‌اکسیدانی ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی موجود در عصاره است که در آزمون مهار رادیکال آزاد DPPH مشخص گردید.

۳-۱-۲ ارزیابی محصولات ثانویه اکسایش (شاخص اسید تیوباریتوریک)

اکسایش چربی دلیل اصلی کاهش کیفیت گوشت و مهمترین دلیل برای عدم پذیرش محصول توسط مصرف کننده است. شاخص اسید تیوباریتوریک، محصولات ثانویه اکسایش چربی را اندازه گیری می‌کند و مسئول تند شدگی اکسیداتیو گوشت مرغ است. لذا، اندازه‌گیری آن به عنوان پارامتر تاثیرگذار بر خصوصیات حسی گوشت مرغ اهمیت دارد. نتایج مربوط به تغییرات شاخص اسید تیوباریتوریک نمونه‌های مختلف گوشت مرغ طی دوره نگهداری در جدول ۴ نشان داده شده است. مشاهده می‌شود روند تغییرات شاخص اسید تیوباریتوریک در تمام نمونه‌های مورد بررسی، افزایشی است و با گذشت زمان تغییرات معنی دار آماری ایجاد شده است. همچنین نمونه شاهد بیشترین میزان اسید تیوباریتوریک را داشت. در بین نمونه‌های فیله مرغ پوشش دهی شده نیز، نمونه‌های با فیلم کیتوزان-نشاسته سیب زمینی حاوی ۲ و ۸ درصد عصاره دانه کرفس در مقایسه با فیلم بدون عصاره (کنترل منفی) اکسایش کمتری داشتند. ویتال و همکاران (۲۰۱۶) تاثیر

Table 4 Changes in thiobarbituric acid value in chicken fillet coated with chitosan-potato starch film containing celery seed extract.

Storage time (days)	Treatments				
	Blank	Negative control	0.5%	2%	8%
1	0.2±0.02 ^{dA}	0.22±0.03 ^{dA}	0.17±0.3 ^{dA}	0.18±0.1 ^{dA}	0.19±0.1 ^{dA}
5	0.94±0.02 ^{cA}	0.63±0.03 ^{cB}	0.59±0.02 ^{cB}	0.41±0.01 ^{cC}	0.24±0.01 ^{cD}
10	2.83±0.07 ^{bA}	2.31±0.02 ^{bB}	2.06±0.05 ^{bC}	0.9±0.04 ^{bD}	0.76±0.03 ^{bE}
15	4.61±0.12 ^{aA}	4.01±0.02 ^{aB}	3.17±0.08 ^{aC}	1.69±0.1 ^{aD}	1.34±0.03 ^{aE}

Each value represents as mean±SD of triplicate experiments. Different lowercase letters within the column and uppercase letter within the row indicate significant differences ($p<0.05$)

مطالعه قرار دادند. نتایج حاصل نشان داد که این فیلم منجر به کاهش بار میکروبی در مدت نگهداری (۱۱ روز) می-گردد [۴۶]. مهدی زاده و همکاران (۱۳۹۱) ویژگی های ضد میکروبی فیلم خوراکی نشاسته-کیتوزان (به نسبت ۵۰:۵۰) حاوی عصاره الکلی پوست انار را بررسی کردند. نتایج نشان داد که فیلم های حاوی عصاره پوست انار موجب افزایش معنی دار قطر هاله بازدارندگی رشد باکتری ها در محیط کشت در مقایسه با فیلم های بدون عصاره می شود [۳۴]. روئیز-کروز و همکاران (۲۰۱۸) تاثیر پوشش کیتوزان حاوی عصاره پوست گوجه فرنگی بر شمار کلی باکتری ها گوشت مرغ را مورد بررسی قرار دادند که مشخص گردید روند تغییرات رشد باکتری ها در نمونه های پوشش دهی شده با پوشش حاوی عصاره تا روز ۴ نگهداری کاهش بود و پس از آن افزایش یافت [۴۷]. جریدی و همکاران (۲۰۱۸) تاثیر پوشش ژلاتین حاوی عصاره حنا در افزایش ماندگاری گوشت گاو را طی ۸ روز نگهداری در دمای ۴ درجه سلسیوس مورد بررسی قرار دادند که مشخص گردید در نمونه های پوشش دهی شده با پوشش حاوی عصاره نسبت به نمونه شاهد شمار باکتری ها کمتر بود و همه نمونه ها روند افزایشی داشتند که با نتایج این مطالعه همراستا می باشد [۴۴]. ژانگ و همکاران (۲۰۱۷) نشان دادند که با گذشت زمان نگهداری، شمارش کلی باکتری ها

۲-۳-۳ تغییرات میکروبی فیله مرغ

در بسیاری از مواد غذایی تازه و فرآوری شده، فساد میکروبی بیشتر از سطح ماده غذایی آغاز می شود. لذا، نیاز به استفاده از روشی موثر برای کنترل رشد میکروبی در سطح فرآورده های غذایی احساس می شود. استفاده از ترکیبات ضد میکروب طبیعی در فیلم های خوراکی منجر به افزایش عمر ماندگاری مواد غذایی فساد پذیر مانند گوشت مرغ می شود. گوشت مرغ به دلیل دارا بودن مقادیر بالایی از پروتئین و چربی بسیار مستعد فساد می باشد و عمر ماندگاری کوتاهی دارد. نتایج مربوط به تغییرات شمار کلی باکتری ها طی دوره نگهداری در جدول ۵ آمده است. مشاهده می شود که بیشترین تعداد باکتری ها مربوط به نمونه شاهد است و دارای اختلاف معنی دار آماری با نمونه های پوشش دهی شده با فیلم کیتوزان-نشاسته سیب زمینی حاوی عصاره دانه کرفس است. در تمامی تیمارها، تا روز ۱۵ ام تعداد باکتری ها افزایش یافت و این افزایش در نمونه حاوی ۸ درصد عصاره دانه کرفس ($5.9 \pm 0.08 \log CFU/g$) نسبت به نمونه شاهد ($10.71 \pm 0.32 \log CFU/g$) پس از دوره نگهداری کمتر بود. گومز-استاکا و همکاران (۲۰۰۹) تاثیر کاربرد فیلم ترکیبی کیتوزان-ژلاتین پوست ماهی حاوی اسانس میخک را بر ماندگاری ماهی ساردین مورد

در نمونه‌های گوشت افزایش می‌یابد و نمونه‌های فاقد پوشش بالاترین شمارش کلی باکتری را داشتند که مطابق با نتایج بدست آمده از پژوهش حاضر است [۴۸]. سازمان دامپزشکی کشور، تعداد باکتری بحرانی در گوشت مرغ را ۶ log CFU/g در نظر گرفته است که مشاهده می‌شود فیله مرغ پوشش دهی شده با فیلم حاوی ۸ درصد عصاره کرفس تا پایان زمان نگهداری در محدوده مناسب از نظر شمار باکتری قرار دارد.

در نمونه‌های گوشت افزایش می‌یابد و نمونه‌های فاقد پوشش بالاترین شمارش کلی باکتری را داشتند که مطابق با نتایج بدست آمده از پژوهش حاضر است [۴۸]. سازمان دامپزشکی کشور، تعداد باکتری بحرانی در گوشت مرغ را ۶ log CFU/g در نظر گرفته است که مشاهده می‌شود فیله مرغ پوشش دهی شده با فیلم حاوی ۸ درصد عصاره کرفس تا پایان زمان نگهداری در محدوده مناسب از نظر شمار باکتری قرار دارد.

Table 5 Changes in total live bacteria log (CFU/g) of different samples of chicken fillet coated with chitosan-potato starch film containing celery seed extract during the storage period.

Storage time (days)	Treatments				
	Blank	Negative control	0.5%	2%	8%
1	4.55±0.01 ^{dB}	4.92±0.01 ^{dA}	4.91±0.03 ^{dA}	4.59±0.05 ^{dB}	4.2±0.01 ^{cC}
5	7.15±0.09 ^{cA}	6.03±0.07 ^{cB}	5.62±0.04 ^{cC}	5.01±0.10 ^{cD}	4.96±0.07 ^{bD}
10	8.18±0.17 ^{bA}	7.14±0.22 ^{bB}	6.49±0.15 ^{bC}	5.9±0.06 ^{bD}	5.72±0.16 ^{aD}
15	10.71±0.32 ^{aA}	9.52±0.12 ^{aB}	8.12±0.09 ^{aC}	6.3±0.11 ^{aD}	5.9±0.08 ^{aE}

Each value represents as mean±SD of triplicate experiments. Different lowercase letters within the column and uppercase letter within the row indicate significant differences ($p < 0.05$).

موجب تغییر و تخریب ساختمان و نفوذپذیری بیشتر آن‌ها می‌شوند که در نتیجه این عمل مقدار زیادی از یون‌ها و دیگر محتویات سلول به بیرون تراوش می‌نماید که در نهایت منجر به مرگ باکتری می‌شود. دلیل دیگر کاهش رشد میکروبی در نمونه‌های پوشش دهی شده، ایجاد اختلال در عملکرد آنزیم‌های متصل به غشای سلولی است که توسط ترکیبات فنلی موجود در عصاره اتفاق می‌افتد و منجر به ایجاد نقص در سنتز ترکیبات پلی‌ساکاریدی دیواره سلولی و ممانعت از رشد سلول می‌شود. مهدوی و همکاران (۲۰۱۸) به اثر اسانس رازیانه در فیلم کیتوزان در ماندگاری برگر مرغ پرداختند. در این پژوهش از اسانس رازیانه در سطوح غلظتی ۰/۵ تا ۲ درصد در فیلم کیتوزان استفاده شد. سپس برگر مرغ در فیلم مورد نظر بسته‌بندی و در دمای ۴ درجه سلسیوس به مدت ۱۲ روز نگهداری شد. نتایج نشان داد که با افزایش غلظت رازیانه، فساد میکروبی و شیمیایی در برگر مرغ به طور چشمگیری کاهش می‌یابد [۳۷]. سوگات و همکاران (۲۰۱۸) به بررسی اثر کیتوزان و عصاره انگور در

۳-۲-۴ شمارش باکتری‌های سرمادوست

نتایج مربوط به تغییرات شمار باکتری‌های سرمادوست در نمونه‌های مورد بررسی طی دوره نگهداری در جدول ۶ نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، روند کلی تغییرات به صورت افزایشی است و میزان باکتری‌ها در ابتدا و انتهای دوره نگهداری با هم اختلاف معنی دار آماری دارند. دلیل کاهش در شمار باکتری‌ها طی دوره نگهداری مرتبط با اثرات ضد باکتریایی عصاره دانه کرفس است. این نتایج با نتایج حسن زاده و همکاران (۱۳۹۰) مطابقت دارد. آن‌ها روند تغییرات باکتری‌های سایکروفیل و مزوفیل در نمونه‌های گوشت مرغ پوشش دهی شده با پوشش کیتوزان و عصاره دانه انگور در دمای ۴ درجه سلسیوس طی ۲۱ روز را مورد بررسی قرار دادند [۴۹]. روند تغییرات باکتری‌ها طی دوره نگهداری افزایشی بود. ترکیبات فنلی موجود در عصاره با اثر بر دیواره سلولی و میتوکندری باکتری‌ها

Each value represents as mean $\pm$ SD of triplicate experiments. Different lowercase letters within the column and uppercase letter within the row indicate significant differences ($p<0.05$)

۳-۳-۳ نتایج ارزیابی حسی

یکی از تغییرات حسی مهم گوشت مرغ ایجاد تغییرات نامطبوع در رنگ، بو، بافت و طعم آن می‌باشد که به علت رشد میکروبی، تغییرات شیمیایی ناشی از اکسایش و تولید ترکیبات فرار است. نتایج حاصل از ارزیابی حسی نمونه‌های فیله خام مرغ پوشش دهی شده با فیلم کیتوزان-نشاسته سیب زمینی حاوی عصاره دانه کرفس در جدول ۷ نشان داده شده است. همانطور که نتایج نشان داد استفاده از فیلم حاوی ۸ درصد عصاره دانه کرفس نسبت به بقیه تیمارها به طور معنی‌داری از لحاظ بو، رنگ و بافت امتیاز بالاتری را از نظر ارزیاب‌ها دریافت کرد. کمترین امتیاز در نمونه شاهد و نمونه کنترل منفی بود که در روز دهم نشانه‌های فساد در آن نمایان شد و کیفیت محصول به صورت قابل توجهی افت کرد.

ویژگی‌های حسی (رنگ، بو، طعم و بافت) تیمارهای مرغ سرخ شده در طی نگهداری در یخچال نمونه‌گیری شد، در شکل ۲ نشان داده شده است. ویژگی‌های حسی در طول ۱۵ روز دوره نگهداری کاهش یافته است. بیشترین میزان کاهش صفات حسی در نمونه شاهد و سپس در نمونه کنترل منفی مشاهده شد. همچنین مشاهده شد در روز صفر اختلاف آماری معنی‌داری بین تیمارها وجود ندارد. اما از روز پنجم اختلاف آماری بین نمونه‌ها دیده شد و از روز دهم میزان اختلاف بین نمونه‌ها بیشتر شد. طوریکه ارزیابی طعم در روز دهم و ارزیابی بافت، رنگ و بو در روز پانزدهم در نمونه شاهد و کنترل منفی به دلیل بوی نامناسب شدید و داشتن بافت لزج حذف شدند ولی بقیه نمونه‌ها ارزیابی شدند. در روز دهم و پانزدهم نمونه‌های حاوی عصاره دانه کرفس در غلظت بالاتر به خوبی توانست از نشانه‌های فساد به طور قابل توجهی جلوگیری کند و عمر ماندگاری فیله مرغ را از ۳ روز به ۱۵ روز افزایش دهد. داده‌های حسی به خوبی با داده‌های اکسایشی و میکروبیولوژیکی نیز مطابقت دارد.

فیلم خوراکی جهت بسته‌بندی فیله مرغ پرداختند. در این پژوهش از عصاره انگور در سطوح غلظتی ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد استفاده شد. نتایج حاصل نشان داد که عصاره انگور مانع از رشد باکتری /شریشیاکلی، لیستریا مونوسیترنر، استافیلوکوکوس اورئوس و سودوموناس ائروژنر شد. این فیلم طی نگهداری فیله مرغ نیز از رشد باکتری‌های مزوفیل هوای و کلی فرم‌ها به طور معنی‌داری ممانعت کرد [۲۸]. اجاق و همکاران (۲۰۱۰) پژوهشی بر خصوصیات فیلم کیتوزان حاوی اسانس دارچین پرداختند. نتایج نشان داد که با افزایش غلظت اسانس از ۰/۴ درصد به ۲ درصد، اثر ضد میکروبی آن افزایش می‌یابد [۲۴]. بانانو و همکاران (۲۰۱۳) به بررسی ضد میکروبی عصاره و اسانس دانه کرفس پرداختند. نتایج حاصل نشان داد که اسانس دانه کرفس به خوبی می‌تواند مانع از رشد باکتری /شریشیاکلی شود و همچنین از رشد باکتری سودوموناس ائروژنر و استافیلوکوکوس اورئوس نیز تاحدی جلوگیری کند. ترکیبات عمده موجود در اسانس آن، بتا-پینن^۱، کامپن^۲، کومن^۳، لیمونن می‌باشد [۵۰].

Table 6 Changes of log (CFU/g) cold-loving bacteria of different samples of chicken fillet coated with chitosan-potato starch film containing celery seed extract during the storage period.

	Storage time (days)	Treatments				
		Blank	Negative control	0.5%	2%	8%
1		3.19 $\pm$ 0.5 ^{dA}	3.32 $\pm$ 0.25 ^{dA}	3.16 $\pm$ 0.19 ^{dA}	3.11 $\pm$ 0.2 ^{dA}	3.03 $\pm$ 0.27 ^{dA}
5		5.58 $\pm$ 0.09 ^{cA}	5.09 $\pm$ 0.07 ^{cB}	4.92 $\pm$ 0.04 ^{cC}	3.96 $\pm$ 0.1 ^{cD}	3.53 $\pm$ 0.05 ^{cE}
10		7.18 $\pm$ 0.07 ^{bB}	7.88 $\pm$ 0.32 ^{bA}	5.75 $\pm$ 0.15 ^{bC}	4.86 $\pm$ 0.06 ^{bD}	4.2 $\pm$ 0.16 ^{bE}
15		8.85 $\pm$ 0.09 ^{aA}	8.13 $\pm$ 0.04 ^{aB}	6.36 $\pm$ 0.09 ^{aC}	5.67 $\pm$ 0.13 ^{aD}	5.12 $\pm$ 0.11 ^{aE}

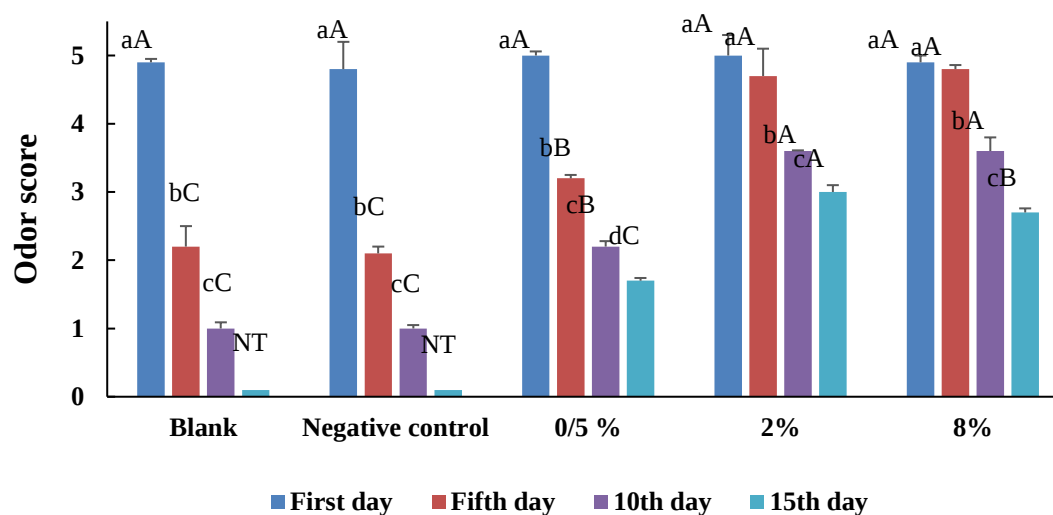
1- β -pinene
2- Camphene
3- Cumene

Table 7 Sensory evaluation of different samples of chicken fillet coated with chitosan-potato starch film containing celery seed extract during the storage period.

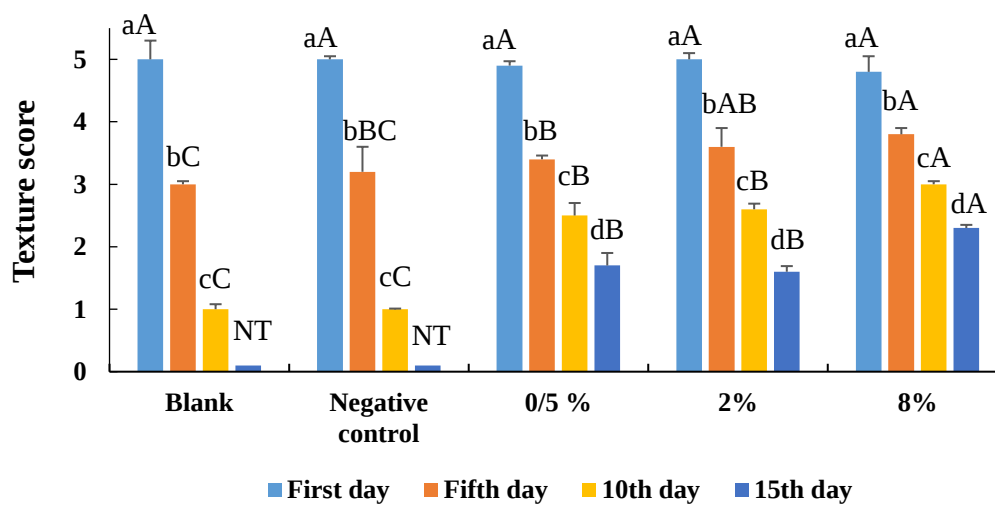
Treatments	Odor				Color				Texture			
day	1	5	10	15	1	5	10	15	1	5	10	15
Blank	5±0 ^{aA}	3.4±0.1 ^{bB}	1±0.2 ^{cC}	NT	5±0 ^{aA}	4.7±0.1 ^{aB}	2.1±0.64 ^{cC}	NT	5±0 ^{aA}	3.4±0.39 ^{bB}	1.1±0.49 ^{cC}	NT
Negative control	5±0 ^{aA}	3.4±0.3 ^{bB}	1±0.1 ^{cC}	NT	5±0 ^{aA}	4.6±0.34 ^{aB}	2.0±0.2 ^{cC}	NT	5±0 ^{aA}	3.2±0.2 ^{bB}	1.0±0.37 ^{cC}	NT
0.5%	5±0 ^{aA}	4.3±0.5 ^{aB}	2.8±0.56 ^{bC}	1.4±0.1 ^{cD}	5±0 ^{aA}	4.6±0.52 ^{aA}	3.2±0.1 ^{bB}	1.9±0.68 ^{aC}	5±0 ^{aA}	3.2±0.15 ^{bB}	1.9±0.1 ^{bC}	1.4±0.05 ^{bD}
2%	5±0 ^{aA}	4.4±0.37 ^{aB}	3.2±0.21 ^{bC}	1.9V0.19 ^{bD}	5±0 ^{aA}	4.4±0.9 ^{aAB}	3.8±0.28 ^{aB}	2.2±0.8 ^{aC}	5±0 ^{aA}	3.8±0.11 ^{aB}	2.6±0.32 ^{aC}	1.8±0.17 ^{aD}
8%	5±0 ^{aA}	4.5±0.57 ^{aAB}	3.9±0.1 ^{aB}	2.7±0.37 ^{aC}	5±0 ^{aA}	4.2±0.81 ^{aAB}	3.9±0.1 ^{aB}	2.7±0.27 ^{aC}	5±0 ^{aA}	3.9±0.17 ^{aB}	2.9±0.18 ^{aC}	2.0±0.1 ^{aD}

Each value represents as mean±SD of triplicate experiments. Different lowercase letters within the column and uppercase letter within the row indicate significant differences ($p < 0.05$).

a)

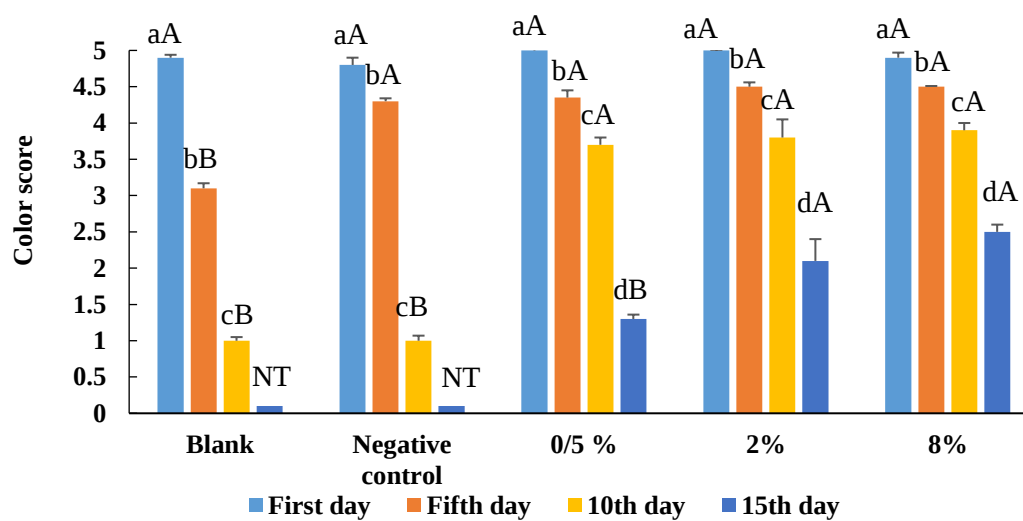
Odor of fried chicken fillet

Texture of fried chicken fillet

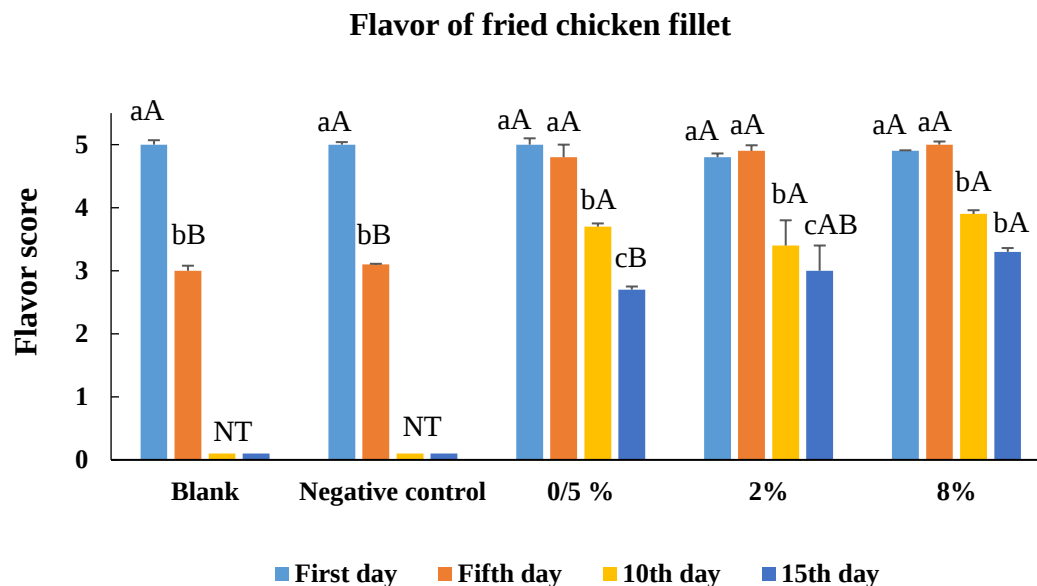


b)

Color of fried chicken fillet



c)



d)

Fig 2 Sensory evaluation of fried chicken fillet coated with chitosan-potato starch film containing celery seed extract.

ضدمیکروبی مناسبی از خود نشان داد. پوشش دهی فیله مرغ با فیلم‌های کیتوزان-نشاسته سیب زمینی حاوی عصاره دانه کرفس با جلوگیری از اکسایش چربی، فساد میکروبی موجب افزایش ماندگاری و حفظ کیفیت فیله‌ها تا پایان دوره نگهداری گردید. فیلم کیتوزان-نشاسته سیب زمینی حاوی عصاره دانه کرفس نتوانستند روند رشد باکتری‌ها را کاهش دهند. بطوریکه در نمونه‌های پوشش دهی شده شمارش کلی میکروب، شمار باکتری‌های سرمادوست کمتر از نمونه شاهد بود. نتایج بدست آمده نشان داد فیلم تهیه شده از عصاره دانه کرفس در غلظت ۸ درصد توانست فیله مرغ را تا ۱۵ روز حفظ کند و بنابراین می‌توان از آن جهت بسته‌بندی مواد غذایی استفاده نمود.

۴- نتیجه گیری

در این پروژه، اثرات آنتی‌اکسیدانی و آنتی‌میکروبی عصاره دانه کرفس در غلظت‌های ۰/۵، ۲ و ۸ درصد در فیلم کیتوزان-نشاسته سیب زمینی جهت افزایش عمر ماندگاری فیله مرغ مورد بررسی قرار گرفت. وجود ترکیبات فنلی ارزشمند (۶۷/۷۰ میلی گرم اسید گالیک بر گرم عصاره) و مقادیر قابل توجه ترکیبات فلاونوئیدی (۸۱/۶۲ میلی گرم کوئرستین بر گرم عصاره) سبب می‌شود که فیلم حاوی عصاره دانه کرفس به خوبی بتواند رادیکال آزاد DPPH را مهار کند. خواص فیلم کیتوزان-نشاسته سیب زمینی حاوی عصاره دانه کرفس ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی و

۵- منابع

- [1] Zhao, Y., et al., *Development of antimicrobial films based on cassava starch, chitosan and gallic acid using subcritical water technology*. The Journal of Supercritical Fluids, 2018. 137: p. 101-110.
- [2] Pineros-Hernandez, D., et al., *Edible cassava starch films carrying rosemary antioxidant extracts for potential use as active food packaging*. Food Hydrocolloids, 2017. 63: p. 488-495.
- [3] Hauser, C., et al., *Development of an Active Packaging Film Based on a Methylcellulose Coating Containing Murta (Ugni molinae Turcz) Leaf Extract*. Food and bioprocess technology, 2016. 9(2): p. 298-307.
- [4] Medina-Jaramillo, C., et al., *Active and smart biodegradable packaging based on starch and natural extracts*. Carbohydrate polymers, 2017. 176: p. 187-194.
- [5] Barbosa-Pereira, L., et al., *Development of new active packaging films coated with natural phenolic compounds to improve the oxidative stability of beef*. Meat science, 2014. 97(2): p. 249-254.
- [6] Talón, E., et al., *Antioxidant edible films based on chitosan and starch containing polyphenols from thyme extracts*. Carbohydrate polymers, 2017. 157: p. 1153-1161.
- [7] Turhan, K.N. and F. Şahbaz, *Water vapor permeability, tensile properties and solubility of methylcellulose-based edible films*. Journal of Food Engineering, 2004. 61(3): p. 459-466.
- [8] Rodríguez, M., et al., *Combined effect of plasticizers and surfactants on the physical properties of starch based edible films*. Food Research International, 2006. 39(8): p. 840-846.
- [9] Ahmadi, R., et al., *Development and characterization of a novel biodegradable edible film obtained from psyllium seed (Plantago ovata Forsk)*. Journal of Food Engineering, 2012. 109(4): p. 745-751.
- [10] Pelissari, F.M., et al., *Antimicrobial, mechanical, and barrier properties of cassava starch-chitosan films incorporated with oregano essential oil*. Journal of agricultural and food chemistry, 2009. 57(16): p. 7499-7504.
- [11] Vázquez, M.B., et al., *Antimicrobial activity and physical properties of chitosan-tapioca starch based edible films and coatings*. Food Research International, 2009. 42(7): p. 762-769.

- [12] Perez, C.D., et al., *Development of a high methoxyl pectin edible film for retention of l-(+)-ascorbic acid*. Journal of agricultural and food chemistry, 2009. 57(15): p. 6844-6855.
- [13] Sánchez-González, L., et al., *Characterization of edible films based on hydroxypropylmethylcellulose and tea tree essential oil*. Food Hydrocolloids, 2009. 23(8): p. 2102-2109.
- [14] Ghasemlou, M., F. Khodaiyan, and A. Oromiehie, *Physical, mechanical, barrier, and thermal properties of polyol-plasticized biodegradable edible film made from kefiran*. Carbohydrate Polymers, 2011. 84(1): p. 477-483.
- [15] Shojaei-Aliabadi, S., et al., *Characterization of antioxidant-antimicrobial κ-carrageenan films containing Satureja hortensis essential oil*. International journal of biological macromolecules, 2013. 52: p. 116-124.
- [16] Jouki, M., et al., *Effect of glycerol concentration on edible film production from cress seed carbohydrate gum*. Carbohydrate polymers, 2013. 96(1): p. 39-46.
- [17] Khazaei, N., et al., *Characterization of new biodegradable edible film made from basil seed (Ocimum basilicum L.) gum*. Carbohydrate Polymers, 2014. 102: p. 199-206.
- [18] Kooti, W., et al., *A review on medicinal plant of Apium graveolens*. Advanced Herbal Medicine, 2015. 1(1): p. 48-59.
- [19] Urabe, A.A. and W.J. Aziz, *Biosynthesis of cobalt oxide (Co3O4) nanoparticles using plant extract of Camellia sinensis (L.) Kuntze and Apium graveolens L. as the antibacterial application*. World News of Natural Sciences, 2019. 24: p. 357-365.
- [20] Jerman, T., P. Trebše, and B.M. Vodopivec, *Ultrasound-assisted solid liquid extraction (USLE) of olive fruit (Olea europaea) phenolic compounds*. Food Chemistry, 2010. 123(1): p. 175-182.
- [21] Muntana, N. and S. Prasong, *Study on total phenolic contents and their antioxidant activities of Thai white, red and black rice bran extracts*. Pakistan Journal of Biological Sciences: PJBS, 2010. 13(4): p. 170-174.
- [22] Shen, Y., et al., *Total phenolics, flavonoids, antioxidant capacity in rice grain and their relations to grain color, size and weight*. Journal of Cereal Science, 2009. 49(1): p. 106-111.
- [23] Silva-Pereira, M.C., et al., *Chitosan/corn starch blend films with extract from Brassica oleracea (red cabbage) as a visual indicator of fish deterioration*. LWT-Food Science and Technology, 2015. 61(1): p. 258-262.
- [24] Ojagh, S.M., et al., *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): p. 161-166.
- [25] Hosseini, M., S. Razavi, and M. Mousavi, *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): p. 727-743.
- [26] Sánchez-González, L., J.I.Q. Saavedra, and A. Chiralt, *Antilisterial and physical properties of biopolymer films containing lactic acid bacteria*. Food control, 2014. 35(1): p. 200-206.
- [27] Moradi, M., et al., *Characterization of antioxidant chitosan film incorporated with Zataria multiflora Boiss essential oil and grape seed extract*. LWT-Food Science and Technology, 2012. 46(2): p. 477-484.
- [28] Sogut, E. and A.C. Seydim, *The effects of Chitosan and grape seed extract-based edible films on the quality of vacuum packaged chicken breast fillets*. Food Packaging and Shelf Life, 2018. 18: p. 13-20.
- [29] Serrano-León, J.S., et al., *Chitosan active films containing agro-industrial residue extracts for shelf life extension of chicken restructured product*. Food Research International, 2018. 108: p. 93-100.
- [30] Sharafati Chaleshtori, F., et al., *Effect of chitosan incorporated with cumin and eucalyptus essential oils as antimicrobial agents on fresh chicken meat*. Journal of food processing and preservation, 2016. 40(3): p. 396-404.
- [31] Adebo, O.A. and I. Gabriela Medina-Meza, *Impact of fermentation on the phenolic compounds and antioxidant activity of whole cereal grains: A mini review*. Molecules, 2020. 25(4): p. 927.
- [32] Afshari, K., et al., *Natural flavonoids for the prevention of colon cancer: A comprehensive review of preclinical and clinical studies*. Journal of Cellular Physiology, 2019. 234(12): p. 21519-21546.
- [33] Dellal, A., et al., *Optimization of the extraction conditions of phenolic compounds from (Apium Graveolens) seeds by response surface methodology*. Advances in Environmental Biology, 2016. 10(10): p. 155-164.
- [34] Mahdizade, T., Tajik, H., Razavi rouhani, S.M., Oromiehie A R. *Antibacterial, antioxidant and optical properties of edible starch-chitosan composite film containing pomegranate peel extract*. Studies in Medical Sciences 2012; 23 (3) :315-323. (In Persian)
- [35] Hoque, M.S., S. Benjakul, and T. Prodpran, *Properties of film from cuttlefish (Sepia pharaonis) skin gelatin incorporated with cinnamon, clove and star anise extracts*. Food Hydrocolloids, 2011. 25(5): p. 1085-1097.
- [36] Zinoviadou, K.G., K.P. Koutsoumanis, and C.G. Biliaderis, *Physico-chemical properties of whey protein isolate films containing oregano oil and their antimicrobial action against spoilage flora of fresh beef*. Meat Science, 2009. 82(3): p. 338-345.
- [37] Mahdavi, V., S.E. Hosseini, and A. Sharifan, *Effect of edible chitosan film enriched with anise (Pimpinella anisum L.) essential oil on shelf life and quality of the chicken burger*. Food science & nutrition, 2018. 6(2): p. 269-279.
- [38] Jutaporn, C., C. Suphitchaya, and W. Thawien, *Antimicrobial activity and characteristics of edible films incorporated with Phayom wood (Shorea toluera) extract*. International Food Research Journal, 2011. 18(1).
- [39] Pranoto, Y., V.M. Salokhe, and S.K. Rakshit, *Physical and antibacterial properties of alginate-based edible film incorporated with garlic oil*. Food research international, 2005. 38(3): p. 267-272.
- [40] López-Caballero, M., et al., *A chitosan-gelatin blend as a coating for fish patties*. Food hydrocolloids, 2005. 19(2): p. 303-311.
- [41] Pires, C., et al., *Characterization of biodegradable films prepared with hake proteins and thyme oil*. Journal of Food Engineering, 2011. 105(3): p. 422-428.
- [42] Molaei Aghae, E., Kamkar, A., Akhondzadeh Basti, A., Khanjari, A., Kontominas, M. *Effect of packaging with Chitosan biodegradable films formulated with Garlic essential oil (Allium sativum L.) on the chemical properties of chicken fillet*. Iranian Journal of Health and Environment, 2015; 8 (3) :379-390 (In Persian).
- [43] Vital, A.C.P., et al., *Effect of edible and active coating (with rosemary and oregano essential oils) on beef characteristics and consumer acceptability*. PloS one, 2016. 11(8): p. e0160535.
- [44] Jridi, M., et al., *Physical, structural, antioxidant and antimicrobial properties of gelatin-chitosan composite edible films*. International journal of biological macromolecules, 2014. 67: p. 373-379.
- [45] Deus, D., et al., *Effect of a nano-silver coating on the quality of fresh turkey meat during storage after modified atmosphere or vacuum packaging*. Poultry science, 2017. 96(2): p. 449-457.
- [46] Gómez-Estaca, J., et al., *Antimicrobial activity of composite edible films based on fish gelatin and chitosan incorporated with clove essential oil*. Journal of Aquatic Food Product Technology, 2009. 18(1-2): p. 46-52.
- [47] Ruiz-Cruz, S., et al., *Effects of chitosan-tomato plant extract edible coatings on the quality and shelf life of chicken fillets during refrigerated storage*. Food Science and Technology, 2018. 39: p. 103-111.
- [48] Zheng, W.-L., et al., *ROS-mediated cell cycle arrest and apoptosis induced by zearalenone in mouse sertoli cells via ER stress and the ATP/AMPK pathway*. Toxins, 2018. 10(1): p. 24.
- [49] Hasanazadeh, P., Tajik, H., Razavi rouhani, S.M., *Application of chitosan edible coating containing grape seed extract on the quality and shelf life of refrigerated chicken meat*, Journal of Food Research, 1390. 21(4): P. 467-482 (In Persian).
- [50] Baananou, S., et al., *Antiulcerogenic and antibacterial activities of Apium graveolens essential oil and extract*. Natural product research, 2013. 27(12): p. 1075-1083.



Scientific Research

Biodegradable packaging based on chitosan–potato starch biopolymer containing *Apium graveolens* seed extract for chicken fillets

Farzaneh Karamali¹, Maryam Asnaashari^{2*}, Reza Farahmandfar³

1 Department of Food Science and Technology, Khazar Institute of Higher Education, Mahmoudabad, Iran

2 Department of Animal Processing, Animal Science Research Institute of Iran (ASRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

3 Department of Food Science and Technology, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University (SANRU), Sari, Iran

ABSTRACT

The consumer demand to use natural preservatives in food products instead of synthetic ones and awareness about not using plastic is increasing. In this research, chitosan-potato starch film containing celery seed extract was prepared at different concentration levels (0.5, 2 and 8%) and the physical properties of the film (thickness, moisture content and solubility), mechanical properties and antioxidant activity also determined. Then, the chicken fillet wrapped by the film was kept in the refrigerator for 15 days and the microbial growth and primary and secondary oxidation compounds formation with peroxide value and thiobarbituric acid and sensory evaluation was also monitored during the storage time. The results showed that the total phenol and flavonoid content of celery seed extract was 70.67 ± 7.8 mgGA/g of extract and 62.81 ± 5.65 mg Quercetin/g of extract, respectively. Addition of celery seed extract (2 and 8%) decreased the moisture content and solubility of the film due to the increase of the film hydrophobicity. Also, by adding the celery seed extract, the elongation at break of the film increased, while the tensile strength and elastic modulus decreased. With the increase in the concentration of the celery seed extract in the film, the DPPH free radical inhibition increases from 14.69 to 73.94%. According to the results of microbial and oxidation tests as well as sensory evaluation, coating a chicken fillet with a chitosan-potato starch film containing 8% celery seed extract would increase its shelf life by up to 15 days.

ARTICLE INFO

Article History:

Received: 2023/2/13

Accepted: 2023/5/28

Keywords:

Packaging,
Natural biopolymer,
Celery seed,
Chitosan,
Chicken fillet

DOI: 10.22034/FSCT.20.137.111

DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.137.9.9

*Corresponding Author E-Mail:

m.asnaashari@yahoo.com