مقاله علمی – پژوهشی:

اثر پوشش نانو کامپوزیت (آلژینات/ نانورس) به همراه اسانس گیاه چوچاق (*Eryngium caeruleum*) بر زمان ماندگاری و کیفیت گوشت میگوی وانامی (*Litopenaeus vannamei*)

وحید رنجبر کتی‌لته [۲،۱]، مجتبی کشاورز دیوکلایی [۱]، حسن نصراله‌زاده ساروی* [۲]

*hnsaravi@gmail.com

۱- دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائم شهر، قائم شهر، ایران

۲- پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۴۰۳ تاریخ پذیرش: شهریور ۱۴۰۳

چکیده

هدف از مطالعه حاضر تاثیر پوشش آلژینات-نانورس به‌تنهایی و در ترکیب با اسانس گیاه بومی شمال کشور به نام چوچاق (*Eryngium caeruleum*) بر زمان ماندگاری میگو سفید غربی در دمای یخچال است. عصاره گیاه چوچاق به‌واسطه وجود ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی، دارای خواص آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروب است. در این تحقیق اسانس با استفاده از بخار آب استخراج شد. سپس تاثیر پوشش‌های مختلف بر زمان ماندگاری میگو در ۵ تیمار شامل ۱: شاهد ۲: آلژینات ۳: آلژینات+نانورس ۴: آلژینات+نانورس+اسانس چوچاق با غلظت ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر، ۵: آلژینات+نانورس+اسانس چوچاق با غلظت ۱۵۰۰ میلی گرم بر لیتر، تولید و شاخص‌های مورد بررسی شامل پراکسید، باز های نیتروژنی فرار، باکتری کل و باکتری سرمادوست، طی روزهای ۰، ۴، ۸ ۱۲ و ۱۶ اندازه‌گیری شدند. نتایج مربوط به ویژگی‌های فیلم نشان داد که با افزودن مقادیر مختلف اسانس به فیلم آلژینات+نانورس، از محتوای رطوبتی، مقاومت‌کششی و نفوذپذیری فیلم‌ها نسبت به بخار آب به طور معنی‌داری کاسته شد ($p<۰/۰۵$). افزودن اسانس سبب افزایش معنی‌داری در میزان ضخامت و کدورت فیلم‌ها شده و از شفافیت فیلم‌ها کاسته شد ($p<۰/۰۵$) و استفاده از نانو پوشش منجر به کاهش فساد اکسیداسیونی در نمونه‌های میگوی در طول دوره نگهداری گردید و نانو پوشش حاوی اسانس تاثیر بیشتری داشت ($p<۰/۰۵$). همچنین این تیمار سبب کند شدن روند افزایشی TVB-N تا پایان دوره نگهداری شد. بالاترین بار میکروبی را در تمام روزهای نگهداری در شاهد مشاهده شد ($p<۰/۰۵$). با افزودن اسانس به پوشش نانو پوشش مرکب، بار میکروبی به شکل معنی‌داری کاهش یافت ($p<۰/۰۵$). در نتیجه، کمترین بار میکروبی مربوط به تیمار آلژینات+نانورس+اسانس ۱۵۰۰ میلی گرم بر لیتر بود و براساس استانداردهای شیمیایی، میکروبی و حسی این تیمار تا انتهای دوره با افزایش زمان ماندگاری میگو سفید غربی نگهداری برای مصرف انسان مناسب بودند.

لغات کلیدی: *Litopenaeus vannamei*، نانوکامپوزیت، نانورس، *Eryngium caeruleum*، زمان ماندگاری

*نویسنده مسئول

Copyright: © 2023 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-28]

مقدمه

فرآورده‌های دریایی منبع مهمی از مواد مغذی بوده که استفاده از آن در رژیم غذایی انسان به‌ویژه از دیدگاه سلامتی مورد توجه قرار گرفته است. از جمله مواد منابع مهم دریایی می‌توان به میگو اشاره کرد که غنی از اسیدهای چرب غیراشباع بلند زنجیره، اسیدهای آمینه و پپتیدهاست که در پیشگیری از بیماری‌های قلبی و عروقی نقش دارد (Dehghani *et al*., 2018; Khanlar *et al*., 2018). میگوی سفید غربی (*Litopenaeus vannamei*) گونه‌ای از میگو از خانواده پنائیده و جنس پنائوس بوده که در برابر بیماری‌ها مقاوم است و پتانسیل بالایی جهت رشد در شوری و شرایط دمایی آبهای خلیج فارس و دریای خزر دارد. هزینه تولید آن کم و تقاضای بازار آن بالاست. به دلایل مذکور تولیدکنندگان میگوی پرورشی دارای تمایل بالایی به تولید این گونه در ایران هستند که یکی از مهم‌ترین محصولات صادراتی غیرنفتی با ارزش به‌حساب می‌آید (KHanlar *et al*., 2018; Matinfar, 2010). با این‌حال، میگوها بسیار فسادپذیر هستند و ماندگاری کمی در توزیع خرده فروشی دارند. فساد میگو با تغییرات میکروبی، شیمیایی و فیزیکی در حین نگهداری همراه است. رشد باکتری‌های عامل فساد در میگو باعث تخریب پروتئین شده که باعث تولید آمونیاک، ایندول، متانتیول، پوترسین، تری‌متیل‌آمین و سایر ترکیبات بی‌بو می‌شود. اسیدهای آمینه آزاد و سایر ترکیبات نیتروژن غیر آلی محلول، مواد مغذی را برای رشد میکروبی در حین نگهداری فراهم می‌کنند و رشد این میکروارگانیسم‌های عامل فساد سبب از دست رفتن اسیدهای چرب ضروری و پروتئین‌ها می‌شود (Na *et al*., 2018). از این‌رو، نگهداری صحیح میگوی وانامی با استفاده از عوامل موثر بسیار حیاتی است. روش‌های سنتی برای نگهداری میگوی وانامی شامل نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد یا دمای زیر صفر یا ترکیبی از آب نمک زدن و سرد نمودن است. با این‌حال، این روش‌ها قادر به حفظ تازگی میگو برای مدت طولانی نیستند و منجر به تغییرات نامطلوب در کیفیت و خواص حسی می‌شوند. گرچه ذخیره‌سازی منجمد و برخی از مواد نگهدارنده مصنوعی یا شیمیایی موثرترین روش نگهداری در افزایش ماندگاری میگوست، انجماد و ذوب مکرر بر کیفیت میگو تأثیر می‌گذارد و نگهدارنده‌های مصنوعی یا شیمیایی دارای سمیت و سرطان‌زایی بالقوه هستند. مطالعات زیادی بر پوشش‌های خوراکی طبیعی برای حفظ و نگهداری موادغذایی متمرکز شده‌اند (Liu *et al*., 2020). فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی از قبیل آلژینات علاوه بر داشتن ویژگی‌هایی نظیر زیست تخریب‌پذیری می‌توانند به عنوان مانعی مناسب در برابر انتقال روغن، رطوبت، اکسیژن، دی‌اکسیدکربن و سایر عوامل در نگهداری مواد غذایی به‌کار روند. همچنین می‌توانند حامل مواد افزودنی در ماده غذایی باشند. این نوع پوشش‌ها معمولاً از مواد اولیه نظیر پلی‌ساکاریدها، لیپیدها و پروتئین‌ها تهیه می‌شوند (Valipour Kootenaie *et al*., 2016; Esmaeili *et al*., 2020).

با وجود این، فیلم‌های از آلژینات به‌دست آمده از این ترکیبات به رغم داشتن ویژگی‌های مطلوب مکانیکی، اغلب نمی‌توانند به طور مناسب از اکسیداسیون چربی‌ها ممانعت کنند. از این‌رو، برای برطرف کردن این مشکل می‌توان از تکنولوژی نانو برای بهبود عملکرد این فیلم‌ها بهره برد. مطالعات نشان داد که فیلم نانو کامپوزیت فعال آلژینات+نانورس دارای خواص ضدمیکروبی است (Alboofetile *et al*., 2014). همچنین در مطالعه دیگر به مقایسه و بررسی خواص آنتی‌اکسیدانی و آنتی‌باکتریال عصاره خوراکی گیاهان چوچاق (*Eryngium planu*) و اناریجه (*Froriepia subpinnta*) پرداخته شد (Hasanzadehaidenlu *et al*., 2017). در تحقیق حاضر، با بررسی میزان ترکیبات فنولی اسانس علف چوچاق، تعیین ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی فیلم‌های بر پایه آلژینات+نانورس حاوی غلظت‌های مختلف اسانس چوچاق و تعیین تغییرات فیزیکوشیمیایی و حسی میگوی سرخ شده پوشش‌دهی شده با آلژینات+نانورس حاوی غلظت‌های مختلف اسانس چوچاق خواهیم پرداخته می‌شود.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-28]

مواد و روش کار

آماده‌سازی مواد اولیه

گیاه چوچاق (*Eryngium caeruleum*)، از مناطق ییلاقی شهرستان ساری، بعد از تأیید نام علمی از سوی گروه کشت و توسعه انستیتو گیاهان دارویی، قسمت‌های زائد آن جدا شده و بلافاصله پس از شستشو خشک گردید. سپس در آون تحت خلأ با درجه حرارت ۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۵ دقیقه خشک و در ادامه با خردکن کاملاً پودر شده و تا زمان انجام آزمایش در درجه حرارت ۲۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد.

تهیه و تجزیه اسانس چوچاق

۱۰۰ گرم از پودر گیاه چوچاق با یک لیتر آب مقطر مخلوط شده و به مدت ۳/۵ ساعت با دستگاه کلونجر اسانس‌گیری انجام شد. اسانس حاصل با استفاده از سولفات سدیم آبگیری شده و تا زمان انجام آزمایش در ظروف تیره رنگ و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید (Hasanzadehaidenlu *et al*., 2017).

اندازه‌گیری ترکیبات فنلی کل

اساس کار در این روش، احیاء معرف فولین به‌وسیله ترکیبات فنولی در محیط قلیایی و ایجاد کمپلکس آبی رنگ است که حداکثر جذب را در طول موج ۷۶۰ نانومتر نشان می‌دهد. ترکیبات فنولی کل بر اساس روش Hasanzadehaidenlu و همکاران (۲۰۱۷) با استفاده از اسپکتروفتومتردر مقایسه با محلول شاهد قرائت شد.

تهیه فیلم مرکب آلژینات- نانورس حاوی اسانس گیاه چوچاق

۵ گرم پودر آلژینات و ۱/۷۵ گرم گلیسرول (۳۵ درصد وزن خشک پولولان) با آب مقطر به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد و با همزن مغناطیسی حرارت داده شده و مخلوط گردید (Elhami, 2021). محلول نانورس در سطح ۳ درصد وزنی از طریق انحلال مقدار مناسبی از نانورس در ۱۰ میلی‌لیتر اسیداستیک (۱ درصد حجمی/حجمی) و هم زدن شدید به مدت ۲۴ ساعت در دمای محیطی تهیه گردید. در مرحله بعد ۲۰۰ میلی‌لیتر از محلول آلژینات به آرامی به محلول نانورس اضافه شده و پس از ۴ ساعت همزدن، ۰/۲ درصد وزنی/حجمی نسبت به میزان اسانس، توئین ۸۰ به عنوان امولسیفایر به محلول‌ها اضافه گردید. سپس به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۴۰ درجه‌سانتی‌گراد عمل همزدن آرام صورت گرفت تا امولسیفایر به طور یکنواخت درون محلول پخش شود. سرانجام اسانس گیاه چوچاق با غلظت ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰قسمت در میلیون به محلول‌ها اضافه گردید (جدول ۱) و به مدت دو دقیقه عمل همزدن به کمک هموژنایزر با دور ۷۰۰۰ دور در دقیقه صورت گرفت تا اسانس‌ها به طور یکنواخت در مجموعه پخش شوند (Ojagh *et al*., 2010). محلول حاصل به کمک پمپ خلاء هواگیری گردید. سپس جهت تهیه فیلم‌ها، ۱۶۰ سی‌سی محلول حاصل روی قالبی با ابعاد ۲۸/۵×۲۸/۵ سانتی‌متر مربع به‌وسیله تفلون پوشش داده شده ریخته شد و به مدت ۷۲ ساعت برای خشک شدن در دمای محیط قرار گرفت. سرانجام پس از این مدت جهت انجام آزمون‌های بعدی از روی ظروف جداسازی شد. با توجه به اهمیت محتوای رطوبت در نتایج آزمون‌های بعدی جهت تعدیل رطوبتی (رسیدن به وزن ثابت) فیلم‌ها در دسیکاتور در دمای ۲۵ درجه‌سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵۰ درصد نگهداری شدند. برای ایجاد رطوبت نسبی ۵۰ درصد از محلول اشباع نیترات منیزیم استفاده شد. پس از تهیه فیلم مرکب حاوی غلظت‌های مختلف اسانس چوچاق (۵۰۰،۱۰۰۰،۱۵۰۰ قسمت در میلیون) جهت شناسایی فیلم‌ها حاوی غلظت بهتر اسانس با انجام آزمون‌های فیزیکی و مکانیکی ۵ تیمار به شرح جدول ۱ انتخاب گردید.

اندازه‌گیری ضخامت فیلم‌ها

ضخامت نمونه‌ها با یک ریز سنج دیجیتالی (۰/۰۰۱ میلی‌متر، Mitutoyo ساخت ژاپن) اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری‌ها در پنج نقطه از هر نمونه تکرار شد. میانگین ضخامت محاسبه شده و در تعیین مقاومت کششی و نفوذپذیری به بخار آب استفاده گردید (ASTM, 1996).

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-28]

جدول ۱: تیماربندی مربوط به بررسی ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی‌ها
Table 1: Treatment related to physical and mechanical properties

Row	Treatments	Abbreviation
1	Alginate	A
2	Alginate+Nanoclay	A+NC
3	Alginate+Nanoclay+Essence oil (500 ppm)	A+NC+E500 ppm
4	Alginate+Nanoclay+Essence oil (1000 ppm)	A+NC+E1000 ppm
5	Alginate+Nanoclay+Essence oil (1500 ppm)	A+NC+E1500 ppm

اندازه‌گیری میزان رطوبت فیلم‌ها

قطعه‌های فیلم در ابعاد ۳×۳ میلی‌متر بریده شده و هرکدام وزن گردید. مقدار اندازه‌گیری شده به عنوان وزن اولیه قرار داده شد. سپس قطعه‌های نمونه در آون ۹۰ درجه‌سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن خشک نهایی قرار داده شد. سپس نمونه‌ها وزن و مقدار به عنوان وزن خشک در نظر گرفته شد (Ojagh *et al*., 2016).

اندازه‌گیری نرخ عبور بخار آب از درون فیلم‌ها

برای انجام این آزمایش از روش شماره E96 مصوب استاندارد ASTM (۱۹۹۶) استفاده گردید. در این روش ابتدا برای اندازه‌گیری نفوذپذیری درون سلول‌ها، آب ریخته شد و سپس سطح سلول با استفاده از پارافین مذاب (روکش) پوشانده شد. سلول‌ها درون دسیکاتور حاوی سیلیکاژل قرار گرفت. اختلاف رطوبت در دو سمت روکش در دمای ۲۵ درجه‌سانتی‌گراد، گرادینت فشار بخاری معادل ۱۰۳ × ۲/۳۳۷ پاسکال ایجاد گردید. تغییرات وزن سلول‌ها طی زمان با استفاده از یک ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. در تمام نمونه‌ها با رسم منحنی تغییرات وزن سلول نسبت به زمان، یک خط راست (R^2=۰/۹۹) حاصل شد.

کدورت فیلم

نمونه‌های فیلم به صورت چهارگوش بریده شد و در سمت درونی سلول اسپکتروفتومتر (طیف نورسنج) قرار گرفتند. طیف جذب (۸۰۰-۲۰۰ نانومتر) برای هر نمونه با به‌کارگیری اسپکتروفتومتر ثبت شد (Pang and Li, 2014).

اندازه‌گیری خواص مکانیکی فیلم

آزمون‌های مکانیکی فیلم‌ها بر اساس روش اصلاح شده 02-ASTM D0882 (۱۹۹۶) صورت گرفت. فیلم‌ها در قطعات ۷۶۱ سانتی‌متر بریده شده و تحت شرایط رطوبت نسبی ۵۰ درصد و دمای ۲۵ درجه‌سانتی‌گراد مشروط شدند. ضخامت آنها در ۵ نقطه اندازه‌گیری شده و ضخامت متوسط آنها تعیین شد. ویژگی‌های مکانیکی فیلم (میزان کشش پذیری (درصد)، مقاومت به کشش (مگاپاسکال) با استفاده از اینستران اندازه‌گیری شد.

شایان ذکر است، پس از بررسی نتایج شاخص‌های مربوط به خصوصیات فیزیکی و مکانیکی فیلم‌ها غلظت‌های بهتر اسانس شناسایی شد (۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ قسمت در میلیون). به منظور بررسی کارایی نانو کامپوزیت فعال شده به‌وسیله اسانس تولیدی در محیط واقعی و مقایسه آن با نانو کامپوزیت فاقد اسانس و پوشش آلژینات ۵ تیمار به شرح جدول ۲ انتخاب گردید.

تهیه و آماده‌سازی میگو

میگوی خریداری شده از استخر پرورشی به صورت نگهداری شده در نیتروژن مایع به این علت که نمونه‌ها در شرایطی نزدیک به حالت اولیه خود به آزمایشگاه برسند که به ساختار بافتی میگو آسیب نرسد و باعث پایداری بیشتر و نتایج تحلیل‌های آزمایشگاهی قابل اعتماد ترخواهد بود (Mazur, 2015). نمونه‌ها به آزمایشگاه تخصصی علوم و صنایع غذایی ساری (شرکت آزمون سلامت البرز) منتقل شد. در آن‌جا رفع انجماد با قرار دادن نمونه‌ها در یخچال انجام شد. سپس نمونه‌ها پوست‌کنی شده و با آب سرد شستشو گردید و بر توری‌هایی قرار داده شد تا آب اضافی خارج گردد.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-28]

جدول ۲: تیماربندی مربوط به آزمون سرخ کردن و زمان ماندگاری میگو
Table 2: Treatment related to frying test and shrimp shelf life

Row	Treatments	Abbreviation
1	Control	C
2	Alginate	A
3	Alginate+Nanoclay	A+NC
4	Alginate+Nanoclay+Essence oil (1000ppm)	A+NC+E1000 ppm
5	Alginate+Nanoclay+Essence oil (1500ppm)	A+NC+E1500 ppm

میگوها تا زمان پوشش‌دهی با محلول تهیه شده، در یخ نگهداری شد (کمتر از ۷ ساعت) (Basiri *et al.*, 2015). جهت پوشش‌دهی میگوها از روش غوطه‌وری استفاده شد و نمونه‌ها به مدت ۳۰ ثانیه در محلول‌های پوشش‌دهی قرار داده شدند درحالی‌که نمونه‌های شاهد بدون پوشش در همین زمان در آب مقطر قرار داده شدند. سپس کلیه نمونه‌ها روی شبکه‌های استیل قرار گرفته و در آون با جریان هوا با دمای ۲۵ درجه‌سانتی‌گراد به مدت ۵ ساعت خشک گردید.

بخش اول (آزمون سرخ کردن میگو): آزمایش‌های فیزیکوشیمیایی بعد از فرآیند سرخ کردن، انجام گرفت.

بخش دوم (آزمون ماندگاری میگو): کلیه آزمایش‌های شیمیایی و میکروبی در روزهای ۰، ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ از دوره نگهداری در یخچال، بر هر پنج گروه مورد بررسی، انجام گرفت. همچنین ارزیابی حسی نمونه میگو در روز اول و آخر نگهداری صورت پذیرفت.

فرآیند سرخ کردن میگوها

پس از آماده‌سازی نمونه‌ها و قراردهی آنها در محلول‌های (پوشش‌دهی) نمونه‌ها تحت هوادهی در دمای ۲۵ درجه‌سانتی‌گراد خشک شدند. دلایل فنی و کیفی در فرآیند سرخ کردن میگوها به چند مورد می‌توان اشاره کرد: ۱- استحکام بیشتر پوشش، ۲-کاهش جذب روغن، ۳- افزایش تردی و بافت مناسب، ۴- جلوگیری از تشکیل حباب‌ها و خرابی پوشش، ۵- بهبود ظاهر محصول نهایی، ۶- کنترل بهتر فرآیند سرخ کردن و ۷- کاهش پاشش روغن (Kim *et al.*, 2018). بلافاصله در سرخ کن اتوماتیک با ظرفیت ۵ لیتر و دمای قابل کنترل در دمای ۱۶۰ درجه‌سانتی‌گراد و زمان ۵ دقیقه بر اساس روش پیشنهادی USDA (۲۰۱۲) سرخ شدند. روغن آفتابگردان تصفیه شده (مخصوص سرخ کردن) (اویلا، ایران) با توجه به دمای بالای دود کردن آن (۲۵۲ درجه سانتی‌گراد) جهت سرخ کردن میگوها انتخاب گردید. نمونه‌ها در یک سبد سیمی استیل قرار گرفتند و در روغن داغ غوطه‌ور شدند. روغن مورد استفاده پس از هر بار استفاده با روغن تازه جایگزین شدند و نمونه‌های جدید مورد فرآیند سرخ کردن قرار گرفتند. پس از سرخ شدن، میگوها روی کاغذ جاذب روغن قرار گرفتند و روغن اضافی از سطح آنها جداسازی شد (Dehghannasiri *et al.*, 2012). میگوها به مدت ۱۰ دقیقه در دمای اتاق سرد شدند و جهت آزمون‌های بعدی مورد استفاده قرار گرفتند.

آزمون‌های فیزیکوشیمیایی (بعداز سرخ کردن میگو)

آزمایش‌های فیزیکی

سنجش درصد رطوبت

حدود ۱۰-۵ گرم از نمونه میگو، در آون با دمای ۱۰۵ درجه‌سانتی‌گراد قرار گرفت و پس از ۴ ساعت از آن خارج و به داخل دسیکاتور انتقال یافت. نمونه پس از سرد شدن مجددا توزین گردید و عمل خشک شدن تا زمانی ادامه یافت که تغییر وزن محسوسی در نمونه دیده نشد و میزان رطوبت از رابطه ذیل مورد محاسبه قرار گرفت (Avak and Glaser., 2005):

درصد رطوبت =(وزن اولیه/وزن بوته چینی – وزن نهایی) ×۱۰۰

راندمان سرخ کردن

راندمان سرخ کردن به کمک معادله ذیل محاسبه گردید (Daraei garmkhanei *et al.*, 2012):

$$Y(\%)= \frac{F}{NF} \times 100$$

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-28]

Y: راندمان سرخ کردن (درصد)، F: وزن برش‌های پوشش‌دار (بدون پوشش یا شاهد سرخ شده (گرم)، NF: وزن برش‌های پوشش‌دار سرخ نشده (گرم)

آزمایش‌های شیمیایی

اندازه‌گیری پراکسید

نمونه‌ای از روغن استخراجی را به‌دقت در ارلن مایر ۲۵۰ میلی‌لیتری سر سمباده‌ای وزن نموده و حدود ۲۵ میلی‌لیتر از محلول اسیداستیک کلروفرمی (نسبت کلروفرم به اسیداستیک ۲:۳) به محتویات ارلن اضافه شد. سپس ۰/۵ میلی‌لیتر از محلول یدورپتاسیم اشباع، ۳۰ میلی‌لیتر از آب مقطر و ۰/۵ میلی‌لیتر محلول نشاسته یک درصد به مجموعه افزوده شده و مقدار ید آزاد شده با محلول تیوسولفات‌سدیم ۰/۰۱ نرمال تیتر گردید (Ronald and Ronald, 1991). میزان پراکسید بر حسب میلی‌اکی‌والان اکسیژن در کیلوگرم چربی و بر اساس معادله ذیل محاسبه شد:

وزن نمونه روغن/۱۰۰۰ × نرمالیته × حجم مصرفی تیوسولفات=PV

اندازه‌گیری مجموع بازهای نیتروژنی فرار

مطابق روش (Avak and Glaser., 2005)۱۰ گرم میگو را همراه با ۲ گرم اکسیدمنیزیم و ۳۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر داخل بالن کلدال ریخته شد. سپس چند عدد (سنگ جوش) به همراه اکتان نرمال (ضدکف) به آن اضافه گردید (Vogel *et al*.,1989). در ادامه،بالن به دستگاه وصل گردید و از زیر به آن حرارت داده شد. داخل یک ارلن مایر ۲۵۰ میلی‌لیتری نیز، ۲۵ میلی‌لیتر از محلول اسیدبوریک ۲ درصد (۲ گرم اسیدبوریک در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر) به همراه چند قطره معرف متیل قرمز (۰/۱ گرم متیل قرمز در ۱۰۰ میلی‌لیتر اتانول) قرار داده شد. متیل قرمز در محیط اسیدی قرمز رنگ و در محیط بازی زرد رنگ است. عمل تقطیر تا گذشت ۳۰ دقیقه از زمان جوشش مواد درون بالن، یا جمع شدن حدود ۱۲۵ میلی‌لیتر مایع در ارلن مایر ادامه یافت. محلول اسیدبوریک به محض قلیایی شدن به‌وسیله بازهای ازته فرار تقطیر شده، زرد رنگ شد. عمل تیتراسیون این محلول با اسید سولفوریک ۰/۱ نرمال تا جایی ادامه یافت که اسید بوریک دوباره قرمز شد. مقدار TVB-N به صورت میلی‌گرم در صد گرم گوشت میگو با توجه به رابطه ذیل به‌دست آمد:

وزن نمونه/۱۰۰×۱/۴× میزان اسید هیدروکلریک مصرفی= TVB-N

آزمون‌های شیمیایی و میکروبی و حسی (ماندگاری میگو سرخ نشده)

آزمایش‌های میکروبی

جهت تعیین اثرات ضد میکروبی پوشش‌های فعال بر بار میکروبی نمونه‌های میگو در طول دوره نگهداری در یخچال، تعیین کل باکتری‌های زنده (TVC) و باکتری‌های سرمادوست (PTC) انجام شد (Arancibia *et al*., 2014). برای آزمایش‌های میکروبی ۲۵ گرم از نمونه میگو در شرایط اسپتیک با ۲۲۵ میلی‌لیتر محلول ۰/۱ درصد (محیط کشت پپتون واتر به عنوان یک رقیق کننده) با یک مخلوط‌کن به مدت ۶۰ ثانیه در دمای محیط به‌خوبی مخلوط شد. سپس با استفاده از محیط کشت ۰/۱ درصد و رقت‌سازی‌های یک به ۱۰، سری رقت‌های مورد نیاز تهیه شد (تا رقت ۱۰۶) و از هر رقت میزان ۰/۱ میلی‌لیتر بر محیط‌های کشت آگار جهت کشت باکتری پخش شد. جهت شمارش کل باکتری‌های زنده از محیط کشت[1] و گرمخانه‌گذاری در دمای ۳۰ درجه‌سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت استفاده شد درحالی‌که برای شمارش باکتری‌های سرمادوست از دمای ۷ درجه‌سانتی‌گراد به مدت ۱۰ روز استفاده شد (Abdolahi *et al*., 2011). جهت بالا بردن دقت کار در ارزیابی‌های میکروبی، سه تکرار از هر نمونه و برای هر تکرار چهار رقت مناسب در هر روز ارزیابی، در نظر گرفته شد. نهایتاً شمارش‌های انجام شده به لگاریتم‌هایی از تعداد واحدهای شکل‌گیری کلونی (CFU) تبدیل شد.

آزمون حسی

جهت انجام آزمون حسی نمونه‌های میگو با استفاده از دستگاه سرخ‌کن و روغن گیاهی مخصوص سرخ‌کردنی، در دمای ۱۷۰ درجه به مدت ۵ دقیقه پخت گردید. در ادامه، ۱۰ ارزیاب (آموزش دیده) از نظر رنگ، بو، طعم و پذیرش

[1] Plate count agar

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-28]

کلی در روز اول و آخر نگهداری ویژگی‌های حسی نمونه‌ها را با آزمون هدونیک پنج نقطه‌ای ارزیابی کردند که امتیاز ۵ بیانگر بسیار خوب بودن و امتیاز ۱ بیانگر بسیار بد بودن نمونه بود (Dehghannasiri *et al*., 2012). برای هر ارزیاب یک بلوک در نظرگرفته شد و داده‌های حاصل از آزمون حسی با طرح بلوک کاملاً تصادفی با نرم افزار SPSS در سطح اطمینان ۹۵ درصد به صورت غیرنرمال تجزیه‌وتحلیل شد.

روش تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها

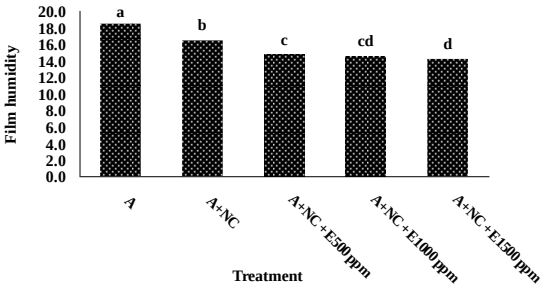
تجزیه و تحلیل داده‌ها، با توجه به نرمال بودن داده‌ها و همگنی واریانس، با استفاده از روش آنالیز واریانس یک‌طرفه (One-Way ANOVA) استفاده شد. برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد استفاده شد. تمام داده‌ها به صورت میانگین ± انحراف معیار گزارش شد و ارزیابی‌ها در ۳ تکرار صورت پذیرفت. برای تجزیه‌وتحلیل آماری آزمون حسی از روش غیرپارامتریک آزمون کای اسکور استفاده گردید. از نرم افزار SPSS (Version 18) برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها و Excel برای رسم نمودارها استفاده گردید.

نتایج

ویژگی‌های فیزیکی فیلم

درصد رطوبت فیلم

باتوجه به نتایج بیشترین مقادیر رطوبت در فیلم آلژینات بوده است (۱۸/۵۳ درصد) (p<۰/۰۵) (شکل ۱). با افزودن نانورس و همچنین اسانس چوچاق به فیلم آلژینات میزان رطوبت کاهش یافت به‌طوری‌که کمترین میزان رطوبت در فیلم آلژینات+نانورس+اسانس ۱۵۰۰ قسمت در میلیون مشاهده شد (۱۴/۲۳ درصد).

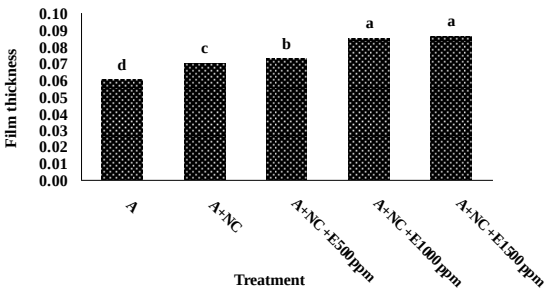


شکل ۱: درصد رطوبت فیلم در تیمارهای مختلف

Figure 1: Percentage of film humidity (%) in different treatments

ضخامت فیلم

با توجه به نتایج کمترین مقادیر ضخامت در فیلم آلژینات بوده است (۰/۰۶ میلی‌متر) (p<۰/۰۵) (شکل ۲). با افزودن نانورس و همچنین اسانس چوچاق به فیلم آلژینات میزان ضخامت افزایش یافت به‌طوری‌که بیشترین میزان ضخامت در فیلم آلژینات+نانورس+اسانس ۱۵۰۰ قسمت در میلیون (۰/۰۸۶ میلی‌متر) و فیلم آلژینات+نانورس+اسانس ۱۰۰۰ قسمت در میلیون مشاهده شد. این دو تیمار اختلاف معنی‌داری باهم نداشتند (p>۰/۰۵).



شکل ۲: میزان ضخامت فیلم (میلی‌متر) در تیمارهای مختلف

Figure 2: Amount of Film thickness (mm) in different treatments

نفوذپذیری فیلم در برابر بخارآب (WVP)

با توجه به نتایج بیشترین مقادیر WVP[1] در فیلم آلژینات بوده است. ($1/70\times10^{-11}$ $gs^{-1}m^{-1}Pa^{-}$) (p<۰/۰۵) (شکل ۳). با افزودن نانورس و اسانس چوچاق به فیلم آلژینات، میزان WVP کاهش یافت به‌طوری‌که کمترین میزان WVP در فیلم آلژینات + نانوروس+اسانس ۱۵۰۰ قسمت

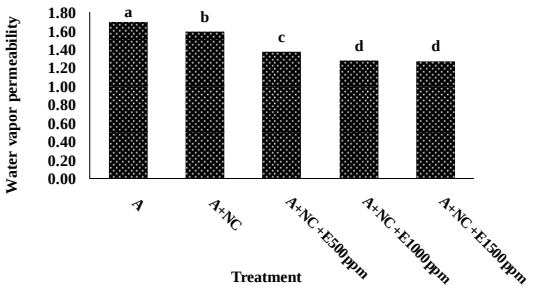
[1] Water vapor permeability

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-28]

در میلیون ($1/27\times10^{-11}$ $gs^{-1}m^{-1}Pa^{-1}$) و فیلم آلژینات + نانورس+ اسانس ۱۰۰۰ قسمت در میلیون مشاهده شد ($1/28\times10^{-11}$ $gs^{-1}m^{-1}Pa^{-1}$). این دو تیمار اختلاف معنی‌داری باهم نداشتند ($p>0/05$).

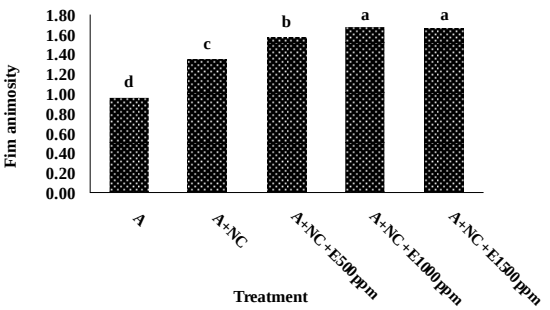
کدورت فیلم

با توجه به نتایج، کمترین مقادیر کدورت در فیلم آلژینات بوده است (۰/۹۶) ($p<0/05$) (شکل ۴). با افزودن نانورس و اسانس چوچاق به فیلم آلژینات میزان کدورت فیلم افزایش یافت به‌طوری‌که بیشترین میزان کدورت در فیلم آلژینات + نانورس+ اسانس ۱۵۰۰ قسمت در میلیون (۱/۶۷) و فیلم آلژینات + نانورس+ اسانس ۱۰۰۰قسمت در میلیون مشاهده شد (۱/۶۸). این دو تیمار اختلاف معنی‌داری باهم نداشتند ($p>0/05$).



شکل ۳: میزان نفوذپذیری فیلم در برابر بخارآب در تیمارهای مختلف

Figure 3: Amount of water vapor permeability in different treatments



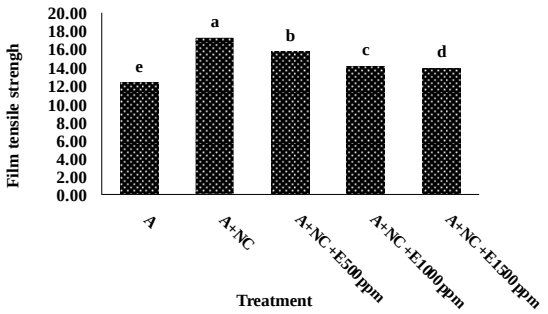
شکل ۴: میزان کدورت فیلم در تیمارهای مختلف

Figure 4: Amount of film animosity in different treatments

ویژگی‌های مکانیکی فیلم

مقاومت‌کششی فیلم

با توجه به نتایج کمترین مقادیر مقاومت‌کششی در فیلم آلژینات بوده است (۱۲/۳۲ مگاپاسکال). با افزودن نانورس مقادیر مقاومت‌کششی افزایش یافت، اما افزودن اسانس چوچاق به فیلم آلژینات + نانورس میزان مقاومت کششی، فیلم کاهش یافت به‌طوری‌که بیشترین میزان مقاومت کششی در فیلم آلژینات + نانورس مشاهده شد (۱۷ /۲۷ مگا پاسکال) ($p<0/05$) (شکل ۵).



شکل ۵: میزان مقاومت کششی فیلم در تیمارهای مختلف

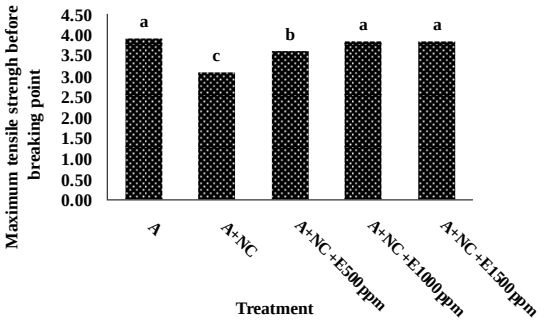
Figure 5: Amount of film tensile strength in different treatments

حداکثر کشش تا قبل از نقطه پارگی فیلم[1]

افزودن نانورس به فیلم آلژینات سبب کاهش حداکثر کشش تا قبل از نقطه پارگی شد، اما با افزودن اسانس به فیلم آلژینات+نانورس سبب شد، حداکثر کشش تا قبل از نقطه پارگی افزایش یافت به‌طوری‌که کمترین مقادیر حداکثر کشش تا قبل از نقطه پارگی در فیلم آلژینات+نانورس مشاهده شد (۳ /۰۸ درصد) ($p<0/05$) (شکل ۶). بیشترین مقادیر حداکثر کشش تا قبل از نقطه پارگی در فیلم آلژینات (۳/۸۳ درصد)، آلژینات+ نانورس+ اسانس ۱۵۰۰ قسمت در میلیون (۳/۸۴ درصد) و فیلم آلژینات+نانورس+ اسانس ۱۰۰۰ قسمت در میلیون مشاهده شد (۳/۹۰ درصد). این ۳ تیمار اختلاف معنی‌داری باهم نداشتند ($p>0/05$).

[1] Maximum tensile strength before breaking point

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-28]

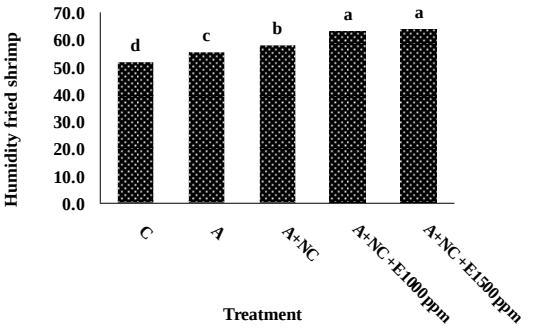


شکل ۶: حداکثر کشش تا قبل از نقطه پارگی فیلم در تیمارهای مختلف

Figure 6: Amount of maximum tensile strength before breaking point in different treatments

مقادیر رطوبت در میگوی سرخ شده

با توجه به نتایج، کمترین مقادیر رطوبت در تیمار شاهد مشاهده شد (۵۱/۷۶ درصد) (شکل ۷). استفاده از پوشش آلژینات+نانورس باعث افزایش رطوبت شد و با افزودن اسانس مقادیر رطوبت بیشتری مشاهده شد. بیشترین مقادیر رطوبت در فیلم آلژینات+نانورس+اسانس ۱۵۰۰ قسمت در میلیون (۶۳/۷۳ درصد) و فیلم آلژینات+نانورس+اسانس ۱۰۰۰ قسمت در میلیون مشاهده شد (۶۳/۲۰ درصد). این دو تیمار اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند.

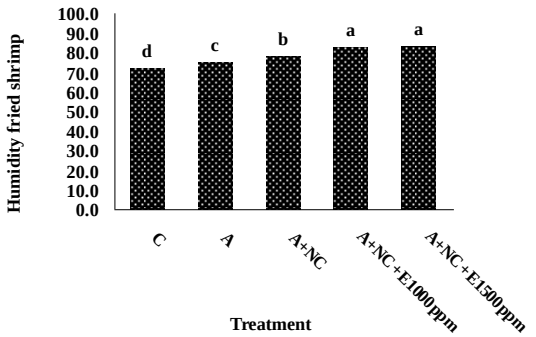


شکل ۷: میزان رطوبت میگوی سرخ شده در تیمارهای مختلف

Figure 7: Amount of humidity of the fried shrimp in different treatments

مقادیر راندمان سرخ کردن[1] در تیمارهای مختلف میگوی سرخ شده

با توجه به نتایج، کمترین مقادیر راندمان سرخ کردن در تیمار شاهد مشاهده شد (۷۲/۱۰ درصد) (شکل ۸). استفاده از پوشش آلژینات+نانورس باعث افزایش راندمان شد و با افزودن اسانس مقادیر راندمان بیشتری مشاهده شد. بیشترین مقادیر راندمان در فیلم آلژینات+نانورس+اسانس ۱۵۰۰ قسمت در میلیون (۸۳/۵۰ درصد) و فیلم آلژینات+نانورس+اسانس ۱۰۰۰ قسمت در میلیون مشاهده شد (۸۲/۹۰ درصد). این دو تیمار اختلاف معنی‌داری باهم نداشتند ($p>0/05$). به طور کلی، راندمان شامل چند عامل از جمله: ۱- وزن نهایی محصول: درصد وزن میگو بعد از سرخ کردن نسبت به وزن اولیه و ۲- میزان جذب روغن: جذب بیش از حد روغن ممکن است منجربه کاهش کیفیت محصول شود که پوشش مورد نظر با توجه داشتن نانو رس و اسانس باعث کاهش نفوذ روغن در بافت میگو می‌شود، ۳- اتلاف مواد: مقدار ضایعات و مواد زائد تولیدی در فرآیند سرخ کردن که راندمان بالاتر به معنای کاهش این اتلاف‌هاست و ۴-کیفیت محصول: شامل ارزیابی ویژگی‌های مانند بافت، طعم، رنگ و ظاهر میگو بعد از فرآیند سرخ‌کردن است. این عوامل مجموعاً راندمان سرخ‌کردن را تعیین کرده و به بهینه‌سازی فرآیند تولید کمک می‌کنند تا محصول نهایی با کیفیت و به صرفه تولید شود (Martinez *et al.*, 2021).



شکل ۸: راندمان سرخ کردن میگوی سرخ شده در تیمارهای مختلف

Figure 8: Amount of frying shrimp efficiency in different treatments

[1] Frying efficiency

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-28]

تغییرات مقادیر عدد پراکسید PV طی مدت نگهداری

نتایج آزمون مربوط مقادیر عدد پراکسید نشان داد که تغییرات عدد پراکسید تحت تاثیر زمان و تیمار است، به همین علت تجزیه‌وتحلیل آماری تاثیر زمان و تیمار بر میزان عدد پراکسید به طور جداگانه ارزیابی شد. با افزایش زمان میزان عدد پراکسید در تمامی تیمارها به طور معنی‌داری افزایش یافته است (جدول ۳) (p<۰/۰۵). با توجه به نتایج تجزیه‌وتحلیل آماری تیمارهای مختلف در روز صفر نگهداری اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند (p>۰/۰۵). اما در سایر روزهای نگهداری افزودن نگهدارنده‌های طبیعی سبب کند شدن روند افزایشی عدد پراکسید شد (p<۰/۰۵) به‌طوری‌که بیشترین مقادیر در تیمار شاهد و کمترین مقادیر در تیمار آلژینات+نانورس+اسانس ۱۵۰۰قسمت در میلیون مشاهده شد (p<۰/۰۵).

جدول ۳: مقادیر پراکسید (PV؛ میلی اکی والان اکسیژن در کیلوگرم چربی) طی مدت زمان نگهداری در تیمارهای مختلف

Table 3: Amounts of peroxide (PV; meqO2/kg fat) during the storage period in different treatments

Treatment	Storage period (day)				
	0	4	8	12	16
Control	0.02^{Ae}±0.97	0.25^{Ad}±2.46	0.17^{Ac}±4.30	0.18^{Ab}±6.19	0.33^{Aa}±8.23
A	0.02^{Ae}±0.95	0.08^{Bd}±2.02	0.08^{Bc}±3.31	0.12^{Bb}±5.66	0.20^{Ba}±6.76
A+NC	0.02^{Ae}±0.93	0.03^{Cd}±1.77	0.07^{Cc}±2.94	0.06^{Cb}±5.06	0.08^{Ca}±6.04
A+NC+E1000 ppm	0.05^{Ae}±0.93	0.06^{Db}±1.59	0.04^{Dc}±2.14	0.07^{Dc}±3.25	0.22^{Da}±4.77
A+NC+E1500 ppm	0.04^{Ae}±0.95	0.02^{Ed}±1.40	0.08^{Ec}±1.90	0.05^{Eb}±3.03	0.14^{Ea}±3.89

تغییرات مقادیر بازهای نیتروژنی فرار TVB-N طی مدت نگهداری

با افزایش زمان میزان بازهای نیتروژنی فرار در تمامی تیمارها به طور معنی‌داری افزایش یافته است (جدول ۴) (p<۰/۰۵). با توجه به نتایج تجزیه‌وتحلیل آماری، تیمارهای مختلف در روز صفر نگهداری اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند (p>۰/۰۵)، اما در سایر روزهای نگهداری افزودن نگهدارنده‌های طبیعی سبب کندشدن روند افزایشی بازهای نیتروژنی فرار شد (p<۰/۰۵) به‌طوری‌که بیشترین مقادیر در تیمار شاهد و کمترین مقادیر در تیمار آلژینات+ نانورس+اسانس ۱۵۰۰قسمت در میلیون مشاهده شد (p<۰/۰۵)، اما در انتهای دوره نگهداری این تیمار اختلاف معنی‌داری با تیمار آلژینات + نانورس+ اسانس ۱۰۰۰ قسمت در میلیون نداشت (p>۰/۰۵).

جدول ۴: مقادیر مجموع بازهای نیتروژنی فرار (TVB-N؛ میلی گرم در صد گرم) طی مدت زمان نگهداری در تیمارهای مختلف

Table 4: Amounts of total volatile basic nitrogen (TVB-N; mg/100g) during the storage period in different treatments

Treatment	Storage period (day)				
	0	4	8	12	16
C	0.31^{Ae}±11.20	0.57^{Ad}±20.39	0.48^{Ac}±30.01	0.92^{Ab}±37.04	3.10^{Aa}±49.39
A	0.12^{Ae}±10.97	0.71^{Bd}±18.34	1.18^{Bc}±24.19	$0/27^{Bb}$±30.53	0.75^{Ba}±43.25
A+NC	0.26^{Ae}±11.15	0.23^{Cd}±14.55	0.72^{Cc}±19.14	$0/83^{Cb}$±25.51	0.76^{Ca}±32.22
A+NC+E1000 ppm	0.18^{Ae}±11.16	0.37^{Dd}±13.60	0.19^{Dc}±16.13	$0/56^{Dc}$±21.69	0.30^{Da}±27.33
A+NC+E1500 ppm	0.39^{Ae}±11.04	0.50^{Dd}±13.31	0.48^{Dc}±15.63	$0/46^{Eb}$±18.92	1.01^{Da}±25.00

تغییرات مقادیر باکتری TVC کل طی مدت نگهداری

با افزایش زمان میزان باکتری کل در تمامی تیمارها به طور معنی‌داری افزایش یافته است (جدول ۵) (p<۰/۰۵). با توجه به نتایج تجزیه‌وتحلیل آماری تیمارهای مختلف در روز صفر نگهداری اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند (p>۰/۰۵)، اما در سایر روزهای نگهداری، افزودن نگهدارنده‌های طبیعی سبب کند شدن روند افزایشی باکتری کل شد (p<۰/۰۵) به‌طوری‌که بیشترین مقادیر در تیمار شاهد و کمترین مقادیر در تیمار آلژینات+نانورس+اسانس ۱۵۰۰قسمت در میلیون مشاهده شد (p<۰/۰۵).

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-28]

جدول ۵: مقادیر باکتری کل (TVC؛ Log CFU/g) طی مدت زمان نگهداری در تیمارهای مختلف

Table 5: Amounts of total viable count (TVC; Log CFU/g) during the storage period in different treatments

Treatment	Storage period (day)				
	0	4	8	12	16
C	$0.11^{Ae}\pm2.98$	$0.12^{Ad}\pm4.92$	$0.08^{Ac}\pm7.06$	$0.03^{Ab}\pm8.38$	$0.06^{Aa}\pm10.05$
A	$0.20^{Ae}\pm2.97$	$0.11^{Bd}\pm4.02$	$0.12^{Bc}\pm6.37$	$0.05^{Bb}\pm7.59$	$0.19^{Ba}\pm8.74$
A+NC	$0.08^{Ae}\pm3.05$	$0.10^{Cd}\pm3.84$	$0.08^{Cc}\pm5.67$	$0.17^{Cb}\pm7.03$	$0.010^{Ca}\pm7.49$
A+NC+E1000 ppm	$0.09^{Ae}\pm2.97$	$0.04^{Cd}\pm3.72$	$0.16^{Dc}\pm4.81$	$0.13^{Db}\pm6.11$	$0.19^{Da}\pm6.91$
A+NC+E1500 ppm	$0.08^{Ae}\pm3.08$	$0.10^{Cd}\pm3.68$	$0.03^{Ec}\pm4.39$	$0.13^{Eb}\pm5.84$	$0.11^{Ea}\pm6.38$

تغییرات مقادیر باکتری سرمادوست PTC طی مدت نگهداری

با افزایش زمان میزان باکتری سرمادوست در تمامی تیمارها به طور معنی‌داری افزایش یافته است (جدول ۶) ($p<۰/۰۵$). با توجه به نتایج تجزیه‌وتحلیل آماری تیمارهای مختلف در روز صفر نگهداری، اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند ($p>۰/۰۵$). اما در سایر روزهای نگهداری افزودن نگهدارنده‌های طبیعی سبب کندشدن روند افزایشی باکتری سرمادوست شد ($p<۰/۰۵$) به‌طوری‌که در انتهای دوره نگهداری، بیشترین مقادیر در تیمار شاهد و کمترین مقادیر در تیمار آلژینات+نانورس+اسانس ۱۵۰۰ قسمت در میلیون مشاهده شد ($p<۰/۰۵$).

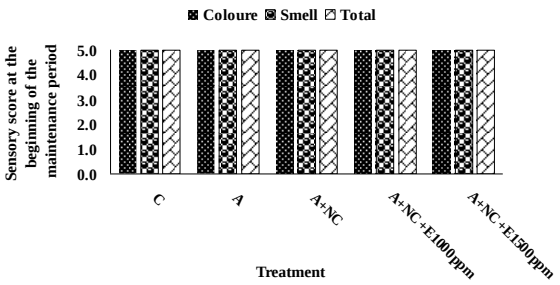
جدول ۶: مقادیر باکتری سرمادوست (PTC؛ Log CFU/g) طی مدت زمان نگهداری در تیمارهای مختلف

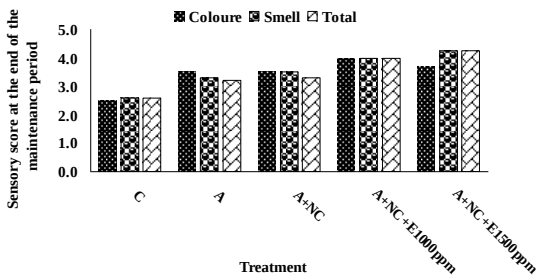
Table 6-Amounts of psychrotrophic count (PTC; Log CFU/g) during the storage period in different treatments

Treatment	Storage period (day)				
	0	4	8	12	16
C	$0.04^{Ae}\pm2.64$	$0.10^{Ad}\pm3.88$	$0.18a^{Ac}\pm6.56$	$0.06^{Ab}\pm8.05$	$0.22^{Aa}\pm9.70$
A	$0.08^{Ae}\pm2.57$	$0.03^{Bd}\pm3.38$	$0.13^{Bc}\pm6.12$	$0.15^{Bb}\pm7.19$	$0.09^{Ba}\pm8.15$
A+NC	$0.08^{Ae}\pm2.64$	$0.13^{Cd}\pm3.13$	$0.12^{Cc}\pm4.86$	$0.13^{Cb}\pm5.63$	$0.05^{Ca}\pm7.02$
A+NC+E1000 ppm	$0.08^{Ae}\pm2.66$	$0.06^{Cd}\pm3.05$	$0.10^{Dc}\pm3.85$	$0.09^{Dc}\pm4.97$	$0.06^{Da}\pm6.51$
A+NC+E1500 ppm	$0.04^{Ae}\pm2.61$	$0.09^{Dd}\pm2.97$	$0.05^{Dc}\pm3.74$	$0.04^{Eb}\pm4.70$	$0.13^{Ea}\pm6.13$

رزیابی حسی میگو در روز ابتدا و انتهای دوره نگهداری

با توجه به نتایج تجزیه‌وتحلیل آماری تیمارهای مختلف در روز صفر نگهداری، اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند (شکل ۹).





شکل ۹: ارزیابی حسی میگو در ابتدا و انتهای دوره نگهداری در تیمارهای مختلف

Figure 9: Sensory score at the beginning and end of the maintenance period in different treatments

با افزایش زمان، امتیاز حسی در تمامی تیمارها به طور معنی‌داری کاهش یافته است ($p<۰/۰۵$). در انتهای دوره نگهداری افزودن نگهدارنده‌های طبیعی سبب کندشدن روند کاهشی امتیاز حسی شد به‌طوری‌که در انتهای دوره

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-28]

نگهداری، کمترین مقادیر در تیمار شاهد و بیشترین مقادیر در تیمار آلژینات+نانورس+اسانس ۱۵۰۰قسمت در میلیون مشاهده شد ($p<۰/۰۵$).

بحث

میگو منبع خوبی از پروتئین است و در عین حال میزان اندکی کالری و چربی است که آن را به یک گزینهٔ غذایی مطلوب و بسیار سالم تبدیل کرده است. با وجود آن‌که میگو محتوای کلسترول بالایی دارد (Timothy *et al.*, 2011)، اما میزان چربی اشباع که منبع تولید کلسترول در بدن است، در میگو بسیار کم است و همانند سایر فرآورده‌های دریایی به تغییرات اکسیداسیون طی مدت نگهداری حساس بوده و کاهش کیفیت در این فرآورده در مرحله اول به دلیل فعالیت میکروارگانیسم‌ها و اکسیداسیون چربی‌هاست. همچنین با توجه به تغییرات میکروبی میگو هنگام نگهداری به روش سرد و مشکلات استفاده از نگهدارنده‌های مصنوعی، کاربرد مواد طبیعی که قابلیت زیست تخریب‌پذیری دارند و در عین حال بتواند باعث حفظ کیفیت و ایمنی محصولات غذایی شود، ضرورت می‌یابد. پوشش‌های خوراکی دارای نگهدارنده‌های طبیعی با خاصیت ضدمیکروبی و ضداکسیداسیونی می‌توانند به عنوان راه‌حل مناسب در راستای حفظ کیفیت میگو در طول دوره نگهداری و در فرآیند سرخ کردن تلقی گردند. محصول بیشتر، ظاهری مطلوب‌تر و استفاده آسان‌تر از مزایای بالقوه فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی است. همچنین ورود فناوری نانو به صنعت بسته‌بندی مواد غذایی بسیاری از مشکلات این صنعت را رفع کرده و در جهت بهبود خواص فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی است. با توجه به مطالب مذکور در مطالعه حاضر، مقایسه اثرات پوشش‌های نانوکامپوزیت آلژینات و نانورس حاوی اسانس گیاه چوچاق بر بار میکروبی، خصوصیات شیمیایی، حسی و اکسیداسیون میگوی سفید در طول دوره نگهداری در دمای یخچال و سرخ کردن مورد بررسی قرار می‌گیرد.

نتایج ویژگی فیزیکی درصد رطوبت فیلم، نشان داد که کمترین میزان درصد رطوبت در فیلم آلژینات+نانورس+اسانس ۱۵۰۰ قسمت در میلیون مشاهده شد که علت کاهش رطوبت تشکیل اتصالات کووالانسی بین زنجیره‌ای باآلژینات+ نانو رس و اسانس است. همچنین ایجاد این اتصالات منجر به کاهش گروه‌های هیدروکسیل و آمین آزاد موجود در شبکه فیلم است (Mahdavi *et al.*, 2019). بیشترین میزان ضخامت در فیلم آلژینات+نانورس+اسانس ۱۵۰۰ قسمت در میلیون (۰/۰۸۶ میلی‌متر) و فیلم آلژینات+نانورس+اسانس ۱۰۰۰ قسمت در میلیون مشاهده شد که علت افزایش ضخامت، افزایش ماده خشک فیلم‌ها و جذب آب در ناحیه تک لایه به‌وسیله این ترکیب هیدروکلوئیدی است (Shavisi *et al.*, 2017). نفوذپذیری فیلم در برابر بخارآب با افزودن نانورس و اسانس چوچاق به فیلم آلژینات میزان WVP کاهش یافت به‌طوری‌که کمترین میزان WVP در فیلم آلژینات+ نانوروس+اسانس ۱۵۰۰ قسمت در میلیون ثبت گردید که علت این کاهش در اثر افزودن اسانس، گاهی اوقات زنجیره‌های پلیمری سبب کاهش ترک پلیمر می‌شود. از این‌رو، با کاهش انتشار از طریق فضای میانی زنجیره‌های نشاسته، موجب کاهش نفوذپذیری می‌شود. همچنین بیشترین میزان کدورت در فیلم آلژینات + نانورس+ اسانس ۱۵۰۰ قسمت در میلیون و فیلم آلژینات + نانورس+ اسانس ۱۰۰۰ قسمت در میلیون مشاهده شد که علت افزایش کدورت به دلیل رنگ تیره اسانس بوده و ممکن است به علت وجود ترکیبات پلی‌فنلی موجود در اسانس‌ها و افزایش زبری و ضخامت فیلم‌های حاوی نانورس و اسانس نسبت داد (Shakour *et al.*, 2021).

نتایج ویژگی مکانیکی مقاومت‌کششی در فیلم، نشان داد که با افزودن اسانس چوچاق به فیلم آلژینات+نانورس میزان مقاومت کششی، فیلم کاهش یافت که دلیل کاهش مقاومت کششی این است که مولکول‌های اسانس، کشش مولکول‌های فیلم‌ها را با کاهش دادن اتصالات درون مولکولی در زنجیره‌های پروتئینی کمتر می‌کنند. به عبارتی، به دلیل کم شدن دانسیته مولکولی، انعطاف‌پذیری در غلظت‌های بالاتر اسانس بیشتر می‌شود. افزودن اسانس به فیلم آلژینات + نانورس سبب شد، حداکثر کشش تا قبل از نقطه پارگی افزایش یافت که علت آن حضور اسانس در بستر پلیمر، از طریق کاهش نیروهای بین مولکولی در

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-28]

زنجیره‌های پلیمر سبب افزایش انعطاف‌پذیری و تحرک زنجیره‌ای پلیمر می‌گردد. بنابراین، اسانس می‌تواند در نقش نرم‌کننده باعث افزایش ازدیاد طول فیلم تا لحظه پاره شدن و کاهش مقاومت کششی فیلم شود (Fattahi *et al.*, 2020). بیشترین مقادیر رطوبت در فیلم در تیمارهای آلژینات+ نانورس+ اسانس ۱۵۰۰ قسمت در میلیون و آلژینات+نانورس+ اسانس ۱۰۰۰ قسمت در میلیون مشاهده شد. می‌توان اظهار نمود که با افزایش غلظت محلول‌های هیدروکلوئیدی میزان رطوبت افزایش می‌یابد. این امر ممکن است به دلیل تاثیر توأم خاصیت تشکیل ژل طی حرارت‌دهی و میزان بالای پوشش‌دهی، باعث ایجاد یک لایه مناسب و نسبتاً ضخیم در برابر خروج رطوبت به درون میگوها گردید (Bahrami Feridoni *et al.*, 2020). بیشترین مقادیر راندمان سرخ کردن در فیلم آلژینات+نانورس+ اسانس ۱۵۰۰ قسمت در میلیون و فیلم آلژینات+نانورس+اسانس ۱۰۰۰ قسمت در میلیون مشاهده شد که علت آن را با مقایسه با تحقیق Daraei garmkhanei و همکاران (۲۰۰۹) نیز مشاهده گردید به‌طوری‌که آنها اعلام نمودند، افزودن عصاره ریزپوشانی شده چای‌ترش به همراه پوشش خوراکی کربوکسی متیل سلولز سبب افزایش راندمان سرخ کردن ناگت مرغ می‌شود.

آزمون‌های شیمیایی و میکروبی و حسی (ماندگاری میگو سرخ نشده) نیز در این تحقیق مورد ارزیابی قرار گرفت. استفاده از اسانس چوچاق به طور موثرتری سبب کندشدن روند افزایشی عدد پراکسید شد. کاهش در میزان اکسیداسیون چربی‌ها به‌وسیله اسانس ممکن است مربوط به ترکیبات پلی‌فنول آن باشد. آنتی‌اکسیدان‌های پلی‌فنول به عنوان جاذب اکسیژن عمل نمی‌کنند بلکه از تشکیل رادیکال‌های آزاد چرب که قطعاً در فرآیند اتواکسیداسیون با اکسیژن واکنش می‌دهند یا آن را جذب کرده، ممانعت می‌کنند و از این طریق موجب تاخیر در اتواکسیداسیون چربی‌ها می‌شوند (Eslamian Amiri *et al.*, 2021). بیشترین مقادیر بازهای نیتروژنی فرار در تیمار شاهد و کمترین مقادیر در تیمار آلژینات+ نانورس+اسانس ۱۵۰۰ قسمت در میلیون مشاهده شد. این واقعیت، نشان‌دهنده کاهش سریع جمعیت باکتریایی یا کاهش ظرفیت باکتری‌ها برای تخمیر اکسیداتیو ترکیبات نیتروژنی غیر پروتئینی (یا هردو) به علت تاثیر اسانس‌های گیاهی است (Tometri *et al.*, 2020). کمترین باکتری کل در تیمار آلژینات+ نانورس+ اسانس ۱۵۰۰ قسمت در میلیون مشاهده شد به‌طوری‌که مکانیسم عمل اسانس‌ها مشابه با فعالیت ضدمیکروبی ترکیبات فنولی است. یکی از خصوصیات ویژه اسانس‌ها خاصیت آب گریزی آنهاست که سبب ایجاد قابلیت واکنش آنها با لیپیدهای موجود در غشاء سلولی می‌شود. این حالت سبب قابلیت نفوذپذیری غشاء، اختلال در ساختار اصلی سلول‌ها و از بین بردن هموستازی سلولی (حفظ تعادل سلولی) می‌شود (Eslamian Amiri *et al.*, 2021). کمترین مقادیر باکتری سرمادوست در تیمار آلژینات+ نانورس+ اسانس ۱۵۰۰ قسمت در میلیون مشاهده شد. در مقایسه با مطالعه Eslamian Amiri (۲۰۲۱) که به بررسی پوشش مرکب آلژینات+ دانه چیا به همراه اسانس برگ بو بر مقادیر باکتری کل و سرمادوست گوشت بلدرچین طی دوره نگهداری ۱۶ روزه در یخچال پرداختند، آنها نیز اعلام نمودند که استفاده از اسانس به همراه پوشش خوراکی سبب کندشدن تغییرات باکتری کل و سرمادوست طی دوره نگهداری می‌شود. در ارزیابی حسی میگو در انتهای دوره نگهداری، کمترین مقادیر در تیمار شاهد و بیشترین مقادیر در تیمار آلژینات+ نانورس+ اسانس ۱۵۰۰قسمت در میلیون مشاهده شد. می‌توان بیان نمود که اکسیداسیون چربی منجر به تخریب و افت کیفیت حسی و کاهش مقدار مواد مغذی از جمله کاهش اسیدهای چرب چند غیر اشباع ضروری (PUFA) و تولید محصولات سمی اکسیداسیون می‌گردد (Zarandi *et al.*, 2022).

به طور کلی، نتایج مطالعه حاضر نشان داد که پوشش آلژینات+نانورس دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی و ضدمیکروبی است که در مقایسه با تحقیقات انجام گرفته در جدول ۷، افزودن اسانس باعث افزایش خواص مطروحه حاصل گردید به‌طوری‌که میگو حاوی آلژینات+نانورس+اسانس چوچاق علاوه بر خاصیت آنتی اکسیدانی (مشابه گیاه آویشن و اناریجه)، روند فساد میکروبی و اکسیداسیونی در میگو را به طور معنی‌داری به تعویق انداخت و عمر ماندگاری میگو را افزایش داد. از

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-28]

مزایای اقتصادی استفاده از نگهدارنده‌های طبیعی در صنعت فرآوری میگو می‌توان به: ۱- افزایش عمر مفید محصولات، ۲- جذب مصرف کنندگان و افزایش فروش محصولات، ۳- کاهش هزینه‌های بهداشتی ناشی از مصرف مواد شیمیایی، ۴- مزایای محیط زیستی، ۵- کاهش نیاز به افزودنی‌های شیمیایی و ۶-پاسخگویی به مقررات و استانداردهای بین‌المللی، اشاره کرد. در پایان می‌توان گفت که نگهدارنده‌های طبیعی نه‌تنها به بهبود کیفیت و ایمنی محصولات غذایی کمک می‌کند بلکه از دیدگاه اقتصادی نیز موجب افزایش بهره‌وری، کاهش هزینه و افزایش رضایت مشتریان می‌شود (Abubakar *et al*., 2023). باتوجه به نتایج به‌دست آمده، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که افزودن اسانس چوچاق سبب حفظ کیفیت میگو از لحاظ شاخص‌های شیمیایی، میکروبی و افزایش ماندگاری در یخچال نسبت به سایر نمونه‌ها می‌شود.

جدول ۷: مقایسه گیاهان مختلف برای ماندگاری میگو وانامی براساس ارزیابی‌های مختلف با تحقیق حاضر

Table 7: Comparison of different plants for storage period of vanami shrimp based on different evaluations with the present study

Row	Different plants/ Nanocomposite	Antimicrobial, Antibacterial	Antioxidant	Shrimp storage	Reference
1	Alginate + Nanoclay + Different Essence	+	−	+	Alboofetileh *et al.*, 2015
2	Alginate + Essence Avishan	-	+	-	Reyhani Poul *et al*., 2024
3	Alginate + Nanoclay + Essence of Rosemary	+	−	+	Abdolahi *et al.*, 2011
4	Eryngium planum L+ Froriepia subpinnta	+	+	−	Hasanzadeh *et al.*,2017
5	Alginate + Nanoclay + Essence Eryngium caeruleum	+	+	+	Present study

منابع

Abdolahi, M., Rezaei, M. and Farrezi, G.H.A., 2011. Preparation and evaluation of the properties of chitosan/nanoclay biodegradable nanocomposite use in food packaging application. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 7(1):71-79. DOI:10.22067/ifstrj.v7i1.9367.

Abubakar, A., Thanasak, L., Zhang, B. and Benjakul, S., 2023. Antioxdant and antimicrobial activites of Ethanolic jik leaf extract and its application for shelf life extension of pacific white shrimp meat during refrigerated storage. *Food Control*, 155(3):110037. DOI:10.1016/j-food cont.2023.110037.

Alboofetileh, M., Rezaei, **M., Hosseini, H. and Abdollahi, M., 2015**. Efficacy of activated alginate-based nanocomposite films to control listeria monocytogenes and spoilage flora in rainbow trout slice, *Journal of Food Science and Technology-mysore* , 53(1):1-10 DOI:10.1007/s13197-015-2015-9.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-28]

Arancibia, M., Gimenez, B., Lopez-Caballero, M.E., Gomez-Guillen, M.C. and Montero, P., 2014. Release of cinnamon essential oil from polysaccharide bilayer films and its use for microbial growth inhibition in chilled shrimps. *LWT-Food Science and Technology*, 59:989-995. DOI:10.1016/j.lwt.2014.06.031.

ASTM., 1996. Standard test methods for tensile properties of thin plastic sheeting, D882-91. Annual book of ASTM. Philadelphia, PA: American Society for Testing and Material, USA. 10 P.

Avak,R.,and Glaser,R., 2005. Aereinfachtes verfahren zur vorher sage des lang zeitverhaltens von Holz-Beton-verbun dkonstru ktionen, *Journal of Zeitschrift fur den Gesamten Ingenieurbau*, 82(4):200-211 DOI:10.1002/bate.200590074

Bahrami Feridoni, S. and Khademi Shurmasti, D., 2020. Effect of the nanoencapsulated sour tea (Hibiscus sabdariffa L.) extract with carboxymethylcellulose on quality and shelf life of chicken nuggets. *Food Science and Nutrition*, 8(7):3704–3715. DOI:10.1002/fsn3.1656.

Basiri, S., Shekarforoush, S. S., Aminlari, M. and Akbari, S., 2015. The effect of pomegranate peel extract (PPE) on the polyphenol oxidase (PPO) and quality of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) during refrigerated storage. *LWT-Food Science and Technology*, 60(2):1025-1033. DOI:10.1016/j.lwt.2014.10.043.

Daraei Garmakhany, A., Mirzaei, H. O., Maghsudlo, Y., Kashani Nejad, M. and Jafari, M., 2012. Production of low fat french-fries with single and multi-layer hydrocolloid coatings. *Journal of Food Science and Technology*, 51:1334-1341. DOI:10.3923/pjn.2017.805.812

Daraei garmkhanei, A., Mirzaei, H., Maghsudlu, E. and Kashani, M., 2009. The effect of hydrocolloid materials on oil absorption and qualitative properties of semi-fried potato strips. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 16(3):32-45 (In Persian)

Dehghani, S.V. and Hosseini, J.M., 2018. Regenstein, Edible films and coatings in seafood preservation: A review. *Food Chemistry*, 240:505–513. DOI:10.1007/s10924-022-02742-5. (In Persian)

Dehghannasiri, F., Mohebi, M., Tabatabaei, F. and Khodaparast, M., 2012. The effect of corn flour on the quality characteristics of deep-fried shrimp nuggets using two types of preparation processes. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 8(4):378-386. DOI:10.22067/ifstrj.v8i4.20147.

Eslamian Amiri, M., Ahmady, M., Ariaii, P., Golestan, L. and Ghorbani-HasanSaraei, A.G., 2021. Use composite coating of chitosan-chia seed gum enriched with microliposomes of Bay laurel essential oil to increase the shelf life of quail fillets. *Food Science and Nutrition*, 9(12):6524-6537. DOI:10.1002/fsn3.2578.

Esmaeili, M., Ariaii, P., Nasiraie, L.R. and. Yousefpou, M., 2020. Comparison of coating and nano-coating of chitosan-*Lepidium sativum* seed gum composites on quality and shelf life of beef. *Journal of Food Measurement and Characterization*,

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-28]

15(1):1-12. DOI:10.1007/s11694-020-00643-6.

Fattahi, R., Ghanbarzadeh, B., Dehghannya, J., Hosseini, M. and Falcone, PM., 2020. The effect of Macro and Nano-emulsions of cinnamon essential oil on the properties of edible active films. *Food Science and Nutrition*, 8(12):6568– 6579. DOI:10.1002/fsn3.1946.

Hasanzadehaidenlu, A., Shakurei, M.J., Hamdi, M.M. and Zeynali, A., 2017. Comparison and evaluation of antioxidant and antibacterial properties of the edible extracts of *Eryngium planum L*. and *Froriepia subpinnta*. The second national conference of new achievements in the food industry and healthy nutrition, Iran. 10 P. (In Persian)

Khanlar, M., Ojagh, S.M., Shabanpour, B., Alishahi, A. and Hosseini, S.V., 2018. Quality and Shelf life assessment of Pacific White Shrimp (*Litopenaeus Vanname*i) Freshly, Harvested, and during under Slurry Ice Conditions. *Journal of Fisheries (Iranian Journal of Natural Resources*, 71(2): 184-197. DOI:10.22059/JFISHERIES.2019.262094.1038. (In Persian)

Kim, K.H., Lee, J. and Park, K., 2018. Effect of Frying Conditions on the quality and sensory attributes of shrimp. *Journal of Food Science and Technology*, 55:2890-2898. DOI:10.1007/S13197-018-3542-3

Liu, C., Zhang, L.S., Gao, J., Cui, S.W. and Xia, W., 2020. Coating white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) with edible fully deacetylated chitosan incorporated with clove essential oil and kojic acid improves preservation during cold storage. *International Journal of Biological Macromolecules*, 162:1276–1282. DOI:10.1016/j.ijbiomac.2020.06.248

Mahdavi, S., Kheyrollahi, M., Sheikhloei, H. and Isazadeh, A., 2019. Antibacterial and antioxidant activities of *Nasturtium officinale* essential oil on food borne bacteria. *The Open Microbiology Journal*, 13:81-85. DOI:10.2174/1874285801913010081.

Martinez, P., Cristina, Y. and Antonio, V., 2021. Frying conditions, methyl cellulose, and k-carrageenan edible coatings: Useful strategies to reduce oil uptake in fried mushroom. *Food*, 10(8): 1694. DOI:10.3390/foods10081694.

Mazur, P., 2015. Cryopreservation in biological systems. *Science*, 168(3934):939-49 DOI:10.1126/science.168.3934.939.

Na, J.H., Kim, H.J., Jang, H.J. and Park, S.W., 2018. Shelf life extension of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) using chitosan and ε-polylysine during cold storage. *International Journal of Biological Macromolecules*, 115:1103–1108. DOI:10.1016/j.ijbiomac.2018.04.180.

Ojagh, S.M., Rahmanifarah, H.K., Izadi, S. and Shabanpour, B., 2016. Effect of hydrocolloid coatings on reduction of oil absorption and quality parameters of fried shrimp. *Journal of Food Science and Technology (Iran)*, 61(13):185-194. DOI:103923/pin.2017.805.812.

Ojagh, S.M., Rezaei, M., Razavi, S.H. and Hosseini, S.M.H., 2010. Development and evaluation of a novel biodegradable film made from chitosan and cinnamon essential oil with low affinity toward water. *Food*

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-28]

Chemistry, 122 (1):161-166. DOI:10.1590/fst.34718.

Pang, Y. and Li, Y., 2014. Food Hydrocolloids Combined effects of two kinds of essential oils on physical, mechanical, and structural properties of chitosan films. *Food Hydrocolloids*, 36:287–293. DOI:10.1016/j.foodhyd.2013.10.013.

Ronald, S.K. and Ronald, S., 1991. Pearson's Chemical Analysis of Food. 9th Edn. Longman Scientific Technical, Wiley, New York, USA. 708 P.

Reyhani Poul, S., Yeganeh, S. and Ghojogh, F., 2024. Comprehensive identification of priorities and behavior analysis of packaged fish buyers in Tehran city using structural equation modeling method**.** *Iranian journal of food science and industry***,**147(21). DOI: 10.22034/FSCT.21 .147 .1.

Shakour, N., Khoshkhoo, Z., Akhondzadeh Basti, A., Khanjari, A. and Mahasti Shotorbani, P., 2021. Investigating the properties of PLA-nanochitosan composite films containing *Ziziphora Clinopodioides* essential oil and their impacts on oxidative spoilage of *Oncorhynchus mykiss* fillets. *Food Science and Nutrition*, 9(3):1299-1311. DOI:10.1002/fsn3.2053.

Shavisi, N., Khanjari, A., Basti, A., misaghi, A. and Shahbazi, Y., 2017. Effect of PLA films containing propolis ethanolic extract, cellulose nanoparticle and *Ziziphora clinopodioides* essential oil on chemical, microbial and sensory properties of minced beef. *Meat Science*, 124:95-104. DOI:10.1016/j.meatsci.2016.10.015.

Timothy, C., Tzachi, M., Allen, D. and. Joe, M., 2011. Cholesterol supplements *for Litopenaeus vannamei* reared on plant based diets in the presence of natural productivity. *Aquaculture*, 314(1-4):140-144**.** DOI:10.1016/j.aquaculture.2011.01.052.

Tometri, S.S., Ahmady, and M., Ariaii, P., 2020. Extraction and encapsulation of Laurus nobilis leaf extract with nano-liposome and its effect on oxidative, microbial, bacterial and sensory properties of minced beef. *Food Measure*, 14:3333-3344. DOI:10.1007/s11694-020-00578-y.

USDA, 2012. Basic report 05158, Quaily, meat only, raw. Nutrient values and Weight are for edible protein. United States Department of Agriculture Food Safety and Inspection Service. Washington DC. 154 P.

Valipour Kootenaie, F., Ariaii, P., Khademi Shurmasti, D. and Nemati, M., 2016. Effect of chitosan edible coating enriched with eucalyptus essential oil and α-tocopherol on silver carp fillets quality during refrigerated storage. *Journal of Food Safety*, 37(1): e1229. DOI:10.1111/jfs.12295.

Vogel, A., Furniss, B., Hannaford, A., Smith, P. and Tatchell, A., 1989. Vogels textbook of paractical organic chemistry. Longman, Volum 5, 1514 P.

Zarandi, M., Hasani, M., Akhondzadeh beheshti, A. and Mahasti Shotorbani, P., 2022. Assessing edible composite coating of sodium alginate–galbanum gum impregnated with nettle extract on improving the shelf life of rainbow trout fillet. *Journal of food measurement and characterization*, 16(4):2556-2570. DOI:10.1007/s11694-022-01357-7.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-28]

Effect of a nanocomposite coating (alginate/nanoclay) along with *Eryngium caeruleum* essence oil on the shelf life and meat quality of *Litopenaeus vannamei* shrimp

Ranjbar Katilateh V.[1,2]; Keshavarz Divcolei M.[1]; Nasrollahzadeh Saravi H.[2*]

*hnsaravi@gmail.com

1- Agriculture Faculty, Azad University Ghaemshahr Branch, Ghaemshahr, Iran
2- Caspian Sea Ecology Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Sari, Iran

Introduction

Seafood has been an important source of nutrients and has attracted human attention from a health perspective (Dehghani *et al*., 2018; Khanlar *et al*., 2018). Important marine sources include shrimp, which are highly perishable and are associated with microbial, chemical, and physical changes during storage (Na *et al*., 2018). The growth of decay-causing bacteria in shrimp leads to protein degradation, resulting in the production of ammonia, indole, methanethiol, putrescine, trimethylamine, and other odorless compounds. Hence, it is vital to maintain the quality of white shrimp using effective methods (Liu *et al*., 2020). In general, artificial or chemical preservatives pose potential toxicity and carcinogenicity risks; therefore, consumers tend to prefer natural additives. Many studies have focused on natural food coatings for food preservation, such as alginate/nanocomposite active films containing essential oils, which have been produced and evaluated for their antimicrobial properties. These active films exhibited antimicrobial effects on a wide range of microorganisms, and it was also found that, in the presence of nano-receptors, they maintained their antimicrobial properties for a longer duration (Albofetileh *et al*., 2014). Additionally, due to the microbial changes in shrimp during cold storage and the issues associated with artificial preservatives, the use of biodegradable natural materials that can simultaneously maintain the quality and safety of food products is necessary. The present study examined the comparative effects of a nanocomposite coating (alginate/nano-clay) combined with Chuchagh plant extract on the quality of western white shrimp (Litopenaeus vannamei). Chuchagh plant extract is known for its phenolic and flavonoid compounds, as well as its antioxidant and antimicrobial properties. Alginate film is recognized for its gelling properties, ability to enhance tissue strength, stabilize structures, and form films (Liu *et al*., 2020). The research objectives include: 1) studying the phenolic composition of chuchagh plant extract; 2) determining the physical and mechanical characteristics of alginate-based films containing various concentrations of Chuchagh essential oil; and 3) assessing the physicochemical and sensory changes in fried shrimp coated with alginate-nanoclay films containing different concentrations of Chuchagh essential oil. Overall, the use of Chuchagh extract at a concentration of 1500 ppm as a natural preservative, along with clay nanoparticles in the active

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-28]

edible coating structure based on alginate, delays chemical and microbial decay and increases the shelf life of western white shrimp.

Methodology

Preparation and extract of the essence of Chuchagh was done and total phenolic compounds were measured (Hasanzadehaidenlu *et al*., 2017). The alginate-nanoclay film containing the essence of the Chuchagh plant was prepared (Ojagh *et al*., 2010; Eslamian, 2021). Identification of films containing a better concentration of the essence was conducted by performing physical and mechanical tests across five treatments. The thickness of the films was measured according to ASTM (1996). The humidity of the films was measured (Ojagh *et al*., 2010). The rate of water vapor permeability through the films and also opacity of the films were measured (ASTM, 1996; Pang and Li, 2014). The mechanical testing of the films was based on the modified method ASTM D0882-02 (1996). After examining the results of indicators related to the physical and mechanical properties of the films, better concentrations of the essence (1000 and 1500 parts per million) were identified. To evaluate the efficacy of the nanocomposite activated by the essence produced in a real environment, and to compare it with the nanocomposite without essence and the alginate coating, five treatments were selected: alginate+nanoclay+essence oil (1500 ppm), alginate+nanoclay+essence oil (1000 ppm), alginate+nanoclay, and control. Preparation and processing of shrimp were carried out (Basiri *et al*., 2015). Physicochemical tests conducted after frying the shrimp included measuring the moisture percentage (Avak, 2005), frying efficiency (Daraei Garmkhanei *et al*., 2012), measuring peroxide levels (Ronald and Ronald, 1991), and measuring the sum of volatile nitrogen bases (Avak, 2005). Chemical, microbial, and sensory tests were performed to determine the total viable count (TVC) and psychrotrophic bacteria (PTC) (Arancibia *et al*., 2014). The sensory test was evaluated using a five-point hedonic scale (Dehghannasiri *et al*., 2012).

Results

This study investigates the effects of alginate and nanocomposite coatings containing Chuchagh essential oil on the microbial load, chemical properties, sensory characteristics, and oxidation properties of white shrimp during their shelf life at refrigeration and frying temperatures. First, the phenolic compounds in the Chuchagh essential oil were determined. The results indicated that the Chuchagh oil contained high levels of phenolic compounds. Five edible films were then prepared: alginate; alginate combined with nano-clay; alginate combined with nano-clay+Chuchagh essential oil at 500 parts per million (ppm); alginate combined with nano-clay+Chuchagh essential oil at 1000 ppm; and alginate combined with nano-clay+ Chuchagh essential oil at 1500 ppm. The physical and mechanical characteristics of the films were examined according to ASTM standards. Based on the results of the physical and mechanical tests, the optimal concentrations of Chuchagh essential oil (1000 and 1500 ppm) were identified. The mechanical tests demonstrated that increasing the concentration of Chuchagh essential oil decreased the tensile strength of the alginate film until the point of tearing, while the physical tests indicated that the addition of Chuchagh essential oil improved the film's physical properties. Overall, the best characteristics of the film were observed in the formulations containing

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-28]

nano-clay+Chuchagh essential oil at 1000 ppm and at 1500 ppm (Ojagh *et al*., 2017). To further explore the effects of the alginate-nanocomposite coating and Chuchagh essential oil on extending the shelf life of shrimp during storage, five treatments were produced: a control group, alginate, alginate+nano-clay, alginate+nano-clay+ Chuchagh essential oil at 1000 ppm, and alginate+ nano-clay+Chuchagh essential oil at 1500 ppm. These treatments were periodically evaluated for microbial and chemical properties (Arancibia *et al*., 2014). The results of the present study indicated that the alginate-nanocomposite coating possesses antioxidant and antimicrobial properties, and the addition of Chuchagh essential oil enhanced these characteristics. Specifically, shrimp treated with alginate+nano-clay+Chuchagh essential oil at 1500 ppm exhibited a significant delay in the processes of microbial growth and oxidation, thereby increasing their shelf life (Dehghannasiri *et al*., 2012). In conclusion, the addition of Chuchagh essential oil helps maintain the quality of shrimp in terms of chemical and microbial indicators and extends their shelf life in refrigeration compared to the other samples.

Discussion and conclusions

The present study showed that the alginate- nanoclay coating possesses antioxidant and antimicrobial properties. Compared to previous research on the addition of essential oils, this study demonstrated that shrimp containing the alginate-nanoclay-essence not only exhibited antioxidant properties (similar to those of (Thymus vulgaris and Froriepia subpinnata plant) but also significantly delayed the microbial spoilage and oxidation processes, thereby increasing the shelf life of the shrimp. According to the results, incorporating essence into shrimp preserves its quality in terms of chemical and microbial indicators and extends the shelf life in refrigeration compared to other samples. Recommendations for the use of natural preservatives include: 1) investigating the feasibility of replacing artificial preservatives with alginate film combined with nano-clay and clay essence at a concentration of 1500 ppm in meat products such as sausages and hamburgers, 2) using native nano-capsule essences with alginate film and nano-clay to produce active packaging to extend the shelf life of meat products and reduce microbial contamination, and 3) studying the simultaneous application of essential oil in both free-form and micro-encapsulated forms, as well as packaging under vacuum conditions, to enhance the shelf life of various meat products.

Conflicts of interest

The authors declare that they have no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-28]