

تأثیر نایسین، کیتوزان و عصاره زولنگ بر ماندگاری تخم ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) طی نگهداری در یخچال

الهام محمدی نژاد^{۱*}، علیرضا عالیشاهی^۲، پرستو پورعاشوری^۳، حجت میرصادقی^۴

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد گروه فرآوری محصولات شیلاتی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران

۲. دانشیار گروه فرآوری محصولات شیلاتی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران

۳. استادیار گروه فرآوری محصولات شیلاتی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران

۴. کارشناس ارشد گروه فرآوری محصولات شیلاتی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران

*نویسنده مسئول مکاتبات: mohammadinezhad.e@gmail.com

(دریافت مقاله: ۹۵/۳/۲۵ پذیرش نهایی: ۹۵/۱۰/۱۵)

چکیده

هدف از این مطالعه، تعیین تأثیر نایسین (۲۵۰ واحد بین‌المللی بر گرم)، کیتوزان (۱ درصد)، عصاره زولنگ (۱ درصد)، ترکیب هر سه ماده ذکر شده و تیمار نمک (۱/۵ درصد) بر ویژگی‌های کیفی و حسی تخم ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان طی ۶۰ روز نگهداری در یخچال (۱±۴ درجه سلسیوس) بود. میزان چربی، خاکستر، رطوبت، pH، بازهای نیتروزنی فرار، میزان اکسیداسیون ثانویه، اندازه‌گیری و شمارش باکتری‌های مزوفیل هوازی، سرمادوست، کپک و مخمر در روزهای ۰، ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ انجام گردید. نمونه‌ها مورد ارزیابی حسی قرار گرفتند. نتایج نشان دادند که پس از ۴۵ روز نگهداری کیتوزان و تیمار ترکیبی، تأثیر معنی‌داری در کاهش میزان میکروارگانیسم‌های مورد بررسی داشتند. میزان TVN نیز با گذشت زمان به‌طور معنی‌داری ($p < 0/05$) افزایش یافت، با این تفاوت که در تیمارهای کیتوزان و ترکیب تا روز ۴۵ نگهداری، تغییر معنی‌داری مشاهده نشد. با توجه به ارزیابی حسی، تفاوت بین دو تیمار کیتوزان و ترکیبی تا روز ۴۵ معنی‌دار نبود. براساس نتایج آنالیزهای شیمیایی و میکروبی، تیمارهای شاهد، نمک، نایسین و زولنگ در روزهای بین ۰ تا ۱۵ غیرقابل مصرف شدند. بدین ترتیب می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از کیتوزان ماندگاری و خواص حسی تخم ماهی را به‌طور مؤثری بهبود بخشید.

واژه‌های کلیدی: کیتوزان، نایسین، زولنگ، تخم ماهی

مقدمه

تخم ماهیان در سراسر جهان مصرف می‌شوند و معروف‌ترین آن‌ها تخم ماهیان خاویاری است (Bledsoe *et al.*, 2003). تخم ماهی دارای مقادیر زیادی چربی و مواد معدنی و یک منبع غنی از ویتامین‌های A و D می‌باشد و پروتئین ترکیب اصلی آن محسوب می‌شود (Hedayatifard and Nemati, 2010). تخم ماهیان دارای بیشترین میزان EPA و DHA بوده (Bledsoe *et al.*, 2003) که این دو اسید چرب در پیشگیری و درمان بیماری‌های قلبی و عروقی و بهبود توانایی یادگیری نقش مهمی دارند (Shirai *et al.*, 2006). به دلیل قیمت بالای این فراورده و عدم دسترسی راحت به آن، استحصال تخم و عمل‌آوری آن از دیگر آبزیان مناسب به نظر می‌رسد (Majaziamiri and Rezaeitavabe, 2011). ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) یک ماهی پرورشی تجاری است که به‌طور وسیع در داخل کشور پرورش داده می‌شود. اغلب اجزای تشکیل دهنده این آبزی به‌ویژه تخم، به دلیل طعم و مزه مطلوب و فواید تغذیه‌ای بالا، موردپسند مردم قرار می‌گیرد (Mirsadeghi *et al.*, 2015). با توجه به پرورش زیاد و استحصال مقادیر زیادی تخم از این گونه، متأسفانه استفاده بهینه از آن در داخل کشور صورت نمی‌گیرد.

عمل‌آوری تخم ماهی منجر به تغییر ترکیب شیمیایی آن می‌شود (Lapa-Guimarães *et al.*, 2011). پایداری تخم‌ها در طول عمل‌آوری و نگهداری، یک جنبه مهم در حفظ مواد مغذی برای ارتقای سلامتی انسان است (Prabhakara Rao *et al.*, 2015) برای این منظور از افزودنی‌ها استفاده می‌شود. خشک کردن و نمک‌سود

کردن دو روش مورد استفاده توسط بسیاری از انسان‌های دوران باستان برای نگهداری غذا می‌باشند. امروزه نه تنها برای نگهداری، بلکه برای طعم خاصی که به غذا می‌دهند نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند (Pourashouri *et al.*, 2015) ولی با توجه به گسترش بیماری‌های ناشی از مصرف زیاد نمک، مصرف‌کنندگان به استفاده حداقل از نمک در مواد غذایی تمایل پیدا کرده‌اند. از این رو باید بتوان از ترکیبات طبیعی به‌عنوان جایگزین مناسب نمک در فرآوری خاویار استفاده نمود تا این نیاز مصرف‌کننده برطرف شود.

زولنگ (*Eryngium caucasicum*) از جمله گیاهان دارویی با پتاسیل‌های ناشناخته است. گیاهی است معطر و علفی از راسته چتریان و تیره جعفری که خواص دارویی متعدد برای آن ذکر شده است. اسانس زولنگ با بویی مطبوع حاوی درصد بالایی از مواد مؤثره است (Hasanpourdarvari *et al.*, 2011). در مازندران و گیلان از برگ‌های جوان آن برای آشپزی و معطر کردن بسیاری از غذاهای محلی استفاده می‌شود. سبزی زولنگ به‌عنوان منبع غنی و جدید از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی به‌عنوان افزودنی غذایی در صنعت غذا معرفی شده است (Salmanian *et al.*, 2014). کیتوزان یکی از ترکیباتی است که اخیراً مطالعاتی در زمینه کاربرد آن به‌عنوان یک ماده نگهدارنده و ضد میکروب در مواد غذایی صورت گرفته است. توجه زیاد به کیتوزان به دلیل غیر سمی بودن، تجزیه‌پذیری زیستی و سازگاری بالای زیستی است (Ojagh *et al.*, 2012). نایسین پلی‌پپتیدی با ۳۴ اسیدآمیننه است که توسط باکتری

پنجم: زولنگ ۱ درصد و تیمار ششم: ترکیب کیتوزان ۱ درصد، نایسین ۰/۰۲۵ درصد و زولنگ ۱ درصد. پس از آماده‌سازی هر تیمار تخم‌ها به میزان ۵۰ گرم در قوطی‌های پلی‌اتیلنی پر شده و جهت انجام آزمایشات مربوطه در یخچال به مدت ۶۰ روز نگهداری شد و آزمایشات مربوطه در روزهای ۰، ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ انجام شد.

- عصاره‌گیری

برای تهیه عصاره، ۵۰۰ گرم زولنگ بعد از توزین، با آب مقطر شستشو شده و توسط آسیاب برقی، هموژنیزه شد. سپس در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر کاملاً مخلوط شد. این مخلوط به مدت ۲۰ دقیقه سانتریفیوژ گردید. مایع سطحی حاصل فیلتر شده و بعد از نگهداری در فریزر ۸۰- به مدت ۱۲ ساعت، توسط دستگاه خشک‌کن انجمادی به مدت ۱۲ تا ۲۴ ساعت خشک گردید و در پایان با کم کردن وزن پودر خشک حاصل، از وزن ماده اولیه، غلظت نهایی عصاره محاسبه شد. عصاره به دست آمده تا قبل از استفاده، در یخچال نگهداری گردید (Mirsadeghi et al., 2015).

تیمار حاوی کیتوزان به نسبت ۱ درصد کیتوزان (w/v)، ۱ درصد اسیداستیک (v/v) آماده شد و تخم‌های آماده شده در محلول غوطه‌ور شده و سپس به وسیله آبکش باقیمانده محلول خارج شد (Nowzari et al., 2013). نایسین و زولنگ نیز با استفاده از آب مقطر به عنوان حلال و غوطه‌وری تخم‌ها در محلول‌های حاصل و سپس آبکشی آن‌ها آماده شدند.

لاکتوکوکوس لاکتیس تولید می‌شود. نایسین به دلیل فعالیت آنتی‌بیوتیکی بالا در برابر دامنه وسیعی از باکتری‌های گرم مثبت مورد توجه ویژه‌ای قرار گرفته است. در حال حاضر نایسین تنها باکتریوسین مطرح شده است و سازمان امنیت و سلامت جهانی استفاده آن را به عنوان یک افزودنی غذایی تأیید کرده است (WHO). در مطالعه حاضر استفاده از عصاره زولنگ، کیتوزان و نایسین بر ماندگاری تخم ماهی قزل‌آلا رنگین کمان بررسی شده و سعی شده است فرآورده‌ای با ویژگی‌های حسی مطلوب با کمترین میزان نمک به دست مصرف‌کننده برسد.

مواد و روش‌ها

- آماده‌سازی تخم ماهی

تخم ماهی قزل‌آلا رنگین کمان از ماهیان ماده در مرحله رسیدگی کامل، از کارگاه تکثیر و پرورش ماهیان سردابی تهیه شد. پس از شستشو بلافاصله به آزمایشگاه منتقل گردید. تخم‌ها با آب با دمای ۳ تا ۵ درجه سلسیوس، حاوی ۱/۵ درصد نمک طی سه مرحله به مدت ۵ تا ۱۰ دقیقه غوطه‌ور گردید تا مواد زاید، پوسته‌های شکسته تخم، بافت پیوندی و خونابه خارج شود و دیواره خارجی تخم استحکام خوبی پیدا نماید. بعد از طی این مدت، تخم‌ها به مدت ۱۰ تا ۲۰ دقیقه توسط غربال، آبکشی شدند (Majazamiri and Rezaeitavabe, 2011). تخم‌ها پس از آماده‌سازی به شش گروه تقسیم گردید. تیمار شاهد: تخم خام؛ تیمار دوم: نمک ۱/۵ درصد؛ تیمار سوم: کیتوزان ۱ درصد؛ تیمار چهارم: نایسین ۲۵۰ واحد بین‌المللی بر گرم؛ تیمار

برحسب لگاریتم تعداد کلنی‌های تشکیل شده در هر گرم نمونه (Logcfu/g) بیان گردید (Inanli *et al.*, 2010).

- آنالیز حسی

اعضای ثابت ارزیاب به تعداد ۵ نفر انتخاب شدند که آشنا به طعم و بوی تخم ماهی قزل‌آلا بودند. نحوه بررسی نمونه‌ها به آن‌ها آموزش داده شد. نمونه‌های مربوط به هر تیمار، پس از باز شدن ظرف مربوطه توسط اعضای ارزیاب از نظر بو، رنگ، بافت نمونه‌ها مورد ارزیابی حسی قرار گرفت. این امتیازها بر اساس معیار سنجشی از ۱ تا ۵ (۱: بسیار بد، ۲: بد، ۳: متوسط، ۴: خوب، ۵: عالی) در نظر گرفته شد (Inanli *et al.*, 2011).

- آنالیز آماری

بعد از سه بار تکرار هر آزمون، از نتایج میانگین و انحراف معیار گرفته شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی و با استفاده از آزمون واحدهای خرد شده در زمان استفاده شد. برای آنالیز داده‌های حسی از آزمون‌های ناپارامتری کروسکال والیس استفاده شد. آنالیز داده‌ها به کمک نرم‌افزار SAS انجام گرفت.

یافته‌ها

- اندازه‌گیری‌های شیمیایی

نتایج پایش ترکیبات تقریبی نمونه‌های مختلف در نمودارها نشان داده شده‌اند. طبق نتایج میزان رطوبت در طول زمان در تیمارهای مختلف نتایج متفاوتی داشت که در نمودار (۱) نشان داده شده است. میزان رطوبت در

تیمار نمک با افزودن تدریجی ۱/۵ درصد نمک به تخم‌ها و هم‌زمان هم‌زدن آرام تخم‌ها مهیا شد (Majaziamiri and Rezaeitavabe, 2011).

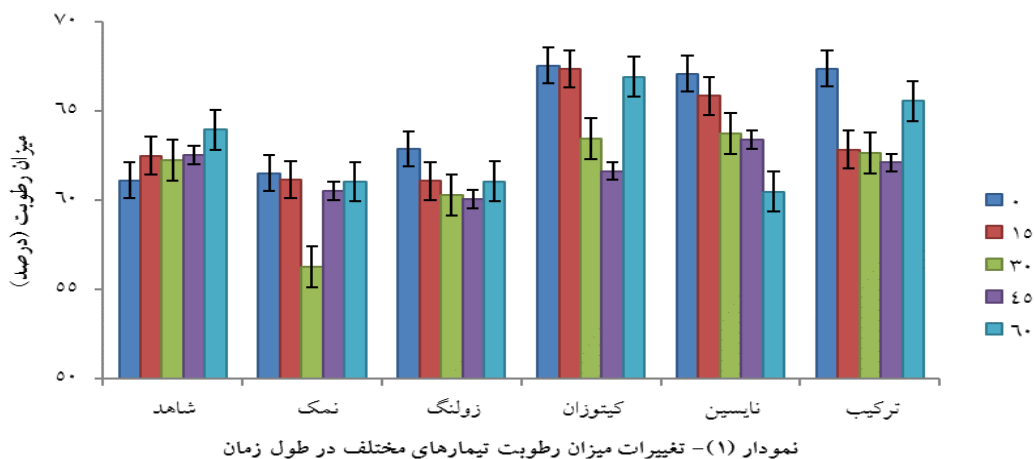
- آنالیز پارامترهای شیمیایی

اندازه‌گیری پروتئین و چربی نمونه‌ها به ترتیب با روش کلدال و سوکسله انجام شد (Mirsadeghi *et al.*, 2015). خاکستر و رطوبت به ترتیب با کوره الکتریکی با دمای ۵۵۰ درجه و آون ۱۰۵ درجه اندازه‌گیری شد. میزان pH، شاخص TBA و میزان TVN با روش‌های متداول اندازه‌گیری شد (Sallama *et al.*, 2004; Inanli *et al.*, 2010; Mir-Sadeghi *et al.*, 2015).

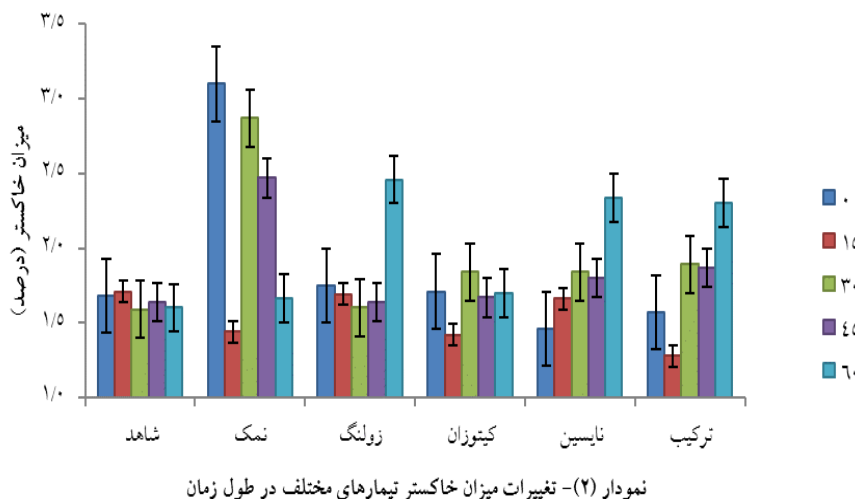
- آنالیز میکروبی

پس از تهیه محیط کشت‌ها، پلیت‌ها در دماهای مختلف نگهداری شدند. دسته‌ای از پلیت‌ها به منظور شمارش کلی باکتری‌ها (TVC) در دمای 30 ± 1 درجه سلسیوس به مدت ۷۲ ساعت در انکوباتور نگهداری شدند و پس از مدت مذکور شمارش صورت گرفت (AOAC., 2005). برای شمارش کپک و مخمر، آماده‌سازی نمونه‌ها مشابه شمارش کلی باکتری‌ها بود با این تفاوت که در کشت کپک و مخمر از محیط کشت گلوکوز کلرامفنیکل‌آگار (YGC) استفاده شد. پس از آماده‌سازی و بستن پلیت در دمای 22 ± 1 درجه سلسیوس به مدت ۵ روز در انکوباتور نگهداری و سپس شمارش انجام شد (Mirsadeghi *et al.*, 2015). باکتری‌های سرمدوست نیز که در محیط کشت پلیت کانت آگار (PCA) کشت داده شدند پس از گذشت مدت‌زمان ۷ روز از نگهداری نمونه‌ها در یخچال (4 ± 1) درجه سلسیوس) شمارش گردید. تعداد کلنی‌های شمارش شده در عکس رقت اولیه ضرب شده و

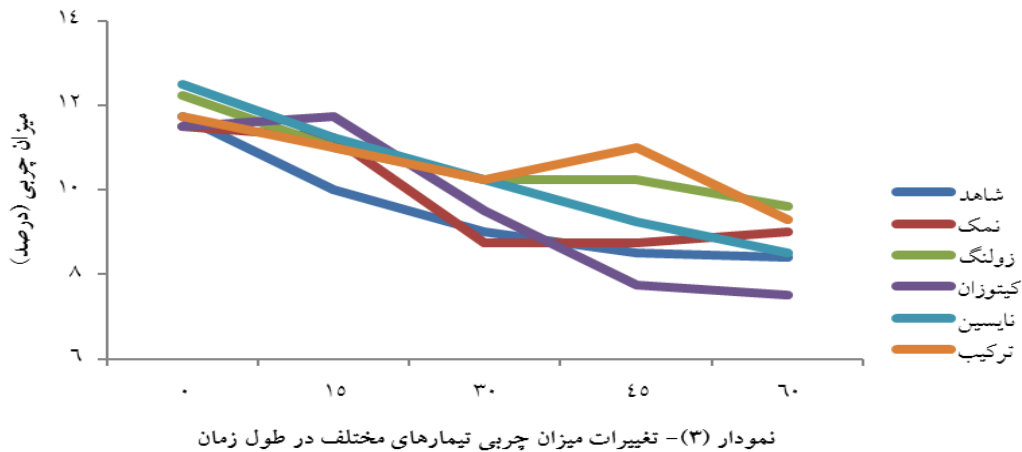
تیمارهای نایسین، کیتوزان و ترکیب بعد از فرآیند عمل آوری به طور معناداری افزایش یافت. میزان رطوبت تیمارهای شاهد، نمک و زولنگ در طول زمان تغییر معناداری نشان ندادند.



میزان خاکستر در روز صفر در تیمار شاهد ۱/۶۸٪ و در تیمار نمک سود ۳/۱۰٪ گزارش شد. تغییرات میزان خاکستر طی دوره نگهداری در نمودار (۲) نشان داده شده است. بیشترین تغییرات میزان خاکستر در تیمار نمک سود مشاهده شد.

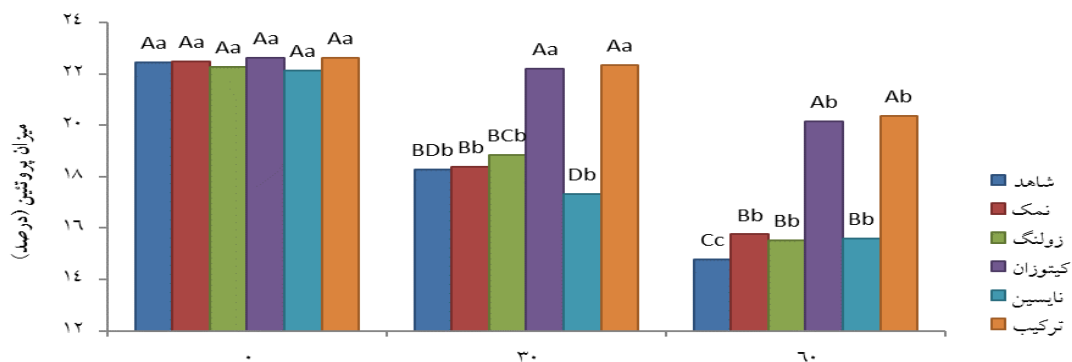


میزان چربی در تیمار شاهد در روز صفر ۱۱/۷۵٪ بود. معنی داری نشان داد (نمودار ۳). این فاکتور در تمام تیمارها باگذشت زمان کاهش



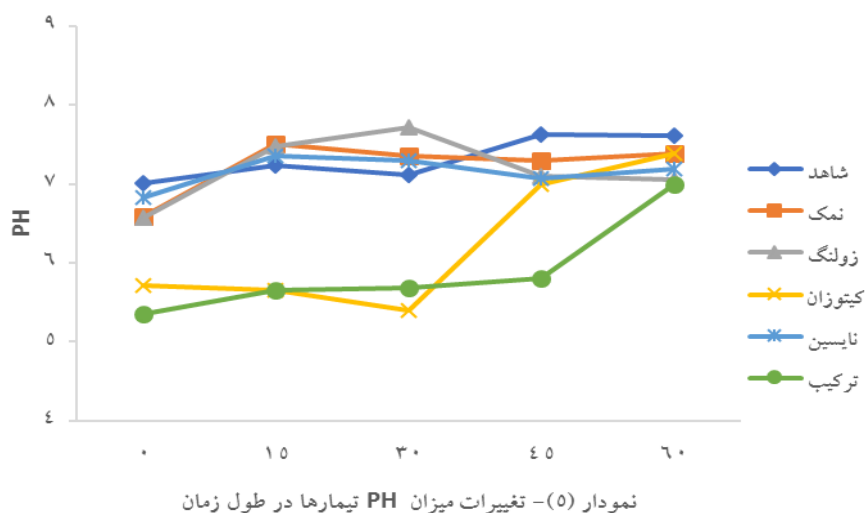
داشت. طی مطالعه‌ای، تأثیر نمک (۱/۵٪) و دمای آب عمل‌آوری بر تخم ماهی قزل‌آلا مورد بررسی قرار گرفت، نتایج نشان داد میزان پروتئین در تمام تیمارها تا روز ۲۴ نگهداری در دمای یخچال، تغییر معنی‌داری نشان ندادند (Mirsadeghi et al., 2015).

مقدار پروتئین در تمام تیمارها باگذشت زمان کاهش معنی‌داری ($p \leq 0.05$) داشت، ولی این کاهش در تیمار ترکیبی پس از یک ماه نگهداری مشهود بود (نمودار ۴). البته بین تیمار ترکیبی و کیتوزان تا انتهای دوره نگهداری تفاوت معنی‌داری نداشت که با مطالعات قبلی (Inanli et al., 2010; Mirsadeghi et al., 2015) مطابقت



تیمارهای مختلف در طول مدت زمان نگهداری به طور معنی داری افزایش یافت ($p < 0/05$) که در نمودار (۵) قابل مشاهده است.

میزان pH تیمارهای کیتوزان و ترکیب بعد از فرآیند عمل آوری نسبت به pH شاهد به طور معنی داری کاهش یافت که ناشی از افزودنی‌هایی مثل اسیداستیک می‌باشد (Lapa-Guimarães *et al.*, 2010). مقدار pH در



افزایش یافت. نتایج حاصل از بررسی این شاخص در جدول (۱) نمایش داده شده است.

مجموع بازهای نیتروژنی فرار در روز صفر در تیمار شاهد ۷ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم بود. مقدار TVN در تمام تیمارها با گذشت زمان به طور معنی داری ($p < 0/05$)

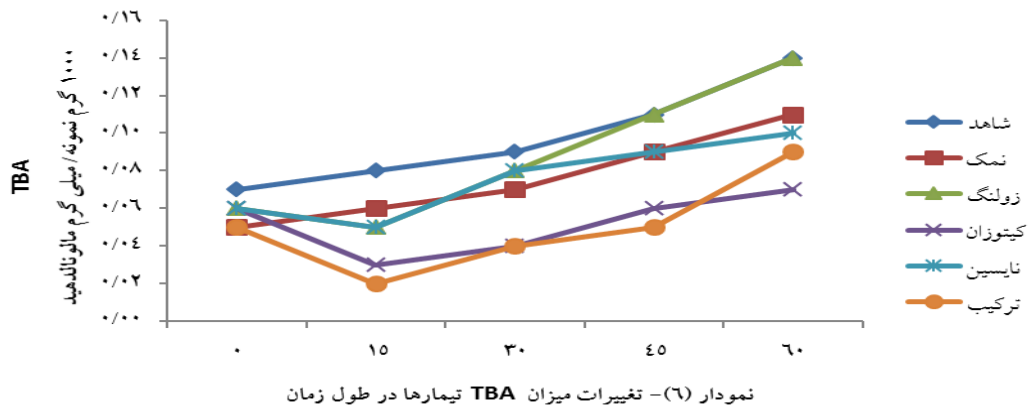
جدول (۱) - تغییرات TVN تخم ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان حاوی عصاره‌های مختلف طی نگهداری در یخچال (۱۰۰ گرم نمونه/میلی‌گرم)

تیمارها	دوره نگهداری (روز)				
	۰	۱۵	۳۰	۴۵	۶۰
شاهد	۶±۱/۸۵ ^{Aa}	۸۸/۵±۱/۸۵ ^{Bb}	۱۴۱/۶±۱/۸۵ ^{Cc}	۱۷۰±۱/۸۵ ^{Cd}	۳۱۳±۱/۵ ^{De}
نمک	۵/۶±۱/۸۵ ^{Aa}	۸۷/۵±۱/۸۵ ^{Bb}	۱۲۲/۶±۱/۸۵ ^{Bc}	۱۶۰/۶±۱/۸۵ ^{CBd}	۲۰۵±۱/۸۵ ^{Ce}
زولنگ	۵/۵±۱/۸۵ ^{Aa}	۱۱۰/۲±۱/۸۵ ^{Cb}	۱۲۹/۸±۱/۸۵ ^{Bc}	۱۵۳/۳±۱/۸۵ ^{Bd}	۲۲۵/۵±۱/۸۵ ^{Be}
کیتوزان	۵/۷±۱/۸۵ ^{Aa}	۵۱/۹±۱/۸۵ ^{Aa}	۹/۸±۱/۸۵ ^{Aa}	۲۷±۱/۸۵ ^{Ab}	۵۱/۷±۱/۸۵ ^{Ae}
نایسین	۵/۹±۱/۸۵ ^{Aa}	۷۸/۵±۱/۸۵ ^{Bb}	۱۲۵±۱/۸۵ ^{Bc}	۱۵۳/۶±۱/۸۵ ^{Bd}	۲۰۱/۵±۱/۸۵ ^{BCe}
ترکیب	۵/۶±۱/۸۵ ^{Aa}	۵/۷±۱/۸۵ ^{Aa}	۶±۱/۸۵ ^{Aa}	۶/۲±۱/۸۵ ^{Da}	۴۷±۱/۸۵ ^{Ab}

حروف (A-D) در ستون، نشان‌دهنده تفاوت تیمارهای مختلف در هر زمان و حروف (a-e) در هر ردیف، نشان‌دهنده تغییرات هر تیمار در طول زمان است.

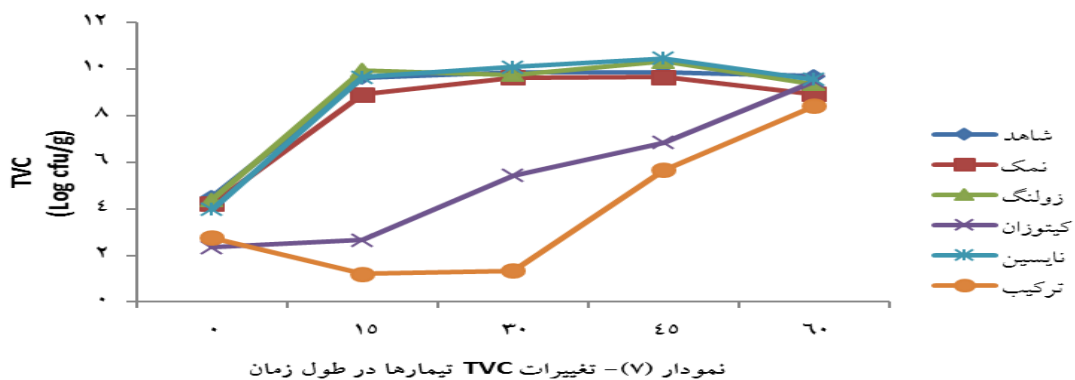
کمترین میزان و تیمار شاهد بیشترین میزان TBA را نشان دادند (نمودار ۶).

تغییرات میزان شاخص TBA در تمام تیمارها با گذشت زمان معنی‌دار بود ($p \leq 0/05$). همواره تیمار ترکیبی



ترکیبی تا روز ۴۵ نگهداری تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند.

آنالیزهای میکروبی - شمارش باکتریایی کل در تمام تیمارها با گذشت زمان افزایش معنی‌داری داشت ($p < 0/05$) که در نمودار (۷) این روند قابل مشاهده می‌باشد. دو تیمار کیتوزان و



ترکیبی تا روز ۴۵ مانع رشد باکتری‌های سرمادوست شدند.

مطابق جدول (۲) جمعیت باکتری‌های سرمادوست در تمام تیمارها با افزایش مدت زمان نگهداری افزایش معنی‌داری داشت ($p < 0/05$). تیمارهای کیتوزان و

جدول (۲)-تغییرات جمعیت باکتری‌های سرمادوست تخم ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان حاوی عصاره‌های مختلف طی نگهداری در یخچال (Logcfu/g)

تیماها	دوره نگهداری (روز)				
	۰	۱۵	۳۰	۴۵	۶۰
شاهد	<1 ^{Aa}	۹/۲۴±۰/۴۹ ^{Ab}	۹/۴±۰/۴۹ ^{Bb}	۹/۵±۰/۴۹ ^{Bb}	۱۰/۱۸±۰/۴۹ ^{Bb}
نمک	<1 ^{Aa}	۸/۷۷±۰/۴۹ ^{Ab}	۸/۹۵±۰/۴۹ ^{Bb}	۹/۸۱±۰/۴۹ ^{Bb}	۹/۹۳±۰/۴۹ ^{Bb}
زولنگ	<1 ^{Aa}	۹/۵۵±۰/۴۹ ^{Ab}	۹/۹۵±۰/۴۹ ^{Bb}	۱۰/۰۵±۰/۴۹ ^{Bb}	۱۰/۱۴±۰/۴۹ ^{Bb}
کیتوزان	<1 ^{Aa}	<1 ^{Ba}	<1 ^{Aa}	<1 ^{Aa}	۲/۶۶±۰/۴۹ ^{Ab}
کیتوزان	<1 ^{Aa}	۹/۸۵±۰/۴۹ ^{Ab}	۱۰۰±۰/۴۹ ^{Bb}	۱۰/۲۵±۰/۴۹ ^{Bb}	۱۰/۴۸±۰/۴۹ ^{Bb}
ترکیب	<1 ^{Aa}	<1 ^{Ba}	<1 ^{Aa}	<1 ^{Aa}	۸/۲۵±۰/۴۹ ^{Bb}

حروف (A-B) در ستون، نشان‌دهنده تفاوت تیمارهای مختلف در هر زمان و حروف (a-b) در هر ردیف نشان‌دهنده تغییرات هر تیمار در طول زمان است

جمعیت کپک و مخمر در تمام تیمارها تا روز ۴۵ از روز ۱۵ قابل مشاهده بود. کمترین میزان رشد کپک و تفاوت معنی‌داری نداشت. تفاوت بین تیمارهای مختلف مخمر در تیمار نمک‌سود مشاهده شد (جدول ۳).

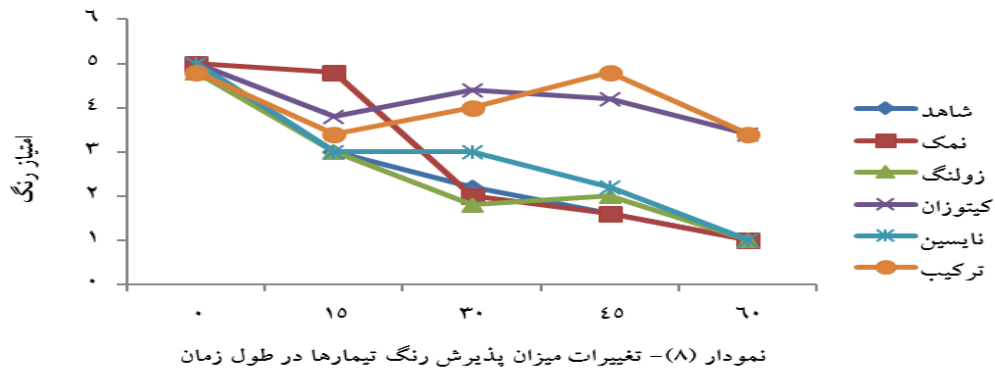
جدول (۳)- تغییرات جمعیت کپک و مخمر تخم ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان حاوی عصاره‌های مختلف طی نگهداری در یخچال (Logcfu/g)

تیماها	دوره نگهداری (روز)				
	۰	۱۵	۳۰	۴۵	۶۰
شاهد	۱±۲/۲۰ ^{Aa}	۷/۱±۱/۲۰ ^{Aab}	۷/۲۵±۱/۲۰ ^{Aab}	۷/۶۵±۱/۲۰ ^{Aab}	۹/۴۴±۱/۲۰ ^{Ab}
نمک	<1±۱/۲۰ ^{Aa}	<1±۱/۲۰ ^{Ba}	<1±۱/۲۰ ^{Ba}	۴/۱۵±۱/۲۰ ^{Ba}	۴/۶۶±۱/۲۰ ^{Aa}
زولنگ	۲/۱±۱/۲۰ ^{Aa}	۷/۱±۱/۲۰ ^{Aa}	۷/۴۶±۱/۲۰ ^{Aa}	۷/۴۱±۱/۲۰ ^{Aa}	۷/۶۷±۱/۲۰ ^{Aa}
کیتوزان	<1±۱/۲۰ ^{Aa}	۲/۲±۱/۲۰ ^{ABa}	۴/۰۱±۱/۲۰ ^{ABa}	۴/۵±۱/۲۰ ^{ABa}	۸/۶±۱/۲۰ ^{Ab}
نایسین	۲±۱/۲۰ ^{Aa}	۷/۳±۱/۲۰ ^{Aa}	۷/۳۸±۱/۲۰ ^{Aa}	۷/۴۷±۱/۲۰ ^{Aa}	۸/۷۵±۱/۲۰ ^{Ab}
ترکیب	۲±۱/۲۰ ^{Aa}	<6±۱/۲۰ ^{Ba}	۴/۷۶±۱/۲۰ ^{ABab}	۴/۶۶±۱/۲۰ ^{ABab}	۷/۶±۱/۲۰ ^{Ab}

حروف (A-B) در ستون، نشان‌دهنده تفاوت تیمارهای مختلف در هر زمان و حروف (a-b) در هر ردیف نشان‌دهنده تغییرات هر تیمار در طول زمان می‌باشد.

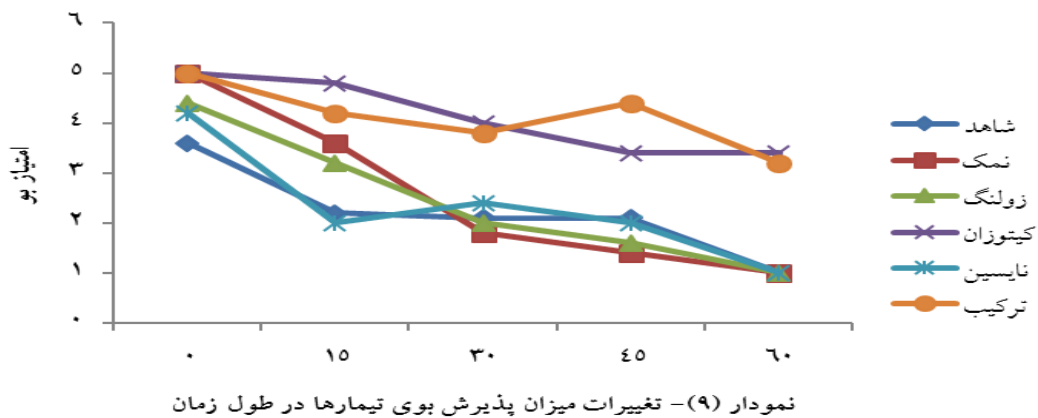
- نتایج آنالیز حسی
رنگ تخم‌ها در تمام تیمارها باگذشت زمان تغییر معنی‌داری نشان دادند ($p < 0.05$) به جز دو تیمار کیتوزان و ترکیب که تا انتهای دوره نگهداری اختلاف

معنی‌داری پیدا نکردند. پذیرش رنگ تیمار نمک‌سود از اواسط دوره کاهش معنی‌داری را نشان داد. نتایج حاصل در نمودار (۸) قابل رؤیت است.



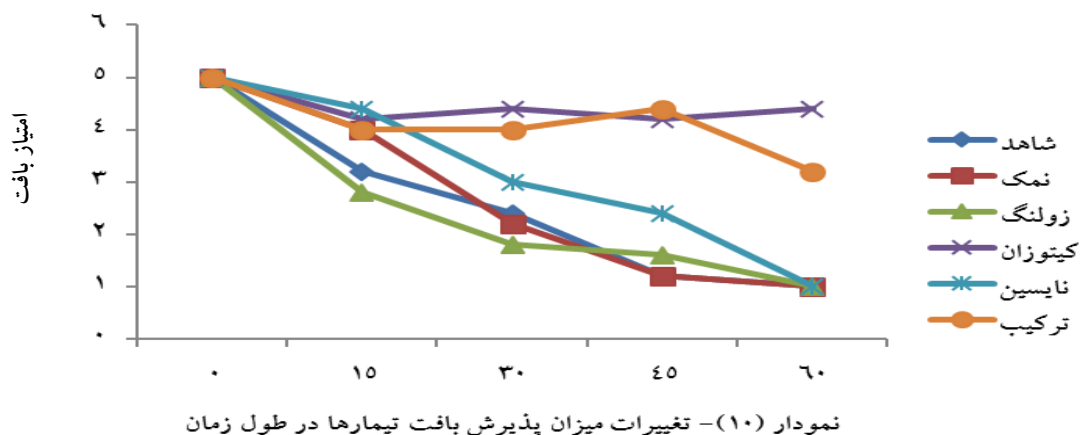
کیتوزان تا انتهای دوره و تیمار ترکیبی تا روز ۴۵ اختلاف معنی‌داری نداشتند. تیمار نایسین از روز ۱۵ کاهش معنی‌داری را نشان داد که سریع‌ترین تغییر در بین تیمارهای مختلف بود.

ویژگی بو در تیمارهای شاهد، نمک و زولنگ از روز ۳۰ کاهش معنی‌داری نشان دادند (نمودار ۹). عدم پذیرش بو می‌تواند ناشی از فعالیت میکروبی و فساد شیمیایی باشد (Mirsadeghi *et al.*, 2015). تیمار



انتهای دوره تفاوت معنی‌داری نشان ندادند. این فاکتور تحت تأثیر ساختار میکروسکوپی غذاها مثل دیواره سلولی، لایه درونی و تورم سلول‌های غشا می‌باشد (Duran *et al.*, 2016).

تغییرات بافت در تیمارهای مختلف نتایج متفاوتی را برداشت (نمودار ۱۰). در تیمارهای شاهد، نایسین و نمک از اواسط دوره و تیمار زولنگ از روز ۱۵ کاهش معنی‌داری پیدا کردند. تیمارهای ترکیبی و کیتوزان تا



بحث و نتیجه گیری

در این تحقیق میزان رطوبت تیمار حاوی کیتوزان و تیمار ترکیبی از اواسط دوره نگهداری کاهش معنی داری داشتند. به طوری که کیتوزان از ۶۷/۵۶٪ به ۶۳/۴۸٪ و ترکیب از ۶۷/۴۰٪ به ۶۲/۸۶٪ کاهش یافتند و در روز صفر در تیمارهای کیتوزان، نایسین و ترکیبی بعد از فرآیند عمل آوری اختلاف معنی داری با سایر تیمارها مشاهده شد که به دلیل تکنیک متفاوت به کار رفته در عمل آوری این تیمارها نسبت به سایر تیمارها می باشد. اجزای تشکیل دهنده هر ماده غذایی و یا افزودنی های غذایی باعث حفظ اتصال رطوبت می شوند (Al-Holy et al., 2005) باگذشت زمان تخم ماهی کیفیت اولیه خود را از دست می دهد، در نتیجه قابلیت نگهداری آب در تخم ها کاهش یافته و از میزان رطوبت کاسته می شود. میزان رطوبت تیمارهای شاهد، نمک و زولنگ در طول زمان کاهش معنی داری نداشتند. طی مطالعه ای بر روی تخم ماهی قزل آلا رنگین کمان، کاهش رطوبت گزارش شد که به دلیل افزودن نمک و نفوذ آن به بافت و در نتیجه کاهش معنی دار رطوبت بود (Mirsadeghi et al., 2015).

میزان رطوبت تیمار نایسین در طول زمان کاهش معنی داری داشت. این کاهش قابل توجه رطوبت را می توان به دلیل دهیدراسیون اسمزی و پروتئولیز دانست (Mirsadeghi et al., 2015). میزان خاکستر در روز صفر در تیمار شاهد ۱/۶۸٪ و در تیمار نمک سود ۳/۱۰٪ گزارش شد. میزان خاکستر پس از فرآیند نمک سود نیز بیشتر گردید که به دلیل فرآیند نمک سود کردن می باشد و با سایر تحقیقات هم راستا بود (Inanli et al., 2010; Mirsadeghi et al., 2015). اما میزان خاکستر در روزهای انتهایی نگهداری افزایش معنی داری نشان داد که می تواند ناشی از دست دادن آب میان بافتی در اثر دناتورده شدن پروتئین و در نتیجه افزایش خاکستر باشد (Mirsadeghi et al., 2015). نتایج به دست آمده در مورد شاخص چربی با دیگر مطالعات همسو بود (Mirsadeghi et al., 2015; Restuccia, 2015). در مطالعه ای تغییرات اسیدهای چرب و آمین های بیوژن تخم ماهی کفال و ماهی تون در مدت زمان ۶ ماه نگهداری در یخچال نتایج مشابه تغییرات چربی با مطالعه حاضر به دست آمد (Restuccia, 2015). کم ترین میزان کاهش چربی

می‌کند (Gao *et al.*, 2014). در مطالعه‌ای دیگر نیز ترکیب ۰/۶ درصد نایسین، اثر کیتوزان (۰/۱٪) را در کاهش TVN و TVC به‌طور مؤثری بهبود بخشید (Guohua *et al.*, 2015). با توجه به حد قابل قبول ۳۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم TVN تیمارهای کیتوزان و ترکیبی تا روز ۴۵ قابل مصرف بودند (Guohua *et al.*, 2015). در بررسی TBA نتایج به‌دست آمده با نتیجه مطالعات دیگر همسو بود (Khalifa *et al.*, 2016). طی مطالعه‌ای پوشش کیتوزان به دلایلی از جمله کاهش اکسیداسیون و هم‌چنین کاهش از دست دادن آب در سوسیس، سبب افزایش ماندگاری آن در مقایسه با پوشش کلاژن شد (Adzali *et al.*, 2016). همچنین در تحقیقی دیگر، کمترین افزایش TBA در فیله قزل‌آلا در تیمار با پوشش کیتوزان مشاهده شد (Nowzari *et al.*, 2013). بین تیمارهای کیتوزان و ترکیبی هیچ‌گاه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. اثر سینرژیستی نایسین با عصاره در تیمار ترکیبی در مقایسه با کاربرد نایسین به تنهایی در بررسی‌های مشابه اثبات شده است (Govaris *et al.*, 2010). استفاده از ترکیب عصاره رزماری و نایسین برای توسعه ماندگاری فیله ماهی پرنده (*Trachinotus ovatus*) در طول ۱۵ نگره‌داری در یخچال بررسی شد. طبق نتایج، ترکیب نایسین با عصاره رزماری می‌تواند اثر سینرژیستی خوبی در کاهش اکسیداسیون داشته باشد (Gao *et al.*, 2014). نتایج شمارش TVC با برخی از مطالعات همسو می‌باشد (Fernández-Saiz *et al.*, 2013; Nowzari *et al.*, 2015; Guohua *et al.*, 2015). طی مطالعه‌ای، فعالیت آنتی‌میکروبی کیتوزان بر گوشت مرغ اثبات شد

را تیمار ترکیبی تا روز ۴۵ نگره‌داری داشت، این کاهش را می‌توان به خاطر اثر سینرژیستی افزودنی‌ها در کاهش اکسیداسیون دانست (Calderón-Oliver *et al.*, 2016).

افزایش pH می‌تواند ناشی از وقوع فساد و تولید ترکیبات قلیایی توسط باکتری‌ها باشد (Feng *et al.*, 2016). یافته‌های سایر مطالعات، افزایش تدریجی pH را در طول زمان نشان داد (Mirsadeghi *et al.*, 2015; Inanli and Coban, 2010; Guohua *et al.*, 2015). کاهش تغییرات pH در تیمار ترکیبی به‌دلیل وجود کیتوزان بوده است. در دو تیمار کیتوزان و تیمار ترکیبی در روزهای نهایی نگره‌داری افزایش pH مشاهده گردید. در مطالعه‌ای در بررسی تأثیر پوششی آلئوئورا-کیتوزان بر روی زغال اخته نیز مشاهده شد که pH تیمارهای حاوی کیتوزان باگذشت زمان افزایش معنی‌داری نشان دادند (Vieira *et al.*, 2016). افزایش TVN ناشی از فعالیت باکتری‌های عامل فساد و آنزیم‌های درونی است (Mirsadeghi *et al.*, 2015). میزان این شاخص در دو تیمار کیتوزان و تیمار ترکیبی به‌طور معنی‌داری کمتر از سایر تیمارها بود و ۴۵ روز پس از نگره‌داری تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (۰/۰۵ $p \geq$). طی مطالعه‌ای اثر کیتوزان-ژلاتین بر فیله قزل‌آلا رنگین‌کمان بررسی و مشاهده شد که استفاده از کیتوزان سبب کاهش TVN می‌شود (Nowzari *et al.*, 2013). این نتایج در مطالعات دیگری نیز تأیید گردید (Ojagh *et al.*, 2012; Mirsadeghi *et al.*, 2015). میزان TVN در تیمار ترکیبی کمتر از تیمار حاوی نایسین بود. این نتایج به اثر سینرژیستی تیمار ترکیبی نسبت به تیمار نایسین اشاره

نقره‌ای (Ramezani *et al.*, 2014)، گوشت مرغ (Hasanzadeh *et al.*, 2012) و تخم ماهی چام و خاویار (ایکورا) (Shin and Rasco., 2007) نیز مشاهده گردید. در خصوص کپک و مخمر، نتایج مطالعه حاضر با نتایج حاصل از مطالعات دیگر (Vieira *et al.*, 2016; Mirsadeghi *et al.*, 2015) مطابقت داشت. اثر معنی‌دار کیتوزان بر کاهش رشد کپک‌ها اثبات شده است (Maghsoudi *et al.*, 2013). خاصیت ضد میکروبی بسته‌بندی فعال براساس ترکیب پوشش کیتوزان و عوامل ضد میکروبی باعث کاهش جمعیت کپک و مخمر و در نتیجه افزایش ماندگاری توت فرنگی تازه شد. با توجه به نتایج حاصل از آزمایش‌های شیمیایی و میکروبی، تیمارهای شاهد، نمک، نایسین و زولنگ بین زمان‌های صفر و ۱۵ روز فاسد شدند. دو تیمار کیتوزان و ترکیبی تا روز ۴۵ قابل مصرف باقی ماندند. با توجه به این‌که بین تیمار کیتوزان و تیمار ترکیبی در اکثر آنالیزها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت و در آنالیز حسی نیز تفاوت‌ها بی‌معنی بود، می‌توان تیمار کیتوزان را به‌عنوان بهترین تیمار برای بهبود نگه‌داری تخم ماهی قزل‌آلا رنگین‌کمان در یخچال، تا ۴۵ روز معرفی کرد. نکته مهم دیگر در مطالعه حاضر، کاهش نمک و اهمیت آن در حفظ سلامت مصرف‌کننده می‌باشد.

تعارض منافع

نویسندگان هیچ‌گونه تعارض منافی برای اعلام ندارند.

هرچند که استفاده از ترکیب آن با عصاره دانه انگور اثر ممانعتی بیشتری نشان داد (Hasanzadeh *et al.*, 2012). فعالیت ضد میکروبی کیتوزان را می‌توان به حضور بار مثبت گروه‌های آمین کیتوزان نسبت داد که با تقابل با بار منفی ماکرومولکول‌ها (پروتئین) بر سطح سلول میکروبی نفوذ کرده و باعث نشت مواد متشکله میکروارگانیسم به خارج سلول می‌شود، هم‌چنین فعالیت کیتوزان با شکست لایه لیپیدی ساکارید غشا بیرونی باکتری‌های گرم مثبت نیز انجام می‌شود (Nowzari *et al.*, 2013). کمیسیون بین‌المللی خصوصیات میکروبیولوژی مواد غذایی حداکثر مجاز TVC قابل مصرف در ماهی تازه را $7 \log \text{CFU/g}$ گزارش نموده است (Guohua *et al.*, 2015)، بنابراین در مطالعه حاضر تیمار کیتوزان و تیمار ترکیبی تا روز ۴۵ قابل مصرف می‌باشند. نتیجه این مطالعه با یافته‌های دیگر محققین هم‌خوانی داشت (Feng *et al.*, 2016؛ Ojagh *et al.*, 2012). با توجه به اینکه افزودن نمک با کاهش فعالیت آبی، باعث کاهش رشد و بقاء میکروارگانیسم‌ها می‌شود (Razavishirazi., 2007) در مطالعه حاضر با استفاده حداقل از نمک، فعالیت آبی افزایش یافته و به دنبال آن بار باکتریایی کل افزایش معنی‌داری نشان داد. تیمار نمک‌سود نیز با افزایش بار باکتریایی کمتر از ۱۵ روز ماندگاری داشت که با برخی مطالعات هم‌خوانی نداشت (Li *et al.*, 2016؛ PrabhakaraRao *et al.*, 2015) که می‌تواند به دلیل میزان کم نمک (۱/۵ درصد) باشد. تیمارهای کیتوزان و ترکیبی تا روز ۴۵ مانع رشد باکتری‌های سرمادوست شدند. این نتایج در برخی از مطالعات بر روی فیله ماهی قزل‌آلا (Ojagh *et al.*, 2012)، فیله ماهی کپور

منابع

- Abdollahzadeh, E., Rezaei, M. and Hosseini, H. (2014). Antibacterial activity of plant essential oils and extracts: The role of thyme essential oil, nisin, and their combination to control *Listerimonocytogenes* inoculated in minced fish meat. *Food Control*, 35: 177-183.
- Adzaly, N.Z., Jackson, A., Kang, I. and Almenar, E. (2016). Performance of a novel casing made of chitosan under traditional sausage manufacturing conditions. *Meat Science*, 113: 116–123.
- Al-Holy, M., Wang, Y., Tang, J. and Rasco, B. (2005). Dielectric properties of salmon (*Oncorhynchus*) and sturgeon (*Acipenser transmontanus*) caviar at radio frequency (RF) and microwave (MW) pasteurization frequencies. *Journal of Food Engineering*, 70: 564–570.
- Alishahi, A. (2014). Antibacterial Effect of Chitosan Nanoparticle Loaded with Nisin for the Prolonged Effect. *Journal of Food Safety*, 34: 111-118.
- Al-Sayed Mahmoud, K., Linder, M., Fanni, J. and Parmentier, M. (2008). Characterisation of the lipid fractions obtained by proteolytic and chemical extractions from rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) roe. *Process Biochemistry*, 43: 376–383.
- Altug, G. and Bayrak, Y. (2003). Microbiological analysis of caviar from Russia and Iran. *Food Microbiology*, 20: 83–86.
- AOAC. (2005). Method 999. 10. Official methods of analysis of AOAC International, Gaithersburg, MD, USA.
- Bledsoe, G.E., Bledsoe, C.D., and Rasco, B. (2003). Caviar and fish roe products. *Journal of Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 43: 317-356.
- Calderón-Oliver, M., Escalona-Buendía, H.B., Medina-Campos, O.N., Pedraza-Chaverri, J., Pedroza-Islas, S. and Ponce-Alquicira, E. (2016). Optimization of the antioxidant and antimicrobial response of the combined effect of nisin and avocado byproducts. *LWT - Food Science and Technology*, 65: 46-52.
- Delves-Broughton, J. (2014). Nisin. *Encyclopedia of Food Microbiology*, 1: 187-193.
- Duran, M., Aday, M.S., Zorba, N.D.Z., Temizkan, R., Büyükcan, M.B. and Caner, C. (2016). Potential of antimicrobial active packaging containing natamycin, nisin, pomegranate and grape seed extract in chitosan coating to extend shelf life of fresh strawberry. *Food and Bioprocess Technology*, 98: 353-363.
- Ebrahimzadeh, M.A., Nabavi, S.M. and Nabavi, S.F. (2009). Correlation Between the in vitro Iron Chelating Activity and Poly Phenol and Flavonoid Contents of Some Medicinal Plants. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 12: 934-938.
- Feng, X., Bansal, N. and Yang, H. (2016). Fish gelatin combined with chitosan coating inhibits myofibril degradation of golden pomfret (*Trachinotus blochii*) fillet during cold Storage. *Food Chemistry*, 200: 283–292.
- Fernández-Saiz, P., Sánchez, G., Soler, C., Lagaron, J.M. and Ocio, M.J. (2013). Chitosan films for the microbiological preservation of refrigerated sole and hake fillets. *Food Control*, 34: 61-68.
- Gao, M., Feng, L., Jiang, T., Zhu, J., Fu, L., Yuan, D. and Li, J. (2013). The use of rosemary extract in combination with nisin to extend the shelf life of pompano (*Trachinotus ovatus*) fillet during chilled storage. *Food Control*, 37: 1-8.
- Govaris, A., Solomakos, N., Pexara, A. and Chatzopoulou, P.S. (2010). The antimicrobial effect of oregano essential oil, nisin and their combination against *Salmonella enteritidis* in minced sheep meat during refrigerated storage. *International Journal of Food Microbiology*, 137: 175–180.
- Guohua, H., Yuanyuan, G., Hailin, F., Jian, L. and Jianfeng, Zh. (2015). Effects of chitosan combined with nisin treatment on storage quality of large yellow croaker (*Pseudosciaenacrocea*). *Food Chemistry*, 203: 276-282.

- Hasanpourdarvari, Kh., Kazemitabar, S.K., Bakhshikhaniki, Gh. And Mahdavi, M. (2011). Investigate genetic diversity of *Eryngiumcaucasicum* in the Mazandaran province using molecular markers (RAPD). National Conference on Medicinal Plants, 1. [In Persian]
- Hdaytifard, M. and Nemati, S. (2011). Changes of roe fatty acids of Kutum *Rutilus frisii kutum* and golden mullet *Liza aurata* affected by salting. Journal of Fisheries, 3(2): 1-11. [In Persian]
- Inanli, A., and Coban, O. and Dartay, M. (2010). The chemical and sensorial changes in rainbow trout caviar salted in different ratios during storage. Journal of Fish Science, 76: 879- 883.
- Khalifa, I., Barakat,H., El-Mansy, H.A. and Soliman, S.A. (2016). Enhancing the keeping quality of fresh strawberry using chitosan- incorporated olive processing wastes. Food Bioscience, 13: 69–75.
- Khoshbakht, K., Hammer, K. and Pistrick, K. (2007). *Eryngium caucasicum*Trautv. cultivated as a vegetable in the Elburz Mountains (Northern Iran). Genet Resour Crop Evol, 54:445–448.
- Lapa-Guimarães, J., Trattner, S. and Pickova, J. (2011). Effect ofProcessing on Amine Formation and the Lipid Profile of Cod (*Gadusmorhua*) Roe. Food Chemistry, 129: 716-723.
- Li, Ch., Huang, L., Hwang, Ch.R. and Chen, J.2016. Growth of *Listeria monocytogenes* in salmon roe e A. kinetic analysis. Food Control, 59: 538-545.
- Majazi-Amiri, B. and Rezaei-tavabe, K. (2011). Sturgeons and Caviar. (Translation). Authors: Ashtryn, D. and Doure, I, First Print, Publishing Institute of Tehran university, pp: 137-150 [In Persian].
- Mir-Sadeghi, H., Alishahi, A., Shabanpour, B. And Safari, R. (2015). Effects of salt and water temperature processing on qualitative changes in rainbow trout (*Oncorhynchusmykiss*) roe during refrigerator storage. Journal of Fisheries Science and Technology, 4(1): 93-104 [In Persian].
- Nowzari, F., Shábanpour, B. and Ojagh, S.M. (2013). Comparison of chitosan–gelatin composite and bilayer coating and film effect on the quality of refrigerated rainbow trout. Food Chemistry, 141: 1667–1672.
- Ojagh, S.M., Rezaei, M., Razavi, S.H. and Hosseini, S.M.H. (2012). Effect of antimicrobial coating on shelf-life extension of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Journal of Food Science and Technology, 34 (9): 13-23 [In Persian].
- Prabhakara Rao, P.G., Balaswamy, K., Jyothirmayi, T., Karuna, M.S.L. and Prasad, R.B.N. (2015). Fish roe lipids: composition and changes during processing and storage. Chapter 56, pp. 463-268.
- Ramezani, Z., Zarei, M. and Raminnejad, N. (2014). Comparing the effectiveness of chitosan and nanochitosan coatings on the quality of refrigerated silver carp fillets.Food Control, 14: 1-17.
- Razavi-Shirazi, H. (2007). Marine products, technology, principles and processing maintenance. (Second Edition), published by the Mehr, Tehran. 292 p [In Persian].
- Restuccia, D., Spizzirri, U.G., Bonesi, M., Tundis, R., Menichini, F., Picci, N. and Loizzo, M.R. (2015). Evaluation of fatty acids and biogenic amines profiles in mullet 4 and tuna roe during six months of storage at 4°C. Journal of Food Composition and Analysis, 40: 52-60.
- Sallama, Kh.I. Ishioroshib, M., and Samejimab, K. (2004). Antioxidant and antimicrobial effects of garlic in chicken sausage. LebensonWiss Technology, 37: 849-855.
- Salmanian, Sh., Sadeghi Mahunak, AR., Jamson, M. and Tabatabaei Amid, B. (2014). Identification and quantification of phenolic acids, radical scavenging activity and ferric reducing power of *Eryngium caucasicum* Trautv. ethanolic and methanolic extracts. Research and Innovation in Food Science and Technology, 2: 193-204 [In Persian].
- Shin, J.H. and Rasco,B.A. (2007). Effect of Water Phase Salt Content and Storage Temperature on *Listeria monocytogenes*Survival in Chum Salmon (*Oncorhynchusketa*) Roe and Caviar (Ikura). Food Microbiology and Safety, 72: 160-165.

-
- Shirai, N., Higuchi, T. and Suzuki, H. (2006). Analysis of lipid classes and the fatty acid composition of the salted fish roe food products, Ikura, Tarako, Tobiko and Kazunoko. *Food Chemistry*, 94: 61–67.
 - Soares, N.M.F., Oliveira, M.S.G. and Vicente, A.A. (2015). Effects of glazing and chitosan-based coating application on frozen salmon preservation during six-month storage in industrial freezing Chambers. *LWT - Food Science and Technology*, 61: 524-531.
 - Vieira, J.M., Flores-López, M.L., Rodríguez, D.J., Sousa, M.C., Vicente, A.A. and Martins, J.T. (2016). Effect of chitosan–Aloe vera coating on postharvest quality of blueberry (*Vaccinium corymbosum*) fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 116: 88–97.

Effects of nisin, chitosan and eryngo extract on shelf life of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) roe during refrigerated storage

Mohammadinezhad, E.^{1*}, Alishahi, A.², Pourashoori, P.³, Mirsadeghi, H.⁴

1. Student of fishery product processing, seafood processing, and technology department, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
2. Associate professor of seafood processing and technology department, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran
3. Assistant professor of seafood processing and technology department, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran
4. M.Sc of Seafood Processing and Technology Department, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran

*Corresponding Author's E.mail: mohammadinezhad.e@gmail.com
(Received: 2016/6/14 Accepted: 2017/1/4)

Abstract

The aim of this study was to determine the effects of nisin (250 international units per gram), chitosan (1%), eringo extract (1%), combination of three material and salt treatment (1.5%) on the quality and sensorial traits of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) roe during refrigerated (4 ± 1 °C) storage for 60 days. Lipid, ash, moisture, pH, amount of TVN, TBA, Aerobic mesophilic bacteria, psychrotrophic bacteria, yeast and mold were evaluated at 0, 15, 30, 45 and 60 days. Sensorial analyses of samples were evaluated. The results showed that Chitosan and combinational treatment had significant effect ($p < 0.05$) in decrease of microorganisms after 45 days. In addition, TVN had a significant increase during the time ($p < 0.05$) but in Chitosan and combinational treatment not observed significant change until 45 days. According to the sensory evaluation, no significant difference was observed between the chitosan and the combination treatments until 45 days. Based on the results of chemical and biological analyses, control, salt, nisin and E. extract were unusable between 0 and 15 days. Therefore, it can be concluded that the use of chitosan improved shelf life and organoleptic properties of fish roes effectively.

Conflict of interest: None declared.

Keywords: Chitosan, Nisin, Eryngo extract, trout roe