



مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی-پژوهشی

تأثیر پوشش ژلاتین حاوی عصاره آبی پوست پرتقال (*Citrus sinensis*) بر افزایش ماندگاری گوشت ماهی قزل آلا
رنگین کمان طی نگهداری در دمای یخچال

مهدی ابراهیمیان^۱، زهرا پناهی^{۲*}، شهره عالیان سماک خواه^۳، محمد پناهی^۴

۱- دانش آموخته دکتری بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

۲- دانشجوی دکتری بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

۳- استادیار گروه بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تخصصی فناوری های نوین آمل، آمل، ایران.

۴- دانشجوی کارشناسی صنایع غذایی، دانشکده فنی و منابع طبیعی تویسرکان، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.

چکیده

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۲/۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۴/۵

کلمات کلیدی:

ژلاتین،

ضد میکروبی،

عصاره پوست پرتقال،

فیله ماهی قزل آلا رنگین کمان

امروزه، استفاده از بسته بندی های فعال حاوی ترکیبات ضد میکروبی طبیعی مانند اسانس ها و عصاره های گیاهی جهت افزایش مدت زمان نگهداری مواد غذایی، افزایش یافته است. هدف از مطالعه حاضر بررسی تأثیر پوشش ژلاتین حاوی عصاره پوست پرتقال بر افزایش ماندگاری گوشت ماهی قزل آلا رنگین کمان می باشد. پوشش ژلاتین ۴٪ به همراه سطوح مختلف عصاره پوست پرتقال (۲٪ و ۴٪) تهیه شدند. پس از تهیه قطعات گوشت ماهی قزل آلا رنگین کمان، تمامی قطعات پوشش دهی شدند و از بابت خصوصیات شیمیایی (TVB-N، pH، TBARS)، میکروبی (باکتری های مزوفیل هوازی و سرماگراها) و خواص حسی (بو، رنگ، بافت و پذیرش کلی) به مدت ۱۶ روز در دمای ۴ درجه سانتی گراد با فاصله زمانی ۴ روزه (۰، ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶) ارزیابی شدند. نتایج حاصل از بررسی اثر ضد میکروبی نشان داد که در نمونه های پوشش داده شده با سطوح ۲٪ و ۴٪ عصاره پوست پرتقال، میانگین شمارش باکتری های مزوفیل هوازی و سرماگراها بطور معنی داری کمتر از نمونه شاهد و ژلاتین به تنهایی بود ($p < 0.05$). نتایج بررسی خصوصیات شیمیایی نمونه ها نشان داد، TVB-N و TBARS در طول دوره روند افزایشی داشتند ولی این افزایش در نمونه های پوشش داده شده با سطوح مختلف عصاره پوست پرتقال با سرعت کمتری صورت گرفت. در ارزیابی خصوصیات ارگانولپتیکی، در ابتدای دوره، تمامی نمونه ها بالاترین حد پذیرش را داشتند و با گذر زمان و ظهور نشانه های فساد، از امتیازات کاسته شد، خصوصاً در نمونه شاهد که فاقد هرگونه پوششی بود، علایم فساد زودتر بروز کرد و امتیاز کمتری را به خود اختصاص داد. بطور کلی، نتایج نشان داد پوشش ژلاتین به همراه سطوح مختلف عصاره پوست پرتقال، تأثیر مثبتی در افزایش مدت زمان نگهداری گوشت ماهی دارد و می توان از این ترکیبات بصورت توأم جهت افزایش ماندگاری مواد غذایی پروتئینی استفاده کرد.

DOI: 10.22034/FSCT.20.138.174

DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.138.14.6

* مسئول مکاتبات:

za.panahi@mail.um.ac.ir

۱- مقدمه

فراورده‌های دریایی از جمله گوشت ماهی، منبع غذایی مهمی برای انسان به شمار می‌روند. فراورده‌های دریایی غنی از ترکیباتی مانند روی، آهن، فسفر و ویتامین‌هایی از جمله A و D بوده و به بهبود سیستم ایمنی و عملکرد مغز و اعصاب کمک می‌کنند. یکی از نگرانی‌های مهم در ارتباط با ماهی و فراورده‌های دریایی، سرعت بالای فساد و کاهش کیفیت این فراورده‌ها در طول نگهداری می‌باشد [۱]. جهت جلوگیری از افت کیفیت و همچنین به تعویق انداختن فساد در اثر عوامل مخرب میکروبی و شیمیایی، از روش‌های مختلفی مانند دمای پایین و بسته‌بندی‌های مناسب و کارآمد استفاده می‌کنند [۲].

بسته‌بندی فعال روشی جدید برای افزایش ماندگاری غذاهای دریایی با به تاخیر انداختن اکسیداسیون لیپیدها و رشد باکتری‌ها در فراورده‌های دریایی می‌باشد. در حال حاضر استفاده از بسته‌بندی‌هایی بر پایه پلیمرهای طبیعی از جمله کربوهیدرات، پروتئین و لیپید به عنوان مواد زیست تخریب پذیر برای بسته‌بندی فعال و تولید پوشش‌های خوراکی استفاده می‌شود [۳]. در بین پلیمرهای طبیعی زیست تخریب پذیر، ژلاتین ماهی که از هیدرولیز کلاژن بدست می‌آید، جایگزین خوبی برای ژلاتین مشتق شده از پستانداران برای تولید فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی می‌باشد. ژلاتین ماهی، بصورت اقتصادی از محصولات جانبی ماهی بدست می‌آید. ژلاتین ماهی بی مزه و بی رنگ بوده، خاصیت تشکیل فیلم و خواص مکانیکی خوبی داشته و ترکیبی زیست تخریب پذیر می‌باشد [۴]. ژلاتین همچنین ماده‌ای مناسب برای ترکیب با اسانس‌ها و عصاره‌های گیاهی و ترکیبات فنلی می‌باشد و با استفاده توأم این ترکیبات، می‌توان پوشش‌ها و فیلم‌های آنتی اکسیدانی و ضد میکروبی مناسبی تولید کرد [۵، ۶، ۷]. در این راستا، از فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی مبتنی بر ژلاتین جهت

نگهداری مواد غذایی از جمله فیله ماهی قزل آلا [۸]، پنیر [۹]، میگو [۱۰]، نان [۱۱] و گوشت گاو [۱۲] به منظور افزایش مدت زمان نگهداری آنها استفاده کرده‌اند.

صنایع مختلف دارویی، بهداشتی، آرایشی و صنایع غذایی به دلیل فعالیت‌های ضد میکروبی و آنتی اکسیدانی قوی اسانس‌ها و عصاره‌های گیاهی، توجه ویژه‌ای به این ترکیبات جهت بهبود کیفیت و ماندگاری محصولات خود کرده‌اند [۱۳]. اسانس‌ها و عصاره‌های گیاهی مخلوطی از ۲۰-۱۰۰ متابولیت ثانویه گیاهی مختلف با تنوع شیمیایی قابل توجهی هستند [۱۴]. این تنوع شیمیایی به دلیل شرایط اکولوژیکی و جغرافیایی متفاوت سن گیاه، زمان برداشت و روش‌های استخراج می‌باشد. تغییر در پروفایل شیمیایی اسانس‌ها و عصاره‌های گیاهی ممکن است بر فعالیت بیولوژیکی آنها تأثیر بگذارد [۱۵]. چندین اسانس گیاهی از جمله اسانس مرکبات مانند پرتقال، توسط سازمان FDA بعنوان یک ترکیب GRAS (افزودنی مجاز) شناخته شده‌اند. گیاه پرتقال با نام علمی *Citrus sinensis* متعلق به خانواده Rutaceae بوده و از جمله مهمترین گیاهان زراعی هستند که در مناطق گرمسیر و نیمه گرمسیر کشت می‌شوند [۱۶]. اسانس و عصاره مرکبات که از بخش‌های مختلف این گیاهان (پوست، دانه، برگ و بخش گوشتی میوه) بدست می‌آید منبع غنی از ترکیبات زیست فعال از جمله مونوترپن‌ها، اسیدها، فلاونوئیدها و ترکیبات فنولیک بوده که در فعالیت آنتی اکسیدانی و ضد میکروبی این ترکیبات نقش بسزایی دارند [۱۷]. اسانس و عصاره گونه‌های مختلف مرکبات دارای فعالیت‌های بیولوژیکی مختلفی از جمله اثرات ضد میکروبی، ضد ویروسی، ضد قارچی بوده و همچنین از این ترکیبات بعنوان ترکیبات طعم دهنده و آنتی اکسیدان نیز استفاده می‌کنند و جایگزین ایمن تری برای نگهدارنده‌های مصنوعی هستند [۱۸].

شستشو داده شد و سپس فیله های ماهی جدا شدند. از هر ماهی دو فیله جدا گردید.

۳-۲- تهیه پوشش های مورد مطالعه و پوشش دهی

قطعات گوشت ماهی قزل آلائی رنگین کمان

جهت تهیه ی پوشش ژلاتین ۴٪، ۴ گرم پودر ژلاتین پوست ماهی (سیگما آلد ریچ) در ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر استریل در دمای اتاق بطور کامل حل شد. گلیسرول (مرک، آلمان) به نسبت ۰/۳ وزنی/ وزنی ژلاتین به محلول اضافه شد و بمدت ۳۰ دقیقه بطور کامل مخلوط شد [۲۰]. پوشش های ضد میکروبی، از ترکیب کردن مقادیر متفاوت عصاره پوست پرتقال (غلظت ۲٪ و ۴٪) در محلول پوشش ژلاتین ۴٪ تهیه شد. از هموژنایزر (۱۲۰۰۰rpm و ۵ دقیقه) به منظور اختلاط عصاره در محلول ژلاتین استفاده شد. جهت پوشش دهی، قطعات گوشت ماهی به ۴ گروه مساوی (قطعات ۱۰ گرمی) تقسیم شدند (جدول ۱). گروه های مورد مطالعه شامل گروه اول بعنوان شاهد، گروه دوم نمونه های پوشش داده شده با ژلاتین ۴٪، گروه سوم نمونه های پوشش داده شده با پوشش ژلاتین ۴٪ حاوی ۲٪ از عصاره پوست پرتقال و گروه آخر نمونه های پوشش داده شده با پوشش ژلاتین ۴٪ حاوی ۴٪ از عصاره پوست پرتقال.

نمونه ها، بمدت ۵ دقیقه در محلول های پوشش غوطه ور شدند و بمدت ۳۰ ثانیه اجازه داده شد تا آب چک انجام شود [۲۱]. سپس قطعات پوشش داده شده درون کیسه های پلاستیکی استریل قرار داده شد و بمدت ۱۶ روز در دمای ۴ درجه سلسیوس در فواصل زمانی ۴ روزه (۰، ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶) مورد ارزیابی میکروبی، شیمیایی و حسی قرار گرفتند.

Table 1 List of treatments in the present study.

NO	Treatment	Description
1	Con	Samples without any coating solution
2	G	Samples coated with Gelatin solution
3	G+EX1	Samples coated with Gelatin

استفاده از پوشش های خوراکی مبتنی بر ژلاتین و ترکیبات زیست فعال طبیعی یک استراتژی مناسبی برای بهبود کیفیت و ماندگاری محصولات غذایی می باشد. از طرفی دیگر با توجه به عدم وجود مطالعه ای در زمینه بررسی تاثیر پوشش ژلاتین به تنهایی به همراه عصاره آبی پوست پرتقال در جهت افزایش مدت زمان نگهداری محصولات پروتیینی، این مطالعه با هدف استفاده از پوشش ژلاتین به همراه عصاره پوست پرتقال جهت بهبود کیفیت، ماندگاری و بهبود ویژگی های حسی فیله ماهی قزل آلائی رنگین کمان نگهداری شده در یخچال انجام شد.

۲- مواد و روش ها

۱-۲-تهیه عصاره پوست پرتقال

پرتقال تامسون (*Citrus sinensis*) از باغات استان مازندران، شهر آمل، جمع آوری، شست و شو و پوست گیری شد. پوست ها در سایه خشک و سپس با آسیاب بطور کامل پودر شدند. جهت تهیه عصاره از روش ماسیراسیون^۱ (خیساندن) استفاده شد. ۱۰۰۰ میلی لیتر آب مقطر استریل به ۱۰ گرم از پودر تهیه شده اضافه شد و به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق بطور کامل مخلوط شد. سپس محلول بدست آمده از کاغذ واتمن عبور داده شد و عصاره آبی بدست آمده با دستگاه فریز درایر (Christ, Osterode, Germany) خشک شد و تا زمان استفاده در ظروف تیره در یخچال نگهداری شد [۱۹].

۲-۲-تهیه و آماده سازی گوشت ماهی قزل آلائی رنگین کمان

نمونه های گوشت ماهی قزل آلائی رنگین کمان از بازار خریداری و در شرایط کاملاً بهداشتی و به همراه یخ به آزمایشگاه منتقل شدند. پوست، ابتدا بوسیله آب بطور کامل

1- Maceration

4	G+EX2	solution containing 2% of <i>Citrus sinensis</i> extract Samples coated with Chitosan solution containing 4% of <i>Citrus sinensis</i> extract
---	-------	---

جهت ارزیابی حسی، از روش ۵ نقطه ای هدونیک استفاده شد. از ۱۰ ارزیاب توجه شده جهت بررسی خصوصیات حسی نمونه ها (بو، رنگ، بافت و پذیرش کلی) استفاده شد. نمونه ها بصورت خام و تصادفی به همراه کد اختصاصی در اختیار ارزیابان قرار گرفت. ارزیابان به نمونه ها از ۱ تا ۵ امتیاز دادند (عدد ۱ معادل بسیار بد، ۵ معادل بسیار خوب و عدد ۳ معادل متوسط). ارزیابی نمونه ها در دمای اتاق و با نور یکسان انجام گرفت [۲۴].

۲-۷- تجزیه و تحلیل آماری

در این پژوهش جهت آنالیز نتایج از نرم افزار SPSS نسخه ۲۶ (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) استفاده شد. تمامی آزمایش ها در ۳ تکرار انجام گردید. جهت مقایسه میانگین های میکروبی و شیمیایی در طول دوره مطالعه از آزمون ریپتد مژرز آنوا و جهت مقایسه دو به دو بین تیمارهای مختلف از آنالیز واریانس یک طرفه (One-way ANOVA) و آزمون تعقیبی چند دامنه ای دانکن استفاده شد و همچنین جهت آنالیز داده های حسی از آزمون کروسکال والیس (Kruskal-Wallis) استفاده گردید. در تمامی ارزیابی ها $p < 0/05$ به عنوان معنی دار از نظر آماری در نظر گرفته شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- نتایج آزمون های میکروبی

تغییرات TVCs در فیله ماهی در طول نگهداری در دمای یخچال در جدول 2(a) نشان داده شده است. میزان اولیه TVCs در گروه کنترل در ابتدای دوره ۲/۳۴ CFU/g بود و

۲-۴- آنالیز میکروبی نمونه ها

۱۰ گرم از نمونه گوشت ماهی در شرایط استریل با ۹۰ میلی لیتر آب پپتونه ۰/۱٪ مخلوط و هموژن شد و از آن رقت های متوالی تهیه شد. ۰/۱ میلی لیتر از هر رقت بر روی سطح محیط کشت اختصاصی آگار کشت داده شد. برای شمارش باکتری های مزوفیل هوازی (TVCs) از محیط کشت PCA^۱ در دمای ۳۰ درجه سلسیوس بمدت ۴۸ ساعت و برای شمارش باکتری های سایکروتروف (TPCs^۲)، از محیط کشت PCA و گرمخانه گذاری در دمای ۷ درجه سلسیوس به مدت ۲۴ ساعت استفاده شد. در آخر نتایج بصورت log₁₀ CFU/g گزارش گردید [۲۱].

۲-۵- آنالیز شیمیایی

اندازه گیری بازهای ازته فرار (TVB-N) در نمونه های گوشت ماهی مطابق روش اجاق و همکاران (۲۰۱۰) انجام شد. میزان TVB-N براساس میلی گرم ازت آزاد در ۱۰۰ گرم گوشت ماهی گزارش شد [۲۲]. جهت اندازه گیری pH، ۹۰ میلی لیتر آب مقطر به ۱۰ گرم نمونه گوشت ماهی اضافه گردید و سپس توسط یک pH متر دیجیتال (Metrohm Ltd., CH-9101 Herisau, Switzerland) pH نمونه ها اندازه گیری شد. از روش سانگ و همکاران (۲۰۱۱)، جهت اندازه گیری میزان تیوباربیتیوریک اسید (TBARS) استفاده شد و میزان TBARS بصورت میلی گرم مالون دی آلدئید (MDA) در کیلوگرم گوشت ماهی بیان شد [۲۳].

۲-۶- ارزیابی حسی

1- Total viable count
2- Plate count agar
3- total psychrotrophs counts

افزایش نفوذپذیری غشا و نشت محتویات سلولی، تورم غشا و مهار فعالیت های آنزیمی باکتری و ناتوان کردن باکتری در جذب مواد غذایی و مهار رشد باکتری ها می باشد [۲۹]. در مطالعات انجام شده در ارتباط با پوشش دهی گوشت ماهی قزل آلا رنگین کمان با ترکیبات گیاهی، برخوری و همکاران ۲۰۱۹ نشان دادند که در طول دوره نگهداری میزان بار میکروبی افزایش یافته و شدت افزایش در تیمار کنترل بالاتر از نمونه های پوشش داده شده به همراه اسانس های گیاهی بوده است [۳۰]. همچنین در بررسی اثر ضد میکروبی عصاره مرکبات از جمله نارنج و لیمو، نتایج نشان داد، استفاده توام از پوشش و عصاره های گیاهی باعث بهبود ماندگاری مواد غذایی و کاهش میزان باکتری های مزوفیل هوازی و سایکروتروف ها در طول دوره مطالعه می شود که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد [۱۹]. در مطالعات انجام گرفته

Table 2 Effect of Gelatin-enriched *Citrus sinensis* extract on (a) the total viable counts (TVCs, log CFU/g), (b) the total psychrotrophs counts (TPCs, log CFU/g) of rainbow trout fillets during storage at $4 \pm 1^\circ\text{C}$

Treatment	Storage time (days)			
	0	4	8	12
(a) TVCs				
Con	2.34 ± 0.31 ^{aE}	4.23 ± 0.22 ^{abD}	4.45 ± 0.30 ^{aC}	7.98 ± 0.15 ^{aA}
G	2.10 ± 0.23 ^{aE}	4.34 ± 0.32 ^{aD}	5.50 ± 0.45 ^{aC}	8.08 ± 0.26 ^{aA}
G+EX1	2.20 ± 0.33 ^{aE}	3.75 ± 0.28 ^{bcD}	4.61 ± 0.27 ^{bc}	6.77 ± 0.32 ^{ba}
G+EX2	2.26 ± 0.52 ^{aE}	3.43 ± 0.31 ^{cD}	4.21 ± 0.21 ^{bc}	6.14 ± 0.30 ^{ca}
(b) TPCs				
Con	2.25 ± 0.16 ^{aE}	5.13 ± 0.18 ^{aD}	6.80 ± 0.36 ^{aC}	8.62 ± 0.35 ^{aA}
G	2.21 ± 0.24 ^{aD}	5.09 ± 0.24 ^{aC}	6.70 ± 0.47 ^{aB}	8.73 ± 0.30 ^{aA}
G+EX1	2.21 ± 0.26 ^{aE}	3.83 ± 0.29 ^{bD}	4.93 ± 0.19 ^{bc}	7.10 ± 0.21 ^{ba}
G+EX2	2.17 ± 0.19 ^{aE}	3.24 ± 0.19 ^{cD}	4.26 ± 0.27 ^{bc}	6.75 ± 0.31 ^{ba}

Values represent mean ± standard deviation (n = 3). Means in the same row with different capital letters are significantly different ($P < 0.05$).

در انتهای دوره به ۷/۹۸ CFU/g رسید. در تمامی تیمارها شمارش TVCs بطور معنی داری کمتر از گروه کنترل و ژلاتین به تنهایی بود ($P < 0.05$). حداکثر قابل پذیرش TVCs در گوشت $\log \text{CFU/g}$ ۷ می باشد [۲۵]. میزان TVCs در تیمارهای کنترل و ژلاتین در روز ۱۲ به بیشتر از حد قابل پذیرش رسید ولی در تیمارهای پوشش داده شده با ژلاتین حاوی ۲ و ۴ درصد عصاره پوست پرتقال میزان TVCs تا روز ۱۲ قابل پذیرش بود. نتایج نشان داد که استفاده توام از پوشش ژلاتین و عصاره پوست پرتقال باعث افزایش ماندگاری گوشت ماهی گردید. همچنین نتایج نشان داد پوشش ژلاتین به تنهایی فاقد اثر ضد میکروبی می باشد که با مطالعه دیگر محققین مطابقت دارد [۲۶، ۲۰].

شمارش باکتری های سایکروتروف در طول دوره نگهداری در جدول 2(b) ارائه شده است. این گروه از میکروارگانیسم ها عامل اصلی فساد مواد غذایی نگهداری شده در یخچال هستند [۲۷]. مقادیر اولیه شمارش سایکروتروف ها در تمام تیمار ها در محدوده CFU/g ۲/۲-۱۷/۲۵ بود. شمارش سایکروتروف ها در تمام تیمار

ها در طول دوره نگهداری افزایش یافت. بیشترین تأثیر مربوط به دو تیمار G+EX1 و G+EX2 در انتهای دوره

نگهداری، بیشترین میزان سایکروتروف ها مربوط به تیمارهای کنترل و ژلاتین به تنهایی (۸/۷۳ و ۸/۶۲ CFU/g) و کمترین میزان مربوط به تیمارهای G+EX1 و G+EX2 (۶/۷۵ و ۷/۱۰ CFU/g) بود. نتایج مطالعه حاضر نشان داد با افزایش غلظت عصاره

خاصیت ضد میکروبی افزایش می یابد و TVCs و TPCs کمترین میزان خود را در طول دوره نگهداری داشتند. در مطالعات متفاوت اثر ضد میکروبی عصاره پوست پرتقال به حضور ترکیباتی از جمله لیمون، بتا پینن، گاما ترپینن، لینالول و سابینن نسبت داده شده است [۲۸]. مکانیسم عمل

ضد میکروبی اکثر عصاره ها ناشی از واکنش ترکیبات موثره عصاره با غشا و دیواره سلولی باکتری ها بوده که باعث

Means in the same column with different small letters are significantly different ($P < 0.05$).

۳-۲- نتایج آنالیز شیمیایی

۳-۲-۱- اندازه گیری pH

شکل 1(a) میزان تغییرات pH در طول دوره ۱۶ روزه را نشان می دهد. میزان اولیه pH در فیله ماهی ۶/۱۳ بود. میزان pH در طول دوره مطالعه روند افزایشی داشت که با مطالعه دیگر محققین در این راستا مطابقت دارد [۳۱]. تغییرات pH در تیمار کنترل تفاوت معنی داری با بقیه تیمارها داشت. در حالیکه بین کنترل و تیمار ژلاتین به تنهایی تفاوت معنی داری مشاهده نگردید. در سایر تیمارها، میزان تغییرات pH در طول دوره ۱۶ روزه بطور معنی داری از کنترل و تیمار ژلاتین به تنهایی کم تر بود. نمونه های تحت تیمار با عصاره پوست پرتقال دارای میزان pH پایین تری نسبت به کنترل و تیمار ژلاتین به تنهایی در طول دوره ۱۶ روزه مطالعه بودند و با افزایش غلظت عصاره پوست پرتقال pH به طور معنی داری کاهش یافت که میتواند به دلیل مهار رشد باکتری های پروتئولیتیک توسط ترکیبات فنولی موجود در عصاره پوست پرتقال و افزایش مقاومت گوشت ماهی در مقابل آنزیم های پروتئاز داخلی باشد [32]. pH گوشت بطور کلی در تمامی تیمارها روند افزایشی را نشان داد که ممکن است به دلیل تولید ترکیبات بازی از قبیل آمونیاک، تری متیل آمین توسط باکتری های مولد فساد و آنزیم های درونی تولید شده باشد [۳۳].

۳-۲-۲- اندازه گیری بازهای از ته فرار (TVB-N)

TVB-N یک شاخص مهم برای ارزیابی کیفیت گوشت می باشد و متشکل از تری متیل آمین، دی متیل آمین، آمونیاک و سایر ترکیبات نیتروژنی فرار مرتبط با فساد می باشد که توسط باکتری های مولد فساد، آنزیم های اتولیتیک، دامیناسیون اسیدهای آمینه و نوکلئوتیدها تولید می شود

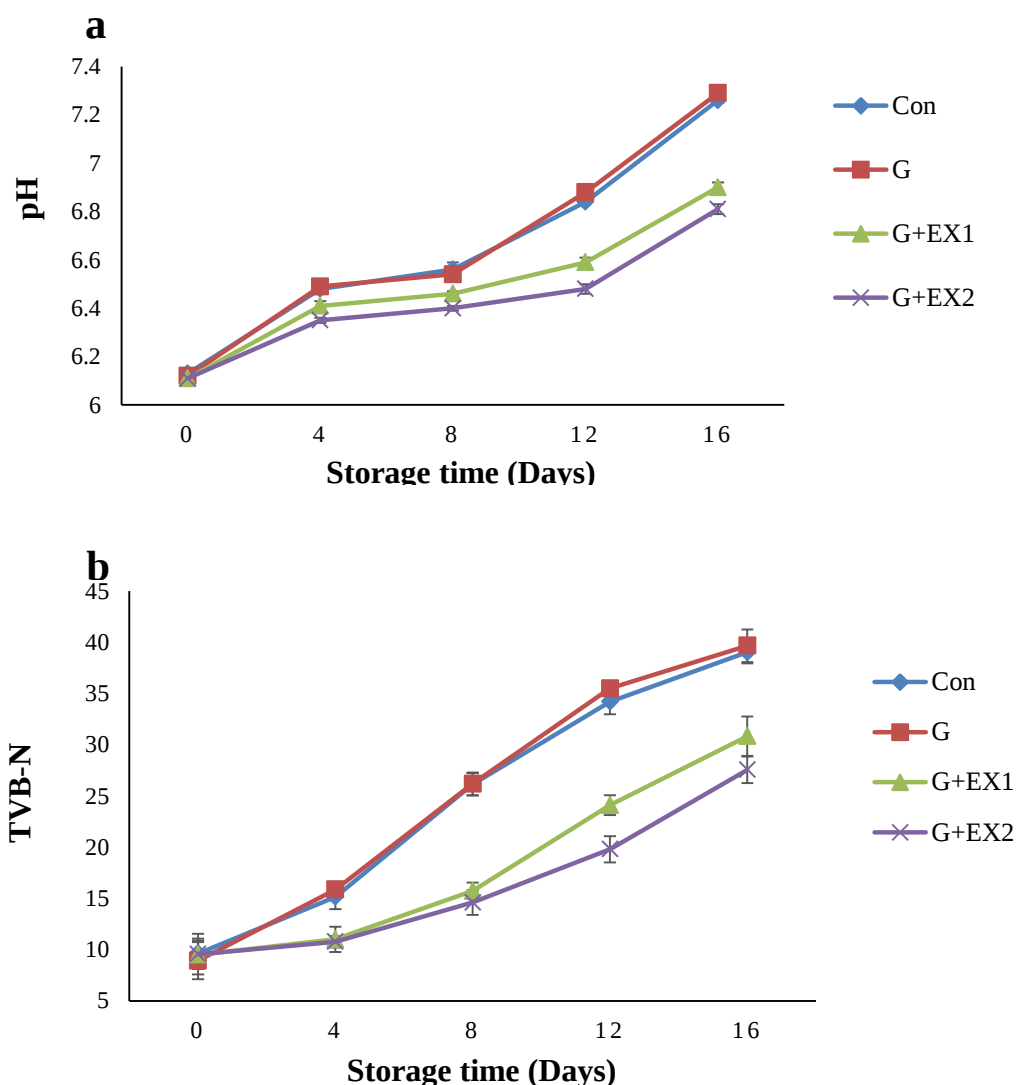
[۲۱]. تغییرات TVB-N در تیمارهای مختلف در طول دوره مطالعه در شکل 1(b) نشان داده شده است. مقادیر TVB-N در تمامی تیمارها در طول دوره نگهداری روند افزایشی داشت که با مطالعه اندواری و همکاران (۲۰۱۱) مطابقت دارد [۲۰]. در تیمار کنترل و ژلاتین به تنهایی این افزایش با شدت بیشتری صورت گرفت که مرتبط با باکتری های مولد فساد در گوشت می باشد. در تیمار ژلاتین به تنهایی تفاوت معنی داری با گروه کنترل دیده نشد اما سایر تیمارها اختلاف معنی داری با گروه کنترل و ژلاتین داشتند و میزان TVB-N در تیمارهای حاوی عصاره پوست پرتقال در طول دوره نگهداری بطور معنی داری کمتر از گروه کنترل بود که نشان دهنده خاصیت ضد میکروبی این ترکیبات در حفظ کیفیت فیله ماهی بود که با مطالعه پناهی و همکاران (۲۰۲۲) همخوانی دارد [۱۹].

۳-۲-۳- اندازه گیری تیوباربیتوریک اسید (TBARS)

نتایج مربوط به اندازه گیری TBARS در فیله ماهی در شکل 1(c) نشان داده شده است. حساسیت گوشت نسبت به اکسیداسیون چربی و افزایش TBARS بستگی به فاکتورهای مختلفی از قبیل گونه حیوان، موقعیت تشریحی عضلات بدن، مدت زمان نگهداری، روش های بسته بندی و اضافه کردن آنتی اکسیدان ها دارد. تیوباربیتوریک اسید شاخصی است که بطور گسترده برای ارزیابی چربی ها مورد استفاده قرار می گیرد و بیانگر میزان مالون آلدئید می باشد که محصول پایانی اکسیداسیون چربی هاست [۳۴]. نتایج اولیه میزان TBARS در گروه کنترل mg MDA / kg ۰/۱۸ بود. در پایان دوره میزان TBARS در گروه کنترل به mg MDA / kg ۴/۳۰ رسید در صورتیکه در تیمار G+EX2 میزان TBARS mg MDA / kg ۱/۲۹ بود. نتایج نشان داد که با افزایش مدت زمان نگهداری فیله ماهی در ۴ درجه سانتی گراد میزان TBARS در تمامی تیمارها روند افزایشی داشت اما در نمونه های حاوی عصاره پوست پرتقال این

کردند که استفاده از پوشش های خوراکی حاوی عصاره های گیاهی نسبت به نمونه های فاقد پوشش و عصاره میزان TBARS کمتری را در طول مدت نگهداری نشان دادند که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد [۳۶،۳۷].

روند با سرعت بسیار پایین صورت گرفت که دلالت بر فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره دارد. روند افزایشی این شاخص در طول دوره به دلیل افزایش آهن آزاد و دیگر پراکسیدان ها در گوشت و همچنین تولید آلدهید ها از محصولات ثانویه حاصل از شکست هیدروپراکسیدها است [۳۵]. در استفاده توأم از پوشش های خوراکی و عصاره ها و اسانس های گیاهی در ماهی ساردین، گوشت گاو، بره و خوک در شرایط نگهداری در سرما، گومز-استاکا و همکاران (۲۰۰۷)، نو و همکاران (۲۰۰۷) به ترتیب گزارش



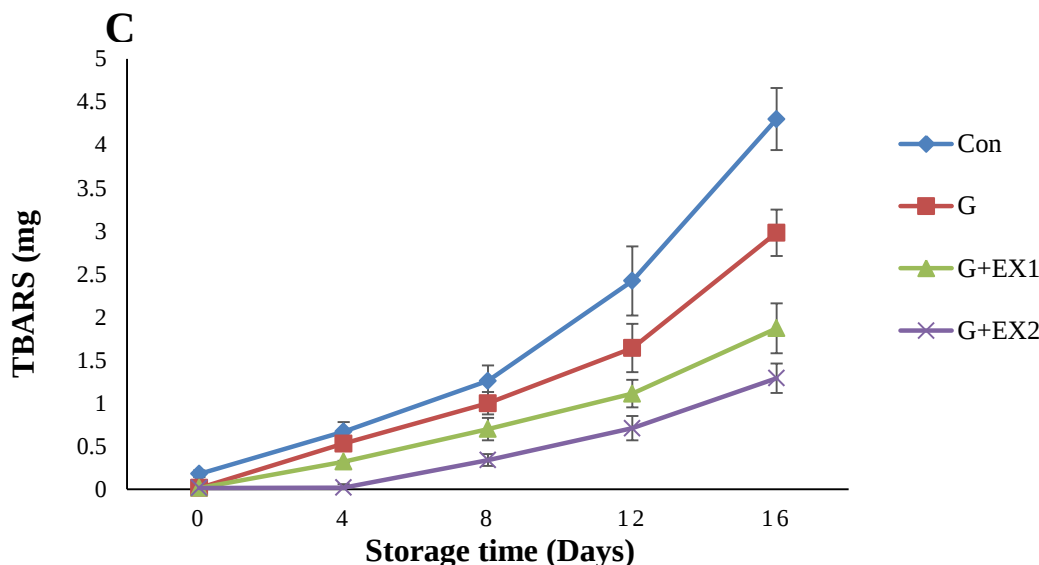


Figure 1 Effect of Gelatin enriched *Citrus sinensis* extract on (a) pH, (b) total volatile bases nitrogen (TVB-N), (c) thiobarbituric acid (TBARS) of rainbow trout fillets during storage at 4 ± 1 °C. Each value represents the mean of three samples $\pm$ standard deviation.

۱۲ به بعد، امتیازاتی پایین تر از حد پذیرش را داشتند. نتایج نشان داد در طول دوره، پذیرش نمونه ها در تمامی تیمارها روند کاهشی داشت. روند تغییرات ارزیابی حسی در طول دوره مطالعه مطابق با تغییرات اکسیداسیون و میکروبی تیمارهای آزمایش شده داشت که می تواند ناشی از اکسیداسیون و فساد فیله های ماهی در طول دوره نگهداری و کاهش کیفیت حسی فیله ماهی باشد [۳۸]. با اکسیداسیون و هیدرولیز چربی ها، پایداری پروتئین ها کاهش یافته و باعث تخریب بافت و اکسیداسیون پروتئین ها می شود [۳۹]. بالا بودن امتیاز نمونه های پوشش داده شده با ژلاتین و عصاره پوست پرتقال می تواند بدلیل خاصیت ضد میکروبی و آنتی اکسیدانی این ترکیبات بوده که باعث بهبود ویژگی های حسی از جمله رنگ، بافت بو و پذیرش کلی نمونه های غذایی می شوند [۴۰].

۳-۲-۴- نتایج ارزیابی حسی

نتایج ارزیابی حسی فیله ماهی در جدول ۳ بیان شده است. همانطور که در جدول مشاهده می شود، پوشش ژلاتین به تنهایی تأثیر معنی داری بر روی ویژگی های حسی فیله ماهی در مقایسه با گروه کنترل نداشت. در بررسی ارزیابی حسی، تفاوت معنی داری بین تیمارها در روز صفر مشاهده نشد و در روز صفر، تمامی تیمارها بالاترین حد پذیرش را داشتند. در طول دوره نگهداری، هیچ کدام از ارزیاب ها، نمونه های پوشش داده شده با ژلاتین و عصاره پوست پرتقال را رد نکردند و همگی نمره بالاتر از ۳ را دریافت کردند. اما در نمونه های کنترل و ژلاتین به تنهایی از روز

Table 3 Effect of gelatin coating and *Citrus sinensis* on sensory characteristics of trout fillets during storage at 4 ± 1 °C

Sensory characteristic	Treatment	Storage time (days)				
		0	4	8	12	16

Texture	Con	4.60 ± 0.50 ^{aA}	4.24 ± 0.59 ^{aA}	2.84 ± 1.10 ^{bB}	1.96 ± 0.88 ^{bC}	1.52 ± 0.82 ^{bC}
	G	4.54 ± 0.50 ^{aA}	4.29 ± 0.69 ^{aA}	2.95 ± 0.85 ^{bB}	2.20 ± 0.77 ^{bBC}	2.00 ± 0.72 ^{bC}
	G+EX1	4.66 ± 0.48 ^{aA}	4.58 ± 0.50 ^{aA}	4.12 ± 0.76 ^{aAB}	3.62 ± 0.65 ^{aBC}	3.19 ± 0.80 ^{bC}
	G+EX2	4.70 ± 0.51 ^{aA}	4.50 ± 0.46 ^{aA}	4.20 ± 0.80 ^{aAB}	3.72 ± 0.63 ^{aBC}	3.18 ± 0.48 ^{aC}
Color	Con	4.54 ± 0.50 ^{aA}	3.83 ± 0.70 ^{aB}	2.83 ± 0.70 ^{aC}	2.33 ± 1.00 ^{aC}	1.25 ± 0.44 ^{aD}
	G	4.45 ± 0.50 ^{aA}	4.33 ± 1.09 ^{aA}	3.66 ± 1.00 ^{aB}	2.28 ± 1.17 ^{aC}	1.66 ± 0.56 ^{aD}
	G+EX1	4.62 ± 0.49 ^{aA}	4.41 ± 0.80 ^{bA}	3.95 ± 0.80 ^{bB}	3.46 ± 0.95 ^{bC}	3.01 ± 0.65 ^{bC}
	G+EX2	4.58 ± 0.33 ^{aA}	4.58 ± 0.50 ^{cA}	4.08 ± 0.65 ^{cB}	3.65 ± 0.80 ^{cC}	3.18 ± 0.80 ^{bC}
Odor	Con	4.50 ± 0.51 ^{aA}	4.37 ± 0.48 ^{aA}	2.37 ± 0.49 ^{bB}	1.37 ± 0.57 ^{bC}	1.12 ± 0.33 ^{bc}
	G	4.50 ± 0.51 ^{aA}	4.33 ± 0.33 ^{aA}	2.66 ± 0.81 ^{aB}	1.50 ± 0.51 ^{bC}	1.25 ± 0.44 ^{bC}
	G+EX1	4.58 ± 0.50 ^{aA}	4.50 ± 0.51 ^{aA}	3.62 ± 0.50 ^{aB}	3.12 ± 0.57 ^{aB}	3.03 ± 0.58 ^{aB}
	G+EX2	4.58 ± 0.50 ^{aA}	4.50 ± 0.51 ^{aA}	3.66 ± 0.58 ^{aB}	3.44 ± 0.49 ^{aB}	3.11 ± 0.55 ^{aB}
Overall	Con	4.72 ± 0.45 ^{aA}	4.12 ± 0.72 ^{abA}	2.84 ± 0.68 ^{bB}	2.04 ± 0.78 ^{bBC}	1.80 ± 0.81 ^{bC}
	G	4.58 ± 0.50 ^{aA}	3.41 ± 0.88 ^{bB}	2.50 ± 0.79 ^{bC}	1.91 ± 0.82 ^{bC}	1.83 ± 0.81 ^{bC}
	G+EX1	4.58 ± 0.50 ^{aA}	4.33 ± 0.86 ^{bA}	4.00 ± 0.83 ^{aA}	3.68 ± 0.93 ^{aAB}	3.25 ± 0.32 ^{aB}
	G+EX2	4.56 ± 0.50 ^{aA}	4.43 ± 0.94 ^{aA}	4.00 ± 0.83 ^{aAB}	3.75 ± 0.56 ^{aB}	3.42 ± 0.76 ^{aB}

Values represent mean ± standard deviation (n = 10).

Means in the same row with different capital letters are significantly different ($P < 0.05$).

Means in the same column with different small letters are significantly different ($P < 0.05$).

Nپایینی را در مقایسه با نمونه کنترل و ژلاتین به تنهایی نشان دادند. در بین نمونه‌های مختلف، نمونه‌های پوشش داده شده با ژلاتین و ۴ درصد عصاره پوست پرتقال (G+EX2) دارای اثرات ضد میکروبی و آنتی اکسیدانی بیشتری بودند. با توجه به میزان بالای اکسیداسیون در فرآورده های گوشتی خصوصاً گوشت ماهی و ارتباط بین اکسیداسیون و بیماری های قلبی-عروقی، استفاده از پوشش ها و فیلم های خوراکی حاوی ترکیبات زیست فعالی همچون اسانس ها و عصاره های گیاهی می تواند راه حل خوبی برای افزایش ماندگاری، کیفیت و مصرف فرآورده های گوشتی باشد.

۴- نتیجه گیری

پوشش های خوراکی به طور گسترده در صنایع غذایی استفاده می شوند. در این مطالعه از پوشش خوراکی ژلاتین حاوی ۲ و ۴ درصد عصاره پوست پرتقال در فیله ماهی قزل آلائی رنگین کمان استفاده شد. نتایج نشان داد که پوشش ژلاتین حاوی عصاره پوست پرتقال به دلیل خاصیت بازدارندگی منجر به کاهش پارامترهای اکسیداسیون (TBARS) و رشد باکتری های مزوفیل هوازی (TVCs) و باکتری های سایکروتروف (TPCs) می گردد. همچنین نمونه های پوشش داده شده تغییرات pH و TVB

۵- منابع

- hydrolysates produced by a natural protease. *Food science & nutrition*, 8(1), 214-223.
- [11] Oliveira. M. A., Gonzaga. M. L., Bastos. M. S., Magalhães. H. C., Benevides. S. D., Furtado. R. F., and Garruti. D. S., 2020. Packaging with cashew gum/gelatin/essential oil for bread: Release potential of the citral. *Food Packaging and Shelf Life*, 23, 100431.
- [12] Jridi. M., Mora. L., Souissi. N., Aristoy. M. C., Nasri. M., and Toldrá. F., 2018. Effects of active gelatin coated with henna (*L. inermis*) extract on beef meat quality during chilled storage. *Food Control*, 84, 238-245.
- [13] Manzur. M., Luciardi. M. C., Blázquez. M. A., Alberto. M. R., Cartagena. E., and Arena. M. E., 2023. Citrus sinensis essential oils an innovative antioxidant and antipathogenic dual strategy in food preservation against spoilage bacteria. *Antioxidants*, 12(2), 246.
- [14] Carson. C. F., and Hammer. K. A., 2011. Chemistry and bioactivity of essential oils. *Lipids and essential oils as antimicrobial agents*, 203-238.
- [15] Raut. J. S., and Karuppayil. S. M., 2014. A status review on the medicinal properties of essential oils. *Industrial crops and products*, 62, 250-264.
- [16] Bora. H., Kamle. M., Mahato. D. K., Tiwari. P., and Kumar. P., 2020. Citrus essential oils (CEOs) and their applications in food: An overview. *Plants*, 9(3), 357.
- [17] Agarwal. P., Sebghatollahi. Z., Kamal. M., Dhyani. A., Shrivastava. A., Singh. K. K., and Baek. K. H., 2022. Citrus Essential Oils in Aromatherapy: Therapeutic Effects and Mechanisms. *Antioxidants*, 11(12), 2374.
- [18] Kang. H. J., Chawla. S. P., Jo. C., Kwon. J. H., and Byun. M. W., 2006. Studies on the development of functional powder from citrus peel. *Bioresource technology*, 97(4), 614-620.
- [19] Panahi. Z., Khoshbakht. R., Javadi. B., Firoozi. E., and Shahbazi. N., 2022. The Effect of Sodium Alginate Coating Containing Citrus (*Citrus aurantium*) and Lemon (*Citrus lemon*) Extracts on Quality Properties of Chicken Meat. *Journal of Food Quality*, 2022.
- [20] Andevvari. G. T., and Rezaei. M., 2011. Effect of gelatin coating incorporated with cinnamon oil on the quality of fresh rainbow trout in cold storage. *International journal of food science & technology*, 46(11), 2305-2311.
- [21] Panahi. Z., and Mohsenzadeh. M., 2022. Sodium alginate edible coating containing *Ferulago angulata* (Schlecht.) Boiss essential oil, nisin, and NaCl: Its impact on microbial, chemical, and sensorial properties of refrigerated chicken breast.
- [1] El-Shamery. G. E. D. M., 2010. Studies on contamination and quality of fresh fish meats during storage. *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences, G. Microbiology*, 2(2), 65-74.
- [2] Tabatabaei Moradi. L., Sharifan, A., and Larijani. K., 2015. Antimicrobial activity of lemon and peppermint essential oil in edible coating containing chitosan and pectin on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets. *Journal of Medical Microbiology and Infectious Diseases*, 3(1), 38-43.
- [3] Javadifard. M., Khodanazary. A., and Hosseini. S. M., 2023. The effects of chitosan-nanoclay nanocomposite coatings incorporated with gallic acid on the shelf life of rainbow trout during storage in the refrigerator. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 17(2), 1794-1805.
- [4] Alfaro. A. D. T., Balbinot. E., Weber. C. I., Tonial. I. B., and Machado-Lunkes. A., 2015. Fish gelatin: characteristics, functional properties, applications and future potentials. *Food Engineering Reviews*, 7, 33-44.
- [5] Shahbazi. Y., Shavisi. N., Karami. N., Lorestani. R., and Dabirian. F., 2021. Electrospun carboxymethyl cellulose-gelatin nanofibrous films encapsulated with *Mentha longifolia* L. essential oil for active packaging of peeled giant freshwater prawn. *Lwt*, 152, 112322.
- [6] Staroszczyk. H., Kusznierevicz. B., Malinowska-Pańczyk. E., Sinkiewicz. I., Gottfried. K., and Kołodziejska. I., 2020. Fish gelatin films containing aqueous extracts from phenolic-rich fruit pomace. *LWT*, 117, 108613.
- [7] Hanani. Z. N., Yee. F. C., and Nor-Khaizura. M. A. R., 2019. Effect of pomegranate (*Punica granatum* L.) peel powder on the antioxidant and antimicrobial properties of fish gelatin films as active packaging. *Food Hydrocolloids*, 89, 253-259.
- [8] Eghbalian. M., Shavisi. N., Shahbazi. Y., and Dabirian. F., 2021. Active packaging based on sodium caseinate-gelatin nanofiber mats encapsulated with *Mentha spicata* L. essential oil and MgO nanoparticles: Preparation, properties, and food application. *Food Packaging and Shelf Life*, 29, 100737.
- [9] Salem. A., Jridi. M., Abdelhedi. O., Fakhfakh. N., Nasri. M., Debeaufort. F., and Zouari. N., 2021. Development and characterization of fish gelatin-based biodegradable film enriched with *Lepidium sativum* extract as active packaging for cheese preservation. *Heliyon*, 7(10), e08099.
- [10] Mirzapour-Kouhdasht. A., and Moosavi-Nasab. M., 2020. Shelf-life extension of whole shrimp using an active coating containing fish skin gelatin

shelf life extension of rainbow trout fillets during refrigeration. *Iranian Journal of Chemistry and Chemical Engineering*, 38(1), 163-172.

[31] Vital. A. C. P., Guerrero. A., Ornaghi. M. G., Kempinski. E. M. B. C., Sary. C., Monteschio. J. D. O., and do Prado. I. N., 2018. Quality and sensory acceptability of fish fillet (*Oreochromis niloticus*) with alginate-based coating containing essential oils. *Journal of food science and technology*, 55, 4945-4955.

[32] Beigi. A., Alizadeh Doghiklai. E., Zakipour Rahimabadi. I., 2013. Investigating the antioxidant effect of orange peel extract on the quality of common carp fillet (*Cyprinus carpio*) stored in a refrigerator (4 °C). *Iranian journal of natural resources*, 66(2), 185-197

[33] Hashemi. M., Pourmousavi. F. S., Mohajer. F., and Noori. S. M. A., 2022. Impacts of Nano-Gelatin Coating Containing Thymol and Nisin on Chemical Quality Indices of Rainbow Trout Fillets Stored at 4° C. *Jundishapur Journal of Natural Pharmaceutical Products*, 17(3).

[34] Fernández. J., Pérez-Álvarez. J. A., and Fernández-López. J. A., 1997. Thiobarbituric acid test for monitoring lipid oxidation in meat. *Food chemistry*, 59(3), 345-353.

[35] de Azevedo Gomes. H., Da Silva. E. N., do Nascimento. M. R. L., and Fukuma. H. T., 2003. Evaluation of the 2-thiobarbituric acid method for the measurement of lipid oxidation in mechanically deboned gamma irradiated chicken meat. *Food chemistry*, 80(3), 433-437.

[36] Gómez-Estaca. J., Montero. P., Giménez. B., and Gómez-Guillén. M. C., 2007. Effect of functional edible films and high pressure processing on microbial and oxidative spoilage in cold-smoked sardine (*Sardina pilchardus*). *Food chemistry*, 105(2), 511-520.

[37] No. H. K., Meyers. S. P., Prinyawiwatkul. W., and Xu. Z., 2007. Applications of chitosan for improvement of quality and shelf life of foods: a review. *Journal of food science*, 72(5), R87-R100.

[38] Véronique. C. O. M. A., 2008. Bioactive packaging technologies for extended shelf life of meat-based products. *Meat science*, 78(1-2), 90-103.

[39] Rodríguez. A., Carriles. N., Cruz. J. M., and Aubourg. S. P., 2008. Changes in the flesh of cooked farmed salmon (*Oncorhynchus kisutch*) with previous storage in slurry ice (- 1.5 °C). *LWT-Food Science and Technology*, 41(9), 1726-1732.

[40] Han. J. H., 2014. Edible films and coatings: a review. *Innovations in food packaging*, 213-255.

International Journal of Food Microbiology, 380, 109883.

[22] Ojagh. S. M., Rezaei. M., Razavi. S. H., and Hosseini. S. M. H., 2010. Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout. *Food chemistry*, 120(1), 193-198.

[23] Song. Y., Liu. L., Shen. H., You. J., and Luo. Y., 2011. Effect of sodium alginate-based edible coating containing different anti-oxidants on quality and shelf life of refrigerated bream (*Megalobrama amblycephala*). *Food control*, 22(3-4), 608-615.

[24] Meenatchisundaram. S., Chandrasekar. C. M., Udayasoorian. L. P., Kavindapadi Rajasekaran. R., Kesavan. R. K., Srinivasan. B., and Muthusamy. S., 2016. Effect of spice-incorporated starch edible film wrapping on shelf life of white shrimps stored at different temperatures. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(12), 4268-4275.

[25] Chouliara. E., Badeka. A., Savvaidis. I., and Kontominas. M. G., 2008. Combined effect of irradiation and modified atmosphere packaging on shelf-life extension of chicken breast meat: microbiological, chemical and sensory changes. *European Food Research and Technology*, 226, 877-888.

[26] Fazlara. A., Pourmahdi. B. M., and Molaei. F., 2017. The effect of gelatin-Avishan Shirazi (*Zataria multiflora* Boiss) coating on microbial, chemical and sensorial characteristics of ostrich fillets in refrigerated condition.

[27] Bazargani-Gilani. B., Aliakbarlu. J., and Tajik. H., 2015. Effect of pomegranate juice dipping and chitosan coating enriched with *Zataria multiflora* Boiss essential oil on the shelf-life of chicken meat during refrigerated storage. *Innovative food science & emerging technologies*, 29, 280-287.

[28] Oraii. F., Hosseini. S.E., Zorriehzahra. S.M.J., Safari. R., 2020. Determination of minimum inhibitory concentration of the ethanolic extract of orange peel and the effects on the growth inhibition of *Husio huso* filet bacteria during refrigerated storage. *Iranian scientific fisheries journal*, 29(3), 25-36.

[29] Holley. R. A., and Patel. D., 2005. Improvement in shelf-life and safety of perishable foods by plant essential oils and smoke antimicrobials. *Food microbiology*, 22(4), 273-292.

[30] Barkhori-Mehni. S., Khanzadi. S., Hashemi. M., and Azizzadeh. M., 2019. The effect of sodium alginate coating incorporated with lactoperoxidase system and *Zataria multiflora* boiss essential oil on



Scientific Research

The effect of gelatin coating containing aqueous extract of *Citrus sinensis* peel on increasing shelf life of rainbow trout fillet during refrigeration**Mahdi Ebrahimian¹, Zahra Panahi^{2*}, Shohreh Alian Samakkhah³, Mohammad Panahi⁴**

1. PhD graduated, Department of Food Hygiene, Veterinary Medicine, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
2. PhD student, Department of Food Hygiene, Veterinary Medicine, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
3. Assistant Professor, Department of Food Hygiene, Veterinary Medicine, Amol University of Special Modern Technologies, Amol, Iran.
4. BSc student, Department of Food Science and Technology, Faculty of Engineering and Natural Resources of Toyserkan, Bu-Ali Sina University, Hamadan, Iran.

ABSTRACT

Today, the use of active packaging containing natural antimicrobial compounds such as essential oils and plant extracts has increased to increase the shelf-life of food products. The purpose of this study is to investigate the effect of gelatin coating containing *Citrus sinensis* peel extract on increasing the shelf life of rainbow trout meat. Gelatin (4%) coating was prepared with different levels of *Citrus sinensis* peel extract (2% and 4%). After preparing the pieces of rainbow trout meat, all the pieces were coated and examined for chemical properties (pH, TVB-N, TBARS), microbial (TVCs and TPCs) and sensory properties (odor, color, texture and overall acceptance) were evaluated for 16 days at 4°C with a 4-day interval (0, 4, 8, 12, 16). The results of the investigation of the antimicrobial effect showed that in the samples coated with 2% and 4% levels of *Citrus sinensis* peel extract, the average count of mentioned bacteria was significantly lower than the control and gelatin alone ($p < 0.05$). The results of examining the chemical properties of the samples showed that pH, TVB-N and TBARS increased during the period, but this increase occurred at a slower rate in the samples coated with different levels of *Citrus sinensis* peel extract. In the evaluation of sensory characteristics, at the beginning of the study, all the samples had the highest acceptance limit, and with the passage of time and the appearance of signs of spoil, the scores decreased, especially in the control. Generally, the results showed that gelatin coating along with different levels of *Citrus sinensis* peel extract has a positive effect on increasing the shelf life of fish meat and these compounds can be used together to increase the shelf life of protein foods.

ARTICLE INFO**Article History:**

Received: 2023/4/27
Accepted: 2023/6/26

Keywords:

Antimicrobial,
Citrus sinensis peel extract,
Gelatin,
Rainbow trout fillet

DOI: 10.22034/FSCT.20.138.174
DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.138.14.6

*Corresponding Author E-Mail:
za.panahi@mail.um.ac.ir