اثر عصاره‌های سیر (*Allium sativum*) و لیمو (*Citrus sinensis*) بر ترکیب تقریبی و پروفایل اسیدچرب تخم نمک‌سود ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhyncus mykiss*) طی‌نگهداری در یخچال

سید مهدی اجاق[1*]، علیرضا عالیشاهی[1]، محسن کاظمی[2]، حجت میرصادقی[2]

۱- دانشیار گروه فرآوری محصولات شیلاتی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۲- دانشجو دکتری فرآوری محصولات شیلاتی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
(تاریخ دریافت: ۹۶/۰۸/۱۶ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۹/۲۸)

چکیده

با توجه به اثرات نامطلوب ترکیب‌های شیمیایی بر سلامتی مصرف کننده و با هدف جایگزینی آنها با ترکیب‌های طبیعی، در این مطالعه جهت بررسی مقایسه ای آنها تیماربندی بدین شکل انجام گرفت: شاهد (تخم بدون نمک)، A_1 (تخم نمک‌سود با ۲/۵ درصد نمک خالص)، A_2 (تخم نمک‌سود با ۲/۵ درصد نمک خالص حاوی ۰/۷درصد اسیدبوریک و بوراکس) و A_3 (تخم نمک‌سود با ۲/۵ درصد نمک خالص حاوی ۱/۵ درصد ترکیب عصاره سیر و لیمو) انجام شد. تغییرات فاکتورهای مرتبط با آنالیز ترکیب تقریبی و ترکیب اسیدهای چرب تخم ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان طی نگهداری در یخچال در روزهای (صفر، ۳۰ و ۶۰) بررسی گردید. نتایج نشان داد که مجموع اسیدهای چرب غیراشباع طی مدت نگهداری بین تیمار شاهد و A_1 اختلاف معنی‌داری داشت ($p\leq$۰/۰۵) اما در تیمار A_2 و A_3 تغییرات معنی‌داری وجود نداشت ($p>$۰/۰۵). فاکتورهای مرتبط با آنالیز ترکیب تقریبی مثل پروتئین و چربی نیز در تیمار شاهد و A_1 با گذشت زمان تغییرات معنی‌داری نشان دادند بطوریکه پروتئین در تیمار شاهد از ۲۱/۵۱ ٪ در روز صفر به ۱۷/۵۳ ٪ در روز ۶۰ تنزل پیدا کرد و همچنین چربی نیز از ۱۴/۱۲٪ به ۱۱/۱۶٪ در روزهای ذکر شده رسید. تیمار A_1 نیز در طول زمان از نظر پروتئین و چربی کاهش معنی داری نشان داد اما در زمان مشابه نسبت به تیمار شاهد شرایط بهتری داشت ($p\leq$۰/۰۵). ولی در تیمار A_2 و A_3 تغییرات معنی‌داری در فاکتورهای مذکور طی مدت نگهداری مشاهده نشد و می‌توان گفت که تیمار نگهدارنده طبیعی (A_3) با نگهدارنده شیمیایی (A_2) در حفظ کیفیت تغذیه‌ای تخم قابل مقایسه است ($p\leq$۰/۰۵).

کلید واژگان: عصاره، ترکیب اسید چرب، آنالیز ترکیب تقریبی، تخم قزل‌آلای رنگین کمان

*مسئول مکاتبات: mahdi_ojagh@yahoo.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-06]

۱- مقدمه

تخم نمک‌سود ماهی یک غذای شیلاتی آماده مصرف است که پس از استحصال تخم با افزودن نمک و نگهدارنده تولید شده و معروف‌ترین آن تخم نمک‌سود ماهیان خاویاری می‌باشد. در سال‌های اخیر به دلیل عدم مدیریت صحیح صید و آلودگی‌های زیست‌محیطی، ذخایر ماهیان خاویاری دریای خزر و خاویار[1] تولیدی از آنها کاهش یافته است [۱]. با توجه به این مساله و قیمت گزاف و عدم دسترسی راحت به این فرآورده، استحصال تخم و عمل‌آوری آن از دیگر گونه‌های ماهی به ویژه راسته آزادماهی شکلان (*Salmoniformes*) مناسب به نظر می‌رسد [۱، ۲]. ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) یک گونه از آزادماهیان است که به علت سازگاری خوب با شرایط پرورشی هم اکنون در اغلب نقاط دنیا پرورش داده می‌شود [۳]. پرورش‌دهندگان این گونه ماهی در زمان تکثیر، پیش‌مولدینی دارند که تخم‌های استحصالی از آنها به دلیل پایین بودن بازده لقاح و باروری دور ریخته می‌شود و در مواردی نیز با تخم‌های رسیده مازاد مواجه هستند [۲]. با توجه به موارد ذکر شده و همچنین وجود ترکیبات مغذی مختلف در تخم از جمله اسیدهای چرب غیراشباع، پروتئین‌ها، مواد معدنی و ویتامین‌ها که نقش مهمی در سلامت انسان دارند، می‌توان از تخم محصولی مناسب تولید و به بازار عرضه کرد [٤]. در این رابطه شناخت ارزش غذایی، تعیین روش فرآوری مناسب و نگهداری آن از اهمیت بسزایی برخوردار است. از طرفی با توجه به فسادپذیری بالای تخم ماهی استفاده از نمک و نگهدارنده از عوامل مهم برای حفظ کیفیت آن می‌باشند [٥]. برای عمل‌آوری روش‌های متفاوتی با توجه به گونه‌ی ماهی وجود دارد که بر کیفیت و بازار پسندی آن تاثیر قابل توجهی می‌گذارد. نمک‌زنی مرحله مهمی در عمل‌آوری تخم است که سبب کاهش فعالیت آبی و جلوگیری از فساد میکروبی می‌شود، اما بر ترکیب اسیدهای چرب غیراشباع تخم اثرات منفی دارد [٦، ۷]. همچنین باتوجه به آگاهی مردم نسبت به مضرات مصرف زیاد نمک، جهت جلوگیری یا به تعویق انداختن فساد در فرآورده‌ی حاصل از تخم‌ماهی با نمک کم یا مالاسول[2]، از نگهدارنده (طبیعی- مصنوعی) استفاده می‌شود [۲، ۸، ۹].

نگهدارنده‌های شیمیایی رایج در تهیه تخم نمک‌سود، بوراکس[3] و اسیدبوریک[4] هستند که همراه نمک‌خالص، تحت عنوان نمک‌مخلوط مورد استفاده قرار می‌گیرند. اما با توجه به مشکلات ناشی از مصرف نگهدارنده‌های شیمیایی، مواد ضدمیکروبی طبیعی توجه خاصی را به خود جلب کرده‌اند و در حال حاضر، تمایل مصرف‌کنندگان موادغذایی بیشتر به استفاده از موادغذایی سالم فاقد افزودنی‌های مصنوعی معطوف شده است [۱۰]. در مورد خواص نگهدارنده‌های طبیعی به ویژه گیاهی در محصولات دریایی، می‌توان به اثر مطلوب عصاره آویشن و نعنا بر ماندگاری ماهی باس‌دریایی [۱۱] و عصاره رزماری بر ماندگاری میگوی صورتی و قزل‌آلای رنگین کمان [۱۲، ۱۳] اشاره کرد. طبق مطالب ذکر شده مطالعه حاضر به شناسایی و بهبود اطلاعات در این زمینه کمک کرد. بدین صورت که عصاره‌های طبیعی سیر و لیمو بکار گرفته شدند و اثر آنها بر حفظ ترکیب تقریبی و ترکیب اسیدهای چرب چندغیراشباع تخم ماهی قزل آلا، بعنوان یکی از ارزشمند ترین ترکیبات تغذایه‌ای آبزیان در مقایسه با نگهدارنده‌های شیمیایی رایج بررسی شد.

۲- مواد و روش

۲-۱- عصاره گیری

برای تهیه عصاره‌ها، از روش بکری و داگلاس [١٤] و همچنین پارک وچین [١٥] استفاده شد. بدین ترتیب که ۱۰۰ گرم سیر پوست کنده و همچنین ۱۰۰ گرم لیمو کامل بدون هسته پس از توزین و شست و شو، در۲۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر، کاملا مخلوط شده و توسط آسیاب برقی همگن شدند. این مخلوط به مدت ۲۰ دقیقه در دور ٦۰۰۰ سانتریفوژ[5] گردید. مایع رویی صاف شده و بعداز ۱۲ ساعت نگهداری در فریزر منفی ۸۰، توسط دستگاه خشک کن انجمادی (فریزدرایر) به مدت ۱۲ تا ٢٤ ساعت خشک گردید. عصاره بدست آمده تا زمان استفاده، در یخچال نگهداری شد.

۲-۲- تهیه تخم ماهی و تیمارکردن نمونه‌ها

تخم ماهی از ۲۵ قطعه ماهی قزل‌آلای پرورشی (*Oncorhynchus mykiss*) با میانگین وزنی ۲-۱ کیلوگرم

1. Caviar
2. Malasol
3. Borax
4. Boric acide
5. Centrifuge

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-06]

در ماه بهمن و اسفند از شرکت قزل‌آلا پرور ساری تهیه شد. ماهیان پس از صید شست و شو داده شدند تا موکوس سطح بدن ماهی به همراه آلودگی سطحی کاهش یابد، سپس با دستمال تمیز خشک شدند. استحصال تخم با مالش محوطه شکمی صورت گرفت. تخم‌ها به درون ظروف کاملا خشک و تمیز منتقل شدند و در مرحله بعد به شکل مناسبی یخ‌پوشی شده و توسط یونولیت به آزمایشگاه مرکزی ساری (ساری. مازندران) منتقل گردیدند. ابتدا تخم‌های ماهی با آب جوشیده با دمای ۳ تا ۵ درجه سانتی‌گراد حاوی ۱/۵ درصد نمک خالص به منظور استحکام بیشتر پوسته‌تخم، خروج لخته‌های خون، الیاف‌پیوندی و چربی شستشو داده شدند و سپس آب مازاد طی انتقال تخم‌های شسته شده روی الک مویی بهداشتی خارج گردید [۱۶]. پس از آماده‌سازی اولیه، برای تیماربندی در این مرحله، تخم‌ها به ٤ قسمت تقریبا مساوی تقسیم شدند. یک قسمت به عنوان تیمار شاهد (تخم خام بدون نمک و ماده نگهدارنده) در نظر گرفته شد و بقیه تیمارها حاوی ۲/۵ درصد نمک خالص (A_1، A_2 و A_3) که به ترتیب شامل تیمارهای: بدون نگهدارنده، ۰/۷درصد اسیدبوریک و بوراکس و ۱/۵ درصد ترکیب عصاره سیر و لیمو (با نسبت ۳ لیمو : ٤ سیر) بودند. در این تحقیق، اسیدبوریک، بوراکس و عصاره‌های سیر و لیمو بصورت پودر خشک بلافاصله بعد از شورآب‌گیری به تخم نمک‌سود اضافه شدند. تخم‌های فرآوری شده در پایان، داخل قوطی‌های پلی اتیلنی[6] ۲۰ گرمی پر شده و برای بررسی فاکتورهای مرتبط با آنالیزتقریبی و اندازه‌گیری اسیدهای چرب طی روزهای صفر، ۳۰ و ٦۰ در یخچال نگهداری شدند [۱٦].

۲-۳- اندازه‌گیری فاکتورهای مرتبط با آنالیز تقریبی

۲-۳-۱- اندازه‌گیری پروتئین

اندازه‌گیری پروتئین به روش کجلدال[7] انجام شد. مقدار یک گرم نمونه توزین و در بالن هضم ریخته شد. سپس ۲۰ میلی-لیتر اسیدسولفوریک غلیظ و ۸ گرم از مخلوط کاتالیزور به آن افزوده گردید. بالن در دستگاه مخصوص هضم کلدال قرار داده شد و حرارت‌دهی آغاز گردید. حرارت‌دهی تا باقی‌ماندن مایع بی‌رنگ در ته بالن ادامه یافت و در این موقع نمونه کاملا هضم شده بود. پس از سرد شدن، بالن در دستگاه تقطیر قرار داده شد. پیشتر آب مقطر و محلول اسیدبوریک ۲٪ و سود ۳٤٪ ساخته شد و در مخازن مربوطه در دستگاه تقطیر قرار گرفت. در زیر قسمت کندانسور دستگاه تقطیر، یک ارلن‌مایر محتوی چند قطره معرف متیل‌رد و بروموکروزول‌گرین قرار داده شد و دستگاه تقطیر آماده گردید. از ابتدا یک شاهد هم در نظر گرفته شد و کلیه اعمال فوق الذکر با شاهد نیز انجام گردید. پس از آن ارلن‌مایر از زیر دستگاه جدا شده و محلول به وسیله اسید هیدروکلریک ۰/۱ نرمال خنثی گردید [۱۷].

با در نظر گرفتن رابطه زیر، مقدار درصد ازت و نیز با در نظر گرفتن ضریب پروتئین، مقدار درصد پروتئین محاسبه گردید.

وزن نمونه/ [۱۰۰× (حجم تیترانت مصرفی نمونه– حجم تیترانت مصرفی شاهد) × نرمالیته تیترانت×۱/٤۰۰۷]= میزان ازت (درصد)

٦/۲۵ × درصد ازت = میزان پروتئین (درصد)

۲-۳-۲- اندازه‌گیری چربی

چربی کل به روش سوکسله[8] اندازه‌گیری شد. نمونه‌هایی که قبلا خشک شده بودند در کاغذ صافی واتمن ریخته و کاغذ به دقت تا شد و در بالن مخصوص دستگاه سوکسله قرار گرفت. بالن دستگاه به وسیله پترولیوم‌اتر تا جایی که سطح نمونه را کاملا بپوشاند پر شد و به دستگاه وصل گردید. بالن در دمای ٦۰–۵۰ درجه سانتیگراد به مدت ۸ ساعت حرارت داده شد. پس از این مدت بالن استخراج از دستگاه جدا گردید و باقیمانده حلال در بالن جهت تبخیر تا رسیدن به وزن ثابت داخل آون با دمای ۲± ۱۰۳ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت سپس درون دسیکاتور قرار داده شد و وزن آن به طور دقیق توزین گردید. تفاوت وزن اولیه بالن از وزن ثانویه میزان چربی نمونه را بر حسب درصد نشان داد که از رابطه زیر محاسبه گردید [۱۷].

وزن نمونه/ [۱۰۰× (وزن ثانویه بالن– وزن اولیه بالن)] = میزان چربی (درصد)

۲-۳-۳- اندازه‌گیری رطوبت

۵ گرم نمونه از هر تیمار درون پتری‌دیش‌هایی که از قبل خشک و توزین شده بود قرار داده شد و پتری‌دیش‌ها در داخل آون با دمای ۲± ۱۰۳ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن ثابت قرار گرفت و عمل خشک‌شدن تا زمانی ادامه یافت که تغییر وزن محسوسی در نمونه مشاهده نشد، سپس پتری‌دیش‌ها به

6. Polyethylene
7. Kjeldal method
8. Soxhelt method

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-06]

درون دسیکاتور منتقل شده و پس از سرد شدن مجددا توزین گردید و میزان رطوبت با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد [۱۷].

وزن اولیه نمونه/ [۱۰۰× (وزن ثانویه نمونه- وزن اولیه نمونه)] = میزان رطوبت (درصد)

۲-۳-٤- اندازه‌گیری خاکستر

بوته چینی به همراه درب آن بعد از خشک شدن در آون دقیقا توزین گردید. ۵ گرم نمونه مورد آزمایش درون آن قرار گرفت و به کوره‌الکتریکی با حرارت ۵۵۰-۵۰۰ درجه سانتیگراد منتقل شد. عمل حرارت‌دهی تا زمانی ادامه یافت که رنگ خاکستر کاملا روشن گردید. پس از آن بوته به همراه درب به دسیکاتور منتقل شد و پس از سرد شدن مجددا توزین گردید. تفاوت وزن اولیه بوته از وزن ثانویه میزان خاکستر نمونه را بر حسب درصد نشان داد که از رابطه زیر محاسبه گردید [۱۷].

وزن نمونه/ [۱۰۰× (وزن ثانویه بوته- وزن اولیه بوته)] = میزان خاکستر (درصد)

۲-٤- اندازه‌گیری اسیدهای چرب

اندازه‌گیری اسیدهای چرب از طریق مشتق سازی (متیل استر) با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی (دستگاه Hewlett-packard، مدل۶۸۹۰، ستون BPX، دما ۱۹۸ درجه سانتیگراد، ردیاب دتکتور از نوع شعله‌ای با دمای ۳۲۰ درجه سانتیگراد) انجام گرفت. برای تهیه متیل استر و شناسایی اسیدهای چرب، از دستورالعمل استاندارد ملی (ISIRI, 1371; Metcalfe et al., 1966; Bligh and Dyer, 1959; Folch et al., 1957) استفاده گردید. مقدار اسیدچرب موجود در چربی تخم ماهی طی روزهای صفر، ۱۵ و ۳۰ برای شناسایی و تعیین مقدار، درمرحله اول با استخراج چربی و مشتق سازی و در مرحله دوم، با تنظیم برنامه حرارتی (۱۸۰ تا ۲۳۵) درجه سانتیگراد و تزریق نمونه به دستگاه انجام شد. ۰/۵ گرم از چربی استخراج شده به منظور متیله نمودن، با نسبت‌های مناسب از متانول، بنزن و اسیدسولفوریک مخلوط شد، سپس حدود ۱ میکرولیتر از نمونه آماده را به دستگاه GC(مجهز به ستون کاپیلاری از نوع (60 m× 0.32 mm SGE BPX70) و آشکار ساز نوع FID) تزریق نموده و مکان هر یک از اسیدهای چرب را براساس زمان بازداری (RT) آنها در نمونه استاندارد شناسایی کرده و به صورت گرم در ۱۰۰ گرم چربی نمونه بیان گردید.

۵-۲- تجزیه و تحلیل آماری

به منظور تجزیه و تحلیل مقادیر کمی (حداقل سه تکرار برای هر تیمار-برای هر تکرار در هر زمان یک قوطی محتوی تخم) به دست آمده از آزمایش‌های شیمیایی، میکروبی و حسی از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۱۶ استفاده گردید. پس از کنترل نرمال‌بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگراف- اسمیرنوف[9] از آزمون اسپلیت پلات[10] در زمان، برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و از آزمون چنددامنه‌ای دانکن[11] در سطح (α=۰/۰۵) برای مقایسه میانگین‌ها استفاده شد. نمودارهای مربوطه در نرم‌افزار Excel رسم شدند.

۳- نتایج و بحث

نتایج تغییرات فاکتورهای مرتبط با آنالیز تقریبی تیمارهای مختلف تخم قزل‌آلای رنگین‌کمان طی دو ماه نگهداری در یخچال در جدول ۱ ارائه شده است.

۳-۲- پروتئین

نتایج اندازه‌گیری میزان پروتئین تیمارهای مختلف طی مدت نگهداری در جدول ۱ آورده شده است. Bledsoe و همکاران [۱] میزان پروتئین تخم خام در گونه‌های متفاوت خانواده آزاد ماهیان را بین ۲۱ تا ۲۷ درصد بیان نمودند که با نتایج اندازه-گیری میزان پروتئین در مطالعه حاضر نزدیک می‌باشد. نمک منجر به دناتوره‌شدن ساختار پروتئین و خروج پروتئین‌های محلول در آب و نمک می‌شود و کاهش پروتئین با افزایش مقدار نمک و کاهش رطوبت و بر عکس ارتباط دارد [۱۸]. میزان پروتئین تخم خام بعد از نمک‌سود کردن تغییر نکرد و بنابراین بین تیمارهای مختلف در روز صفر اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد ($p>$۰/۰۵). Mirsadeghi و همکاران [۱۶] نتایج مشابهی در این رابطه گزارش کردند. از طرفی نتایجی

9. Kolomogorav-Smirnov test
10 . Split plot test
11. Dancan's multiple range test

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-06]

مغایر با یافته‌های مطالعه حاضر نیز در تحقیقات مشابه گزارش شده است [٦، ١٩، ٢٠، ٢١، ٢٢]. میزان پروتئین با گذشت زمان در تیمارهای شاهد و A_1 کاهش یافت به طوری که در تیمار شاهد از اواسط دوره و در تیمار A_1 در اواخر دوره اختلاف معنی‌دار بود، در صورتی که تیمارهای A_2 و A_3 از این نظر در طول زمان تغییر معنی داری نشان ندادند که این نتایج با مشاهدات حاصل از تحقیقات مشابه در این رابطه [١٢، ٢٠، ٢١، ٢٢] مطابقت داشت. کاهش مقادیر پروتئین مشاهده شده در اواخر مدت نگهداری در تیمارهای شاهد و A_1 احتمالا ناشی از فعالیت‌های آنزیمی و باکتریایی است که باعث شکست پروتئین می‌شود ولی در تیمارهای A_2 و A_3 بدلیل وجود خاصیت آنتی‌باکتریالی و آنتی‌اکسیدانی نگهدارنده‌ها، از شکست پروتئین ممانعت شده است [١٢، ١٨، ٢٣].

Table 1 Proximate analysis of the rainbow trout roe during cold storage (4 ± 1˚C)

factor	Sample	Storage periods (day) 0	30	60
Protein	Control	21.51±0.25$^{\alpha}$	20.42±0.10^{c}	17.53±0.70^{e}
	A_1	21.51±0.41$^{\alpha}$	21.06±0.32$^{\alpha b}$	19.52±0.83^{d}
	A_2	21.51±0.25$^{\alpha}$	21.18±0.10$^{\alpha b}$	21.09±0.04$^{\alpha b}$
	A_3	21.49±0.25$^{\alpha}$	21.20±0.10$^{\alpha b}$	21.08±0.05$^{\alpha b}$
Fat	Control	14.21±0.13$^{\alpha}$	12.58±0.17^{c}	11.16±0.50^{d}
	A_1	14.34±0.15$^{\alpha}$	14.04±0.14$^{\alpha}$	12.60±0.26^{c}
	A_2	14.22±0.12$^{\alpha}$	14.10±0.14$^{\alpha}$	13.71±0.04$^{\alpha b}$
	A_3	14.32±0.18$^{\alpha}$	14.08±0.14$^{\alpha}$	13.80±0.01$^{\alpha b}$
Moisture	Control	58.53±0.11$^{\alpha}$	58.22±0.10$^{\alpha}$	54.15±0.15^{e}
	A_1	57.13±0.20^{b}	56/98±0/20^{b}	55/01±0/18^{d}
	A_2	57.05±0.22^{b}	56/92±0/25^{b}	56/10±0/20^{bc}
	A_3	56.92±0.24^{b}	56/76±0/04^{b}	56/14±0/11^{bc}
Ash	Control	2.17±0.06^{d}	2.24±0.04^{d}	2.11±0.11^{d}
	A_1	4.15±0.05^{c}	4.19±0.05^{c}	4.08±0.26^{c}
	A_2	5.01±0.05^{b}	4.85±0.45^{b}	4.98±0.27^{b}
	A_3	5.38±0.04^{a}	5.28±0.04^{a}	5.23±0.29^{a}

Control (salt free), A1 (containing 2.5% salt), A2 (containing 2.5% salt, 0.7% boric acid and borax) and A3 (containing 2.5% salt, 1.5% garlic and lemon extracts in combination).Values in the same row and column with different lowercase letters are statistically different ($p<0/05$).

۳-۲- چربی

نتایج بررسی میزان چربی تخم نمک‌سود ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان، میان تیمارهای مختلف و طی مدت نگهداری در جدول ۱ آورده شده است. محتوای چربی و ترکیب اسیدهای چرب موجود در اندام‌های مختلف بدن ماهیان تحت تاثیر گونه، جنس، سن، دمای آب، میزان آلودگی و وضعیت تغذیه در فصول مختلف قرار می‌گیرد [۱]. همانطور که مشهود است، میزان چربی تخم خام بعد از نمک سود کردن (در زمان صفر) تغییر نیافت و اختلافات معنی‌دار نبود ($p\leq$۰/۰۵) ولی با گذشت زمان میزان چربی کاهش یافت به طوری که در تیمارهای شاهد و A_1 کاهش معنی‌دار بود ($p\leq$۰/۰۵) اما در تیمارهای A_2 و A_3 نگهداری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. Mirsadeghi و همکاران [۳] و همچنن Inanli و همکاران [۲۱] نتایج مشابهی در این زمینه گزارش کرده‌اند.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-06]

نتایج متفاوت با یافته‌های تحقیق حاضر نیز توسط سایر محققان گزارش شده است [٦، ١٩، ٢١]. مقادیر چربی مشاهده شده طی زمان نگهداری در تیمارهای شاهد و A_1 کاهش داشت (جدول١) که ممکن است ناشی از هیدرولیز چربی توسط فعالیت‌های آنزیمی باشد و اینکه طی اکسیداسیون در تعداد کربن‌ها در زنجیره اسیدهای چرب تغییری ایجاد نمی‌شود، بلکه پیوندهای یگانه جایگزین پیوندهای دوگانه در اسیدهای چرب غیراشباع می‌شوند که منجر به افزایش میزان اسیدهای چرب اشباع می‌شود [٢٤] اما در تیمارهای A_2 و A_3 با توجه به اثر آنتی‌اکسیدانی نگهدارنده‌ها از تغییرات چربی طی دوره نگهداری ممانعت شده است. نتایج مطالعه حاضر با یافته-های حاصل از تحقیقات مشابه انجام شده در این زمینه مطابقت داشت [٣، ١٢، ١٣، ٢٠، ٢١، ٢٢].

٣-٣- رطوبت

نتایج اندازه‌گیری میزان رطوبت میان تیمارهای مختلف و طی زمان‌های مختلف نگهداری در جدول ١ مشهود است. رطوبت در تیمارهای مختلف در انتهای دوره نگهداری اختلاف معنی‌داری داشت و اثر متقابل زمان و تیمار بر مقدار رطوبت تخم نمک‌سود شده معنی‌دار بود ($p\leq$٠/٠٥). تیمار شاهد در زمان صفر در مقایسه با سایر تیمارها مقدار رطوبت بیشتری را نشان داد ($p\leq$٠/٠٥). طی فرآیند نمک‌سود کردن با ورود نمک به داخل تخم خام و خروج آب از آن، میزان رطوبت در نمونه-های نمک‌سود شده نسبت به تیمار شاهد کاهش می‌یابد [٢٣] زیرا با دناتوره شدن ساختار پروتئین‌ها توانایی نگهداری آب از دست رفته و بنابراین مقدار رطوبت در تخم‌های نمک‌سود شده کم می‌گردد [٢٥]. این نتایج با مشاهدات گزارش شده از تحقیقات مشابه انجام شده در این زمینه [٣، ٦، ١٩، ٢٠، ٢١، ٢٢] همخوانی داشت. افت تدریجی رطوبت تیمارهای مورد مطالعه در طول زمان نگهداری هم احتمالا ناشی از دهیدراسیون اسمزی و دناتوراسیون پروتئین‌های تخم ماهی می باشد [٢٣، ٢٦].

٤-٣- خاکستر

نتایج بررسی میزان خاکستر تخم نمک‌سود ماهی قزل‌آلا، میان تیمارهای مختلف طی زمان نگهداری در جدول ١ آورده شده است. میزان خاکستر تخم خام بعد از نمک‌زنی به طور معنی‌داری افزایش یافت ($p\leq$٠/٠٥). تغییرات میزان خاکستر در هر تیمار معنی‌دار بود ($p>$٠/٠٥) و همواره تیمارهای A_3 و شاهد به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار خاکستر را در مقایسه با سایر تیمارها نشان دادند. طی نمک‌سود کردن همزمان با خروج آب از بافت، نمک به داخل بافت نفوذ می‌کند بنابراین با جذب

نمک و افزودنی مقدار خاکستر افزایش می‌یابد [٢٧]. این نتایج با یافته‌های برخی از مطالعات مرتبط [٣، ١٩، ٢٠، ٢١، ٢٢] هم-خوانی داشت.

٥-٣- مقادیر حاصل از آنالیز اسیدهای چرب موجود در تیمارهای مختلف تخم ماهی قزل-آلای رنگین‌کمان

طبق جداول ٢، ٣، ٤ و ٥ در مطالعه حاضر پالمیتیک اسید (C_{16}) بیشترین میزان اسید چرب اشباع را تشکیل می‌دهد که این مطلب با نتایج حاصل از مطالعات مشابه مطابقت داشت [٣، ٤، ٧، ١٩، ٢٨، ٢٩].

اولئیک اسید ($C_{18:1}$) بیشترین میزان اسید چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه (منوئن) را تشکیل می‌دهد که نتایج مطالعه حاضر با برخی از مطالعات انجام‌شده در این زمینه [٣، ٤، ٢٨، ٢٩] مطابقت داشت ولی با مطالعه هدایتی‌فرد و نعمتی در تخم خام ماهی کفال طلایی [٧] و همچنین سنگر و همکاران [١٩] که بیشترین میزان اسید چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه (منوئن) را پالمیتولئیک اسید ($C_{16:1}$) گزارش کردند، مطابقت نداشت. این تفاوت احتمالا بدلیل رژیم غذایی، تفاوت بیولوژیکی و گونه‌ی ماهی است.

در تمام تیمارها، در بین اسیدهای چرب چند غیراشباع، اسید چرب غالب با ٦ پیوند مضاعف، دکوزاهگزانوئیک‌اسید (DHA) ($C_{22:6n3}$) بود که این نتیجه با مطالعات مشابه صورت گرفته در این زمینه مطابقت داشت [٣، ٤، ٧، ١٩، ٢٩].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-06]

Table 2 Amount of different Fatty acid in salt free rainbow trout roe (Control) during the cold storage

	Storage periods (days)		
Fatty acid	0	30	60
C14:0	0.92±0.01	0.59±0.01	0.32±0.01
C16:0	14.25±0.02	10.63±0.65	7.63±0.65
C17:0	0.71±0.02	0.47±0.02	0.37±0.02
C18:0	4.85±0.10	2.80±0.37	2.10±0.37
C24:0	0.65±0.02	0.28±0.02	0.20±0.02
C16:1	2.92±0.13	2.28±0.18	1.05±0.18
C17:1	0.75±0.02	0.45±0.01	0.28±0.01
C18:1	24.33±0.20	19.13±0.30	14.13±0.30
C20:1n9	2.78±0.10	1.76±0.15	1.00±0.15
C24:1n9	1.57±0.03	1.00±0.87	0.70±0.87
C18:2n6	6.70±0.10	6.20±0.10	5.70±0.10
C18:3n6	0.77±0.04	0.57±0.04	0.10±0.04
C18:3n3	0.69±0.01	0.49±0.01	0.20±0.01
C20:2n6	1.26±0.07	1.06±0.07	0.64±0.07
C20:3n6	1.12±0.09	0.92±0.09	0.42±0.09
C20:3n3	3.96±0.20	3.27±0.20	1.46±0.20
C20:5n3	3.38±0.10	3.00±0.10	1.50±0.10
C22:6n3	22.50±0.45	18.80±0.45	12.20±0.45

Table 3 Amount of different Fatty acid in rainbow trout roe containing 2.5% salt (A1) during the cold storage

	Storage periods (days)		
Fatty acid	0	30	60
C14:0	0.81±0.01	0.41±0.01	0.61±0.01
C16:0	13.25±0.12	13.34±0.12	11.21±0.12
C17:0	0.52±0.22	0.92±0.22	0.32±0.02
C18:0	4.61±0.30	4.31±0.30	4.11±0.30
C24:0	0.32±0.02	0.62±0.02	0.22±0.02
C16:1	2.50±0.13	2.20±0.13	2.40±0.13
C17:1	0.65±0.02	0.95±0.02	0.35±0.02
C18:1	23.03±0.20	23.01±0.20	19.01±0.20
C20:1n9	2.48±0.10	2.18±0.10	2.30±0.10
C24:1n9	1.37±0.03	1.67±0.03	1.07±0.03
C18:2n6	6.60±0.10	6.42±0.10	5.52±0.10
C18:3n6	0.67±0.04	0.85±0.04	0.62±0.04
C18:3n3	0.69±0.01	0.69±0.01	0.69±0.01
C20:2n6	1.16±0.07	1.02±0.07	1.10±0.07
C20:3n6	1.06±0.09	1.14±0.09	1.06±0.09
C20:3n3	3.76±0.20	3.58±0.20	2.26±0.20
C20:5n3	3.18±0.10	3.36±0.10	2.68±0.10
C22:6n3	22.10±0.45	22.04±0.45	19.06±0.45

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-06]

Table 4 Amount of different Fatty acid in rainbow trout roe containing 2.5% salt, 0.7% boric acid and borax (A2) during the cold storage

	Storage periods (days)		
Fatty acid	0	30	60
C14:0	0.85±0.01	0.50±0.01	0.48±0.01
C16:0	13.13±0.12	13.48±0.12	13.02±0.12
C17:0	0.54±0.22	0.71±0.22	0.73±0.22
C18:0	4.54±0.30	4.41±0.30	4.02±0.30
C24:0	0.48±0.02	0.52±0.02	0.62±0.02
C16:1	2.62±0.13	2.43±0.13	2.43±0.13
C17:1	0.52±0.02	0.73±0.02	0.45±0.02
C18:1	23.06±0.20	23.00±0.20	22.48±0.20
C20:1n9	2.30±0.10	2.12±0.10	2.15±0.10
C24:1n9	1.59±0.03	1.52±0.03	1.47±0.03
C18:2n6	6.49±0.10	6.44±0.10	6.44±0.10
C18:3n6	0.89±0.04	0.75±0.04	0.73±0.04
C18:3n3	0.64±0.01	0.67±0.01	0.69±0.01
C20:2n6	1.20±0.07	1.22±0.07	1.20±0.07
C20:3n6	1.10±0.09	1.11±0.09	1.10±0.09
C20:3n3	3.58±0.20	3.56±0.20	3.54±0.20
C20:5n3	3.20±0.10	3.24±0.10	3.28±0.10

Table 5 Amount of different Fatty acid in rainbow trout roe containing 2.5% salt, 1.5% garlic and lemon extracts (in combination) (A3) during the cold storage

	Storage periods (days)		
Fatty acid	0	30	60
C14:0	0.83±0.01	0.51±0.01	0.48±0.01
C16:0	13.11±0.12	13.54±0.12	13.07±0.12
C17:0	0.50±0.22	0.72±0.22	0.75±0.22
C18:0	4.52±0.30	4.43±0.30	4.03±0.30
C24:0	0.45±0.02	0.52±0.02	0.62±0.02
C16:1	2.62±0.13	2.50±0.13	2.40±0.13
C17:1	0.50±0.02	0.75±0.02	0.45±0.02
C18:1	23.03±0.20	23.01±0.20	22.51±0.20
C20:1n9	2.28±0.10	2.18±0.10	2.12±0.10
C24:1n9	1.57±0.03	1.54±0.03	1.44±0.03
C18:2n6	6.44±0.10	6.44±0.10	6.44±0.10
C18:3n6	0.76±0.04	0.72±0.04	0.73±0.04
C18:3n3	0.69±0.01	0.69±0.01	0.69±0.01
C20:2n6	1.20±0.07	1.20±0.07	1.20±0.07
C20:3n6	1.10±0.09	1.10±0.09	1.10±0.09
C20:3n3	3.54±0.20	3.54±0.20	3.54±0.20
C20:5n3	3.28±0.10	3.28±0.10	3.28±0.10

مجموع اسیدهای چرب اشباع در تیمار شاهد و A_1 طی دوره نگهداری اختلاف معنی داری داشت ($p\leq$۰/۰۵). ولی در تیمار A_2 و A_3 با گذشت زمان نگهداری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ($p>$۰/۰۵). این نتایج با مشاهدات هدایتی‌فرد و نعمتی [۷] مغایرت داشت که احتمالا به دلیل تفاوت در روش عمل‌آوری و همچنین میزان نمک است. در

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-06]

واقع می‌توان گفت میزان نمک زیاد باعث کاهش سایر گروه‌های اسید چرب و افزایش میزان اسیدهای چرب اشباع شده است.

طبق جدول ٦ مجموع اسیدهای چرب غیراشباع (مونوئن) در تیمار شاهد و A_1 طی دوره نگهداری اختلاف معنی‌داری داشتند ($p\leq$۰/۰۵) اما در تیمارهای A_2 و A_3 اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($p>$۰/۰۵). همچنین تخم نمک‌سود، کاهش جزئی مجموع اسیدهای چرب غیراشباع (مونوئن) را بعد از نمک‌زنی نسبت به تخم خام نشان داد، و می‌توان گفت میزان نمک زیاد می‌تواند باعث کاهش گروه‌های اسید چرب غیراشباع (مونوئن) و افزایش اسیدهای چرب اشباع گردد. این نتایج با یافته‌های گزارش شده از مطالعات مشابه توسط سایر محققان همخوانی داشت [۳، ٤، ۷، ۲۸، ۲۹].

مجموع اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه (پلی ئن) از اهمیت و ارزش بالاتری برخوردارند که طبق جدول ٦ این نوع از اسیدهای چرب در تیمار شاهد و A_1 در پایان دوره نگهداری نسبت به روز صفر اختلاف معنی‌داری داشتند ($p\leq$۰/۰۵) ولی در تیمارهای A_2 و A_3 تفاوتی نشان ندادند ($p\leq$۰/۰۵). در تخم نمک‌سود کاهش جزیی اسیدهای چرب غیراشباع پلی‌ئن بعد از نمک‌زنی نسبت به تخم خام مشاهده شد که احتمالا بدلیل استفاده از نمک کم است، زیرا همانطور که ذکر شد میزان نمک زیاد می‌تواند اسیدهای چرب غیراشباع را کاهش داده و اسیدهای چرب اشباع را افزایش دهد. این یافته‌ها با نتایج حاصل از مطالعات مشابه همخوانی داشت [۳، ٤، ۷، ۱۹، ۲۸، ۲۹].

Table 6 Amount of different Fatty acid groups in rainbow trout roe during the cold storage

		Storage periods (days)		
	Sample	0	30	60
∑SFA	Control	21.38±0.29^{a}	16.77±0.15^{d}	10.62±0.15^{e}
	A_1	19.51±0.41^{b}	19.60±0.17^{b}	16.47±0.15^{d}
	A_2	19.41±0.41^{b}	19.72±0.12^{b}	19.05±0.17b^{c}
	A_3	19.54±0.40^{b}	19.60±0.10^{b}	19.10±0.17^{bc}
Total MUFA	Control	32.35±0.54^{a}	24.62±0.24^{d}	17.92±0.14^{e}
	A_1	30.03±0.33^{b}	30.01±0.15^{b}	24.92±0.24^{d}
	A_2	30.00±0.33^{b}	29.98±0.24^{b}	28.92±0.24^{bc}
	A_3	30.09±0.33^{b}	29.80±0.24^{b}	28.92±0.24^{bc}
Total PUFA	Control	40.38±0.36^{a}	34.31±0.30^{d}	22.22±0.30^{f}
	A_1	39.22±0.73^{b}	39.10±0.73^{b}	33.12±0.30^{e}
	A_2	39.18±0.73^{b}	39.08±0.73^{b}	38.18±0.43^{bc}
	A_3	39.31±0.73^{b}	39.11±0.73^{b}	38.18±0.40^{bc}
Total n-3	Control	30.53±0.43^{a}	25.56±0.17^{d}	15.36±0.13^{e}
	A_1	29.73±0.43^{b}	29.65±0.17^{b}	24.65±0.13^{d}
	A_2	29.72±0.43^{b}	29.68±0.43^{b}	28.78±0.43^{bc}
	A_3	29.85±0.43^{b}	29.71±0.43^{b}	28.78±0.43^{bc}
Total n-6	Control	9.85±0.42^{a}	8.75±0.22^{b}	6.86±0.32^{c}
	A_1	9.49±0.42^{a}	9.43±0.22^{a}	8.35±032^{b}
	A_2	9.43±0.42^{a}	9.39±0.42^{a}	9.39±0.42^{a}
	A_3	9.43±0.42^{a}	9.39±0.42^{a}	9.39±0.42^{a}
n-3/n-6	Control	3.09±0.36^{a}	2.92±0.05^{b}	2.23±0.74^{c}
	A_1	3.13±0.36^{a}	3.14±0.05^{a}	2.95±0.74^{b}
	A_2	3.15±0.36^{a}	3.16±0.05^{a}	3.06±0.05^{a}
	A_3	3.16±0.05^{a}	3.16±0.05^{a}	6.06±0.05^{a}

SFA (saturated fatty acids), MUFA (monounsaturated fatty acids) and PUFA (polyunsaturated fatty acids). Control (salt free), A1 (containing 2.5% salt), A2 (containing 2.5% salt, 0.7% boric acid and borax) and A3 (containing 2.5% salt, 1.5% garlic and lemon extracts in combination). Values in the same row and column with different lowercase letters are statistically different (p<0/05).

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-06]

بیشترین میزان ترکیب اسید چرب از بین مجموع اسیدهای چرب اشباع (SFA)، اسیدهای چرب غیراشباع منوئن (MUFA) و همچنین پلی ئن (PUFA)، مربوط به اسیدهای چرب غیراشباع پلی ئن (PUFA) بود که با مطالعه Shirai و همکاران [٤] و Mirsadeghi و همکاران [٣] مطابقت داشته ولی با مطالعات دیگری در این زمینه [٧، ١٩، ٢٩] مطابق نبود. شاهد (فاقد نمک)؛ A_1، A_2 و A_3 (حاوی ٢/٥ درصد نمک به ترتیب: بدون افزودنی؛ ٠/٧درصد اسید بوریک و بوراکس و ١/٥ درصد ترکیب عصاره سیر و لیمو). SFA، اسید چرب اشباع؛ MUFA، اسید چرب غیراشباع با یک پیوند مضاعف؛ PUFA ، اسید چرب غیراشباع با چند پیوند مضاعف. داده‌ها به صورت میانگین سه تکرار ± انحراف معیار بیان شده‌اند. (a-f) حروف متفاوت در جدول نشان‌دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار بین تیمارها در زمان‌های مختلف می‌باشد.بطور کلی می‌توان گفت اختلاف در یافته‌های حاصل از آزمون‌های مختلف این تحقیق و سایر تحقیقات احتمالا ناشی از آماده‌سازی اولیه، میزان نمک، میزان و نوع نگهدارنده، روش عمل آوری، زمان و شرایط نگهداری و همچنین نوع گونه مورد بررسی می‌باشد.

٤- نتیجه‌گیری

تخم ماهی منبع اسیدهای چرب غیراشباع به ویژه اسیدهای چرب امگا-٣ می‌باشد و حاوی مقدار زیادی دکوزاهگزانوئیک اسید و ایکوزاپنتانوئیک اسید است. مصرف آن به طور مداوم، علاوه بر تامین مواد مغذی مورد نیاز، موجب بهبود بیماری های قلبی و عروقی می‌گردد. استفاده از نگهدارنده‌هایی چون عصاره سیر و لیمو(طبیعی) و اسید بوریک و بوراکس (مصنوعی) در مطالعه حاضر نتایج مشابه‌ای در حفظ ترکیب تقریبی و ترکیب اسیدهای چرب تخم نمک سود قزل‌آلای رنگین‌کمان در طول مدت نگهداری نشان دادند. لذا باتوجه به اثرات نامطلوب افزودنی‌های مصنوعی استفاده از افزودنی‌های طبیعی با هدف بهبود ماندگاری کیفیت تغذیه ای و بویژه اسیدهای چرب چندغیراشباع محصول مناسب به نظر می‌رسد.

٥- منابع

[1] 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.

[2] Majazi Amiri, b. and Rezaei Tavabe, k. 2010. Sturgeon and caviar in translation, Ashternin, D. And period, I. Institute Press Tehran University, 256 p.

[3] Mirsadeghi, H., Alishah, AS., Shabanpour, B. and Safari, at. 2015a. Effect of salt and water temperature curing the fluctuation of quality rainbow trout Roe (*Oncorhyncus mykiss*) during cold storage. Journal of Fishery Science and Technology. 4(1), 93-104.

[4] Shirai, N., Higushi, T. and Suzuki, H. 2006. Analysis of lipids classes and the fatty acid composition of the salted fish roe food products, Ikura, Tarako, Tobiko and Kazunoko. Journal of Food Chemistry, 94, 61-67.

[5] Safari, R., and Yosefian, M. 2006. Changes in TVN (total volatile nitrogen) and psychotrophic bacteria in Persian sturgeon caviar (*Acipenser persicus*) during processing and cold storage. Journal of Applied Ichthyology, 22(1), 416–418.

[6] Gessner, J., Wirth, M., Kirschbaum, F., and Patriche, N. 2010. Processing techniques for caviar and their effect on product composition. International Review of Hydrobiology, 87, 645-650 [7] Hedayatifard, M. and Nemati, S. 2009. Changes of roe fatty acids of Kutum Rutilus (*frisii kutum*) and golden mullet (*Liza aurata*) affected by salting. Journal of fishery, 3(2), 1-11.

[8] Lin, C.C., and Lin, C.S. 2004. Enhancement of the storage quality of frozen bonito fillet by glazing with tea. Journal of Food Chemistry, 16(2), 169-75.

[9] RazaviShirazi, h. 2006. Seafood Processing and technology, Storage and Processing Principles. Naghsh Mehr Press, 292 p.

[10] Davidson, P, M., and Zivanovic, C. 2003. The use of natural antimicrobials. In: Food preservation techniques. Woodhead Publishing Limited and CRC Press. 1st ed. CRC press, Washington, 5-8.

[11] Harpaz, S., Glatman, L., Drabkin, V., and Gelman, A. 2003. Effects of herbal essential oils used to extend the shelf life of freshwater reared Asian sea bass fish (*Lates calcarifer*). Journal of Food Protection, 66, 410-7.

[12] Cadun, A., Duygu, S., and ukran, C. 2008. Marination of deep-water pink shrimp with rosemary extract and the determination of its shelf life. Journal of Food Chemistry, 109, 81-87.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-06]

[13] Etemadi, H., Rezaei, M. and Abedian, A. 2008. Potential antimicrobial and antioxidant rosemary (*Rosmarinus officinalis*) in the shelf-life of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Journal of Food Science, 5 (4), 77-67.

[14] Bakri, I.M., and Douglas, C.W. 2005. Inhibitory effect of garlic extract on oral bacteria. Arch Oral biology, 50(7), 645-51.

[15] Park, S.Y., and Chin, K. B. 2010. Evaluation of pre-heating and extraction solvents in antioxidant and antimicrobial activities of garlic, and their application in fresh pork patties. Journal of Food Science and Technology, 45, 365 -373.

[16] Mirsadeghi, H., Alishahi, A.R., Shabanpour, B., and Safari, R. 2015b. Fatty acid composition and qualitative changes of salted rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) roe during refrigerator storage. Persian Journal of Seafood Science and Technology, 1, 21-29.

[17] Parvaneh, V. 2011. Quality control and chemical tests of food. Tehran University Press, 332 p.

[18] Khdanazri, A. and Shabanpour, B. 2008. Comparison of changes in physical and chemical composition, bacterial and sensory characteristics of common carp (*Cyprinus carpio*) fillets dry with an empty belly dry-curing process. Journal of Food Science, 7 (3), 85-75.

[19] Sengor, G.F., Cihaner, A., Erkan, N., ozden, O. and Varlık, C. 2000. Caviar production from flathead grey mullet (*Mugil cephalus,* L.1758) and the determination of its chemical composition and roe yield. Turk Journal Veterinary Animal Science, 26, 183–187.

[20] Inanli, A. and Coban, O. 2010. The chemical and sensorial changes in rainbow trout caviar salted in different ratios during storage. Journal of Fish Science, 76, 879-883.

[21] Inanli, A., Oksuztepe, G., Ozpolat, E. and Coban, O. 2011. Effects of acetic acid and different salt concentration on the shelf life of caviar from rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Journal of Animal and Veterinary Advance, 10(23), 3172-3178.

[22] Ozpolat, E., and Patir, B. 2010. Changes in sensorial and chemical quality vacuumed of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) when producing caviars and storageing. Journal of New World Sciences Academy, 5(4), 336-343.

[23] Baydar, N.G., Ozkan, G., and Sagdic, O. 2004. Total phenolic contents and antibacterial activities of grape (*Vitis vinifera*) extracts. Journal of Food Control, 15(5), 335-339.

[24] Yasemen, Y., Celik, M., and Akamca, E. 2005. Effects of brine concentration on shelf life of hot smoked tilapia (*Oreochromis niloticus*) stored at 4°C. Journal of Food Chemistry, 97(2), 244-247.

[25] Jittinandana, S., Kenney, P.B., Slider, S.D., and Kiser, R.A. 2002. Effect of brine concentration and brining time on quality of smoked rainbow trout fillets. Journal of Food Science, 67, 2095-20

[26] Barat, J.M., Rodriguez-Barona, S., Andres, A., and Fito, P. 2003. Cod salting manufacturing analysis. Journal of Food Research International, 36, 447-453.

[27] Gallart-Jornet, L., Barat, J.M., Rustad, T., Erikson, U., Escriche, I., and Fito, P. 2006. Influence of brine concentration on Atlantic salmon fillet salting. Journal of Food Engineering, 80, 267-275.

[28] Jurkowski, M.K. 1976. The fatty acids composition in egg lipids of Pike (*Esox lucius*) from the Puck Bay and lakes near Lipusz. Acta Ichthyological ET Piscatoria, 6(2), 9-15.

[29] Caprino, F., Moretti, V.M., Bellagamba, F., Turchini, G.M., Maria Letizia Busetto, M.L., Giani, I., Paleari, M.A. and Pazzaglia, M. 2008. Fatty acid composition and volatile compounds of caviar from farmed white sturgeon (*Acipenser transmontanus*). Journal of analytica chemical acta, 6 (17), 139–147.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-06]

Effect of garlic (*Allium sativum*) and lemon (*Citrus sinensis*) extracts on proximate analysis factors and fatty acid composition of salted Rainbow trout *(Oncorhynchus mykiss)* roe during refrigerated storage

Ojagh, S. M. [1*], Alishahi, A.[1], Kazemi, M. [2], Mirsadeghi, H. [2]

1. Associate Prof., , Department of Seafood Processing, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
2. Ph. D. Student, Department of Seafood Processing, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

(Received: 2017/11/07 Accepted:2017/12/19)

because of adverse effects of chemical additives, In the present study, In order to comparative assessment the chemical and natural preservatives the treatments were made of as; salt free (control), A_1, A_2 and A_3 (containing 2.5% salt in turn: without preservative, 0.7% boric acid and borax and 1.5% garlic and lemon extracts in combination) have been employed. Also, the proximate analysis factors and Fatty acid compound of rainbow trout roe was assessed within 60 days (0, 30 and 60) in the refrigerated storage. The results showed: unsaturated fatty acids in the control and A_1 change were significant difference ($p\leq0.05$) but in A_2 and A_3 change were not significant difference ($p>0.05$). proximate analysis factors in the control group and A_1 showed significant difference over time ($p\leq0.05$). However, there was no significant difference in A_2 and A_3 during storage ($p>0.05$). Consequently, salting with low salt with concomitant of plant extract is a promising method to enhance qualitative attribute in the roe-based products.

Keywords: Extract, Fatty acid composition, proximate analysis, Rainbow trout roe

* Corresponding Author E-Mail Address: mahdi_ojagh@yahoo.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-06]