اثر غلظتهای مختلف نمک خالص و مخلوط بر ویژگیهای حسی و میکروبی تخم نمک سود قزل آلا رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) طی نگهداری در یخچال

بهاره شعبانپور[1]، گلنار قربانیان [2]، پرستو پورعاشوری [*3]، سید مهدی اجاق [4]، سید مصطفی عقیلی نژاد[5]

۱- استاد گروه فرآوری محصولات شیلاتی- دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۲- دانش آموخته ارشد فرآوری محصولات شیلاتی-دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۳- استادیار گروه فرآوری محصولات شیلاتی- دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
٤- استادیار گروه فرآوری محصولات شیلاتی- دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۵- مربی مجتمع آموزش عالی کشاورزی و منابع طبیعی گنبد کاووس
(تاریخ دریافت: ۹٤/۰٤/۲۷ تاریخ پذیرش: ۹٤/۰۹/۱٤)

چکیده

به منظور رسیدن غلظت بهینه نمک، تخم نمک سود ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) با افزودن نمک خالص و مخلوط (۳/۵، ٤/۵ و ۵/۵ درصد) تهیه گردید. آزمایشات شیمیایی، میکروبی، ارزیابی حسی و سنجش رنگ نمونه‌ها در طی ٦۰ روز نگهداری در دمای یخچال مورد بررسی قرار گرفت. مقدار بارباکتریایی کل، سرمادوست، کپک و مخمر تعیین گردید. بارباکتریایی کل در نمونه‌های تولیدی با درصد بالاتر نمک (٤/۵ و ۵/۵) کمتر بود. این کاهش در افزایش نمک خالص از ٤/۵ به ۵/۵ درصد اثر معنی‌دار نداشت. به طور کلی، افزودن ٤/۵ و ۵/۵ درصد نمک سبب جلوگیری و کاهش رشد میکروبی گردید و مقدار بارباکتریایی در مورد نمک خالص و نمک مخلوط به ترتیب پس از ۳۰ و ٦۰ روز به ۵ تا ٦ واحد لگاریتمی رسید. شاخص روشنایی L^* نمونه‌ها باافزایش درصد نمک از ۳/۵ به ۵/۵ افزایش داشت. در تمامی نمونه‌ها شاخصهای a^* و b^* در مقایسه با تیمار شاهد به طور معنی‌داری کاهش یافت. غلظت بالاتر نمک رابطه خوبی با شاخصهای حسی نمونه‌ها داشت. رنگ، بو، بافت و شاخصهای حسی با درصد نمک بالاتر درطی نگهداری بهبود یافتند. این نتایج نشان می‌دهد که نوع و غلظت نمک در فرآوری تخم قزل‌آلا مهم بوده ودرصد بالاتر نمک سبب افزایش مدت ماندگاری گردید.

کلید واژگان: ارزیابی حسی، تخم نمک سود، ماهی قزل‌آلای رنگین کمان، مدت ماندگاری

*مسئول مکاتبات: Pourashouri.p@gmail.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]

۱- مقدمه

تخم ماهی غذایی با ارزش و منبع مهمی از اسیدهای چرب غیراشباع، پروتیئن با اسیدهای آمینه ضروری، مواد معدنی و ویتامین می‌باشد [۱] تخم بسیاری از ماهیان در سراسر جهان به صورت دان یا به شکل تخمدان کامل مورد استفاده قرار می‌گیرد. تخم ماهی، تخمکهای بارور نشده‌ای است که به عنوان محصول جانبی از ماهیان ماده در فصل صید، قبل از تخمریزی یا پس از کشتار ماهی عمل‌آوری می‌گردند [۲]. این محصول جانبی در حال حاضر با بهره‌گیری از شیوه‌های نوین آماده سازی، پرمصرف‌ترین محصول شیلاتی از منابع آبی در بسیاری از کشورها می‌باشد [۳]. خاویار با ارزشترین محصول تخم ماهی است که از گونه‌های مختلف ماهیان خاویاری طی جداسازی تخم ماهی از بافت پیوندی تخمدان، نمک‌زنی و اضافه کردن افزودنیها بدست می‌آید[٤]. شاید نمک سود کردن تخمک آزادماهیان، شناخته شده ترین محصول پس از خاویار باشد که به خاویار سرخ نیز مشهور است. ژاپن، روسیه، ایالات متحده و کانادا جزو مهمترین کشورهای تولید کننده خاویار آزادماهیان می باشند [٤]. تازگی تخم اولیه یکی از فاکتورهای تعیین کننده کیفیت محصول تولیدی است [٥]. مقدار نمک مورد استفاده در کشورهای مختلف براساس ذائقه مردم متفاوت می باشد، به عنوان مثال در ژاپن تخم عمل‌آوری شده آزادماهیان بوسیله محلول اشباع نمک که ایکورا[1] نامیده می‌شود، نباید کمتر از ۳/۵درصد نمک داشته باشد[٥]. با توجه به آگاهی مردم نسبت به مضرات مصرف زیاد نمک، جهت جلوگیری یا به تعویق انداختن فساد در تخم ماهی با نمک کمتر، از نگهدارنده‌ها نیز استفاده می شود [٦]. در سواحل جنوبی دریای خزر تخمک ماهیان استخوانی بویژه ماهی سفید و کفال طلایی با استفاده از آب نمک مورد فرآوری قرار می‌گیرد که در زمره محصولات مطلوب و بازار پسند محلی محسوب می‌شود [۲و ۷]. تخم شور و خشک شده کفال در ایتالیا بوتارگا نامیده شده وبه صورت تخمدان کامل با بسته بندی در خلاء عرضه می‌شود[۸]. قزل‌آلای رنگین کمان یکی از گونه های با ارزش تجاری است که با توجه به طعم، کیفیت مناسب گوشت و غنی بودن این ماهی از اسیدهای چرب غیراشباع، مصرف کنندگان بسیاری را به خود اختصاص داده است. این ماهی، ۲۵ درصد از کل تولید آزاد ماهیان پرورشی در جهان را به خود اختصاص داده و ایران یکی از بزرگترین تولید کنندگان این ماهی پرورشی در جهان می‌باشد [۹]. برای عمل آوری تخم ماهی شیوه های متفاوتی با توجه به گونه ماهی وجود دارد که بر کیفیت و بازارپسندی آن تاثیر قابل توجهی می گذارد. نمک زنی مرحله مهمی در عمل‌آوری تخم است که باعث کاهش فعالیت آبی، جلوگیری از فساد میکروبی و اثرات منفی اسیدچرب غیراشباع می شود [۱۰و ۱۱].

بررسی اثر اسید استیک بر خصوصیات میکروبی، شیمیایی و حسی تخم قزل آلا در طی نگهداری در یخچال نشان داد که افزودن اسید استیک به همراه نمک، بدون تغییر بر خواص حسی، مدت ماندگاری محصول را افزایش می‌دهد[۱۲]. اثر بسته بندی تحت خلاء بر کیفیت خاویار قزل آلای رنگین کمان طی نگهداری در یخچال نشان داد که این نوع بسته بندی ماندگاری این محصول را تا ٨٤ روز می‌تواند حفظ نماید [۱۳]. مقدار نمک مورد استفاده در تهیه تخم نمک سود فاکتوری تاثیرگذار بر طول دوره نگهداری و طعم محصول است، به این ترتیب که کاهش میزان نمک منجر به کاهش مدت زمان ماندگاری و نمک زنی بیش از اندازه باعث ایجاد طعم نامطلوب و مشکلات گوارشی می‌شود که بر بازارپسندی تاثیر دارد. لذا تعیین روش فرآوری مناسب و نگهداری آن از اهمیت بسزایی برخوردار می باشد. هدف این تحقیق، دستیابی به درصد بهینه نمک خالص و مخلوط برای نمک سود تخم ماهی قزل‌الا جهت افزایش ماندگاری در یخچال و حفظ ویژگیهای کیفی و حسی مطلوب آن می باشد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- تهیه تخم نمک سود

۵ کیلوگرم تخم تازه ماهی قزل آلای رنگین کمان ماده در مرحله رسیدگی کامل، از مزارع پرورش ماهی تهیه شد. تخم طی دو ساعت پس از یخپوشی مناسب به مرکز عمل آوری خاویار چالاشت جزیره آشوراده واقع در خلیج گرگان-استان گلستان منتقل گردید. تخم ماهی به منظور استحکام بیشتر پوسته تخم، خروج لخته‌های خون، الیاف پیوندی و چربی با آب سرد (۵°C-

1. Ikura

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]

١) به مدت ٢-٣ دقیقه شستشو داده شد.آب مازاد روی الک موئی بهداشتی خارج گردید. سپس بخشی از تخم خام بدون ماده افزودنی به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. تیمارهای A3,A2,A1 به ترتیب با غلظت ٣/٥، ٤/٥ و ٥/٥ درصد وزن تخم خام با نمک خالص و تیمارهای B3,B2, B1 به ترتیب با غلظت ٣/٥، ٤/٥ و ٥/٥ درصد وزن تخم خام با نمک مخلوط (٨٧٢/٧٠ گرم نمک خالص، ٧٦/٤٠ گرم بوراکس و ٥٠/٩٠ گرم اسید بوریک)، با حرکات نوسانی دست نمک‌زنی شدند. پایان عملیات نمک‌زنی زمانی بود که شیره تخمک‌ها غلیظ شده و جداره خارجی آنها سفت گردید و دانه‌های تخم نمک سود در مقابل ترکیدگی مقاومت نشان می‌دادند. پس از عمل‌آوری نمونه‌ها در ظروف مربوطه پر شده، هوا و شورآب خارج گردیدند [١٤].

٢-١-١- نمونه‌برداری

قوطی‌های حاوی نمونه برای هر زمان تهیه شده و به مدت دو ماه در دمای یخچال (٤±١°C) نگهداری شدند و آزمایشهایی باکتریایی و حسی و سنجش رنگ در روزهای ٠، ٥، ١٠، ١٥، ٣٠، ٤٥ و ٦٠ انجام شد.

٢-٢- آزمایشات میکروبی

نمونه ها در روزهای تعیین شده مورد آزمون‌های میکروبی (شمارش کلی باکتریها، باکتریهای سرمادوست، شمارش کپک و مخمر) قرار گرفتند. برای این آزمونها، تخم نمک سود شده (٢٥گرم) در شرایط استریل در کیسه‌های استوماکر (P.B.I. Milan, Italy) به مدت دو دقیقه دردمای اتاق یکنواخت سازی شد و پس از تهیه رقت‌های مورد نظر روی محیطهای کشت پلیت کانت آگار (PCA) و YCG[1] آگار کشت شدند و پلیت‌ها در دماهای ٣٧، ٤ و٢٢ درجه سانتی گراد قرار داده شدند [١٢] .

٢-٣- ارزیابی حسی

ارزیابی حسی به روش هدونیک انجاک گرفت. تعداد ٨ نفر ارزیاب ثابت انتخاب شد و پس از آموزش نحوه بررسی نمونه‌ها به ارزیابها از آنها خواسته شد تا پس از باز شدن ظرف نمونه‌ها را از نظر رنگ، بو ، بافت و طعم بررسی نموده و امتیاز دهند. این امتیازها بر اساس معیار سنجی از ١ تا ٥ (١: بسیار بد، ٢: بد، ٣: متوسط، ٤: خوب و ٥: عالی) در نظر گرفته شده بود [١٥].

٢-٤- سنجش رنگ محصول

رنگ نمونه های مورد آزمایش در روزهای آنالیز با اندازه‌گیری میزان طیف‌های رنگی توسط دستگاه رنگ سنج[2] سنجیده شد. متغیر L^* برای بیان شاخص روشنایی نمونه از صفر تا ١٠٠، شاخص a^* برای بیان بعد قرمزی-سبزی و b^* برای بیان بعد زرد – آبی بودند [١٦].

٢-٥- تجزیه و تحلیل آماری

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها در قالب طرح کاملا تصادفی و با استفاده از آزمون واحدهای خرد شده در زمان استفاده شد. برای آنالیز داده‌های حسی از آزمون‌های ناپارمتری کروسکال والیس استفاده شد. آنالیز داده ها به کمک نرم‌افزار SPSS 16 انجام گرفت.

٣- نتایج و بحث

٣-١- تغییرات بارمیکروبی

٣-١-١- بارمیکروبی کل

تاثیر غلظتهای مختلف نمک خالص و مخلوط بر میزان بار میکروبی کل در دمای یخچال در شکل -١ آورده شده است. محققین شمارش کل باکتریهای اولیه برای گونه های مختلف ماهیان آب شیرین (تیلاپیا، باس، قزل آلای رنگین کمان و سوف نقره ای) را ٦-٢ log cfu/g پیشنهاد کردند [١٧]. میزان بار باکتریایی در ایتدا در تخم ماهی حدود ٢/٠٦ log cfu/g بود که نشان دهنده کیفیت بالا تخم تهیه شده بود. اثر مهارکنندگی نمک بر میزان بارمیکروبی کل نمونه‌های نمک سود شده در مقایسه با شاهد معنی دار بود.

افزایش نمک از طریق کاهش میزان رطوبت و pH سبب کاهش رشد میکروارگانیسمها در تخم ماهی و افزایش ماندگاری گردید. بار میکروبی کل در نمونه‌های نمک سود شده با نمک مخلوط به طور معنی دار کمتر از نمونه های تیمار شده با نمک مخلوط بود و دلیل آن می تواند به علت تاثیر نگهدارنده موجود در ساختار نمک مخلوط بر واکنشهای شیمیایی و میکروبی از طریق

1. YCG : Yeast Extract Glucose Choamphencol Agar

2. Lovi bond CAM-system 500, England

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]

مکانیسمهایی چون دهیدراسیون و پلاسمولیز سلولی می باشد [۱۸]. میزان بار میکروبی کل در تیمارهای نمک سود شده با ۵/۵ درصد نمک خالص و مخلوط در انتهای دوره نگهداری تفاوت معنی داری با تیمارهای نمک سود شده با ٤/۵ درصد نمک نداشتند که علت آن ممکن است جذب سریعتر نمک و رسیدن به میزان جذب نمک تقریبا ثابت در غلظت بالاتر باشد. شمارش کل باکتریها در تیمارهای نمک خالص در مدت زمان کمتر از ۳۰ روز به مرز محدودیت بار میکروبی log cfu/g ۵ رسید [۱۹]. در حالیکه فساد باکتریایی در تیمارهای نمک مخلوط تا ٤۵ روز نگهداری مشاهده نگردید. علاوه بر غلظت نمک و استفاده از نگهدارنده، درجه حرارت و مراحل مختلف عمل آوری تخم نمک سود روی میزان بار میکروبی کل تاثیر می گذارد [۱۸].

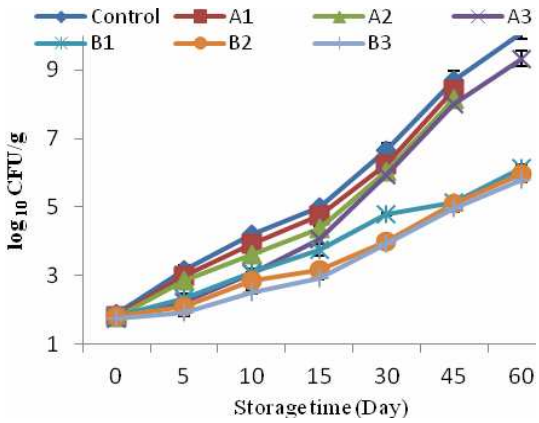

Fig 1 Changes of total microbila count in salted rainbow trout roe in refrigerated **storage**
Control without salt; A1, A2 and A3: 3.5, 4.5 and 5.5% of pure salt; B1, B2 and B3: 3.5, 4.5 and 5.5% of mixed salt

در مطالعه ای بر روی تغییرات کیفی تخم نمک سود ماهی لامپ فیش، باکتریهای اسید لاکتیک، انتروباکتریاسه و ویبریو فلور غالب را تشکیل دادند [۲۰]. کیفیت میکروبی خاویار دان ایران در نمونه خاویار عمل آوری نشده، خاویار عمل آوری شده با نمک مخلوط در طی ٦ ماه نگهداری در ۳- درجه سانتی‌گراد، میزان بار میکروبی خاویار به علت فاصله زمانی در انتقال خاویار عمل آوری شده به سردخانه و تماس آن با سطوح آلوده در حین عمل آوری بیشتر از تخم خام بود [۲۱]. بررسی بر روی کاربرد میزان بالاتر نمک (٤٪<) در نمک سود کردن تخم ماهی اسکولار، نشان داد که با کاهش فعالیت آبی نمونه‌ها، این میزان نمک مانع از رشد باکتریهای کلی فرم گردید. مقدار نمک بالاتر از ۱٪ استرس وارده بر باکتریها را افزایش داده و رشد اغلب باکتریها در میزان نمک ٦ تا ۸٪ متوقف شده و یا از بین می روند.[۲۳].

۳-۱-۲- بارمیکروبی سرمادوست

باکتریهای سرمادوست گرم منفی، گروه اصلی میکروارگانیسمهای مسئول فساد محصولات شیلاتی نگهداری شده به صورت سرد هستند. این باکتریها ترکیبات متابولیتی مختلفی مانند کتون، آلدهید (حاصل از تجزیه لیپید)، سولفیدهای فرار و آمینهای بیوژنیک تولید می کنند. علاوه بر این، این باکتریها تری متیل آمین اکسید را به تری متیل آمین و فرمالدئید تبدیل کرده و این ترکیبات با تخریب بافت ارتباط دارند [۱۷و ۱۸]. بیشترین حد مجاز باکتریهای سرمادوست در خاویار log cfu/g ۵ است[۱۹]. بارباکتریایی سرمادوست در نمونه های نمک سود شده با نمک مخلوط به طور معنی داری کمتر از نمونه های نمک سود شده با نمک خالص بود (شکل ۲). این مورد با اثرات بازدارندگی نمک مخلوط بر فساد باکتریایی ارتباط دارد [۱۸]. بارباکتریایی کل و سرمادوست نمونه‌های نمک خالص ۵/۵ درصد پس از ۱۵ روز نگهداری، به ترتیب ٤/۰٦ و ۵/۲۲ واحد لگاریتمی بود که در مقایسه با نمونه شاهد بارباکتریایی کمتری داشتند ($p<۰/۰۵$). نمونه های تیمار شده با نمک مخلوط ۵/۵ درصد پس از ٤۵ روز نگهداری به ترتیب دارای ٤/۹۵ و ۵/۱۷ واحد لگاریتمی بارباکتریایی کل و سرمادوست بودند. طبق آنالیزهای میکروبی عمر ماندگاری تیمارهای نمک خالص ۱۵روز و تیمارهای نمک مخلوط تا ٤۵ روز بود. مطالعه روی خاویار تاسماهی ایرانی نشان داد که میزان بارکتریایی سرمادوست با افزایش میزان بازهای نیتروژنی فرار افزایش یافت [۱۸]. بررسی اثر اسید استیک بر خصوصیات میکروبی، شیمیایی و حسی خاویار قزل آلا نشان داد که در غلظتهای یکسان نمک وجود نگهدارنده موجب کاهش معنی دار بار میکروبی محصول می گردد [۱۲].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]

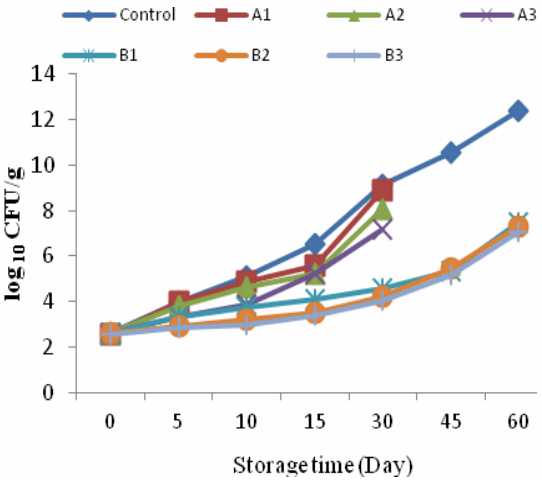

Fig 2 Changes of psychrophilic bacteria in salted rainbow trout roe in refrigerated storage
Control without salt; A1, A2 and A3: 3.5, 4.5 and 5.5% of pure salt; B1, B2 and B3: 3.5, 4.5 and 5.5% of mixed salt

۳-۱-۳- کپک و مخمر

افزایش میزان کپک و مخمر در محصولات تخم ماهی منجر به فساد ارگانولپتیکی و متعاقبا کاهش کیفیت تجاری آن می‌شود. شناسایی عوامل محدود کننده رشد کپک و مخمر و بهینه سازی آن با حفظ ایمنی محصول دارای اهمیت می‌باشد که می توان با رعایت بهداشت در مراحل عمل‌آوری، نگهداری فرآورده در شرایط مناسب، توجه به ترکیب محصول مانند غلظت نمک و میزان pH و استفاده از نگهدارنده، تا حدودی آلودگی تخم نمک سود به کپک و مخمر را کاهش داد [۱۲]. مقدار مجاز کپک و مخمر برای خاویار log cfu/g ۲ گزارش شده است [۱۹]. مطابق شکل-۳ میزان کپک و مخمر نمونه های نمک سود به دلیل نقش نمک در کاهش فعالیت آبی کمتر از شاهد بود و با افزایش غلظت نمک از میزان کپک و مخمر در نمونه های نمک سود کاسته شد. احتمالا آلودگی روز صفر در حین خارج کردن تخم از تخمدان و مراحل عمل‌آوری طی تماس با سطوح اتفاق می افتد. در ۵ روز نگهداری میزان کپک و مخمر نمونه‌ها اندکی بیشتر از تیمار شاهد بود اما این تفاوت معنی‌دار نبود. افزودن نمک سبب کاهش رشد گردید اما درصدهای نمک بکاررفته مانع کامل از رشد این میکروارگانیسمها نگردید. در مطالعه میرصادقی و همکاران (۱۳۹٤) افزودن ۱/۵ درصد نمک پس از ۲٤ روز نگهداری جمعیت کپک و مخمر نمونه ها بیشتر از حد مجاز بود. این محققان نیز تاکید کردند که افزودن نمک در درصدهای پایین سبب کاهش رشد کپک و مخمر می‌گردد.

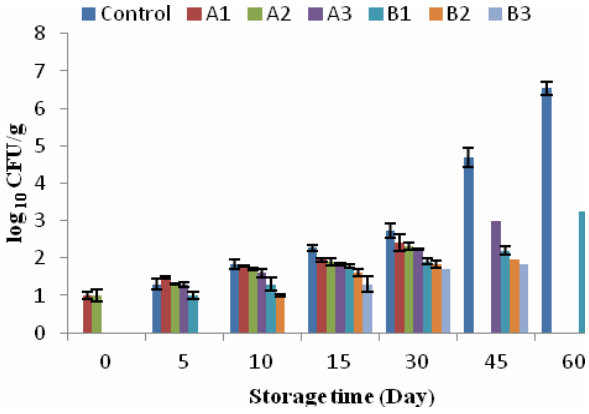

Fig 3 Changes of yeast in salted rainbow trout roe in refrigerated storage
Control without salt; A1, A2 and A3: 3.5, 4.5 and 5.5% of pure salt; B1, B2 and B3: 3.5, 4.5 and 5.5% of mixed salt

با وجود کاهش میزان کپک و مخمر با افزایش غلظت نمک، میان تیمارهای مختلف نمک خالص تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید ($p< ۰/۰۵$). در بین تیمارهای نمک مخلوط افزودن درصد بالاتر تاثیر معناداری بر کاهش رشد کپک و مخمر در نمونه‌ها داشت.درطی زمان افزودن درصدهای بالاتر نمک سبب کاهش رشد این میکروارگانیسمها گردید. این نتایج با مطالعه آلتوگ و بایراک (۲۰۰٦) و اینانلی و همکاران (۲۰۱۱) مشابهت دارد. تعداد کلونی‌های کپک و مخمر در مطالعه اینانلی و همکاران (۲۰۱۱) بر روی تخم قزل آلای رنگین کمان نمک سود شده، ماهی cfu/g^{-1} ٤/۲۰ بود. مقایسه بین گروههای ۵ و ۱۰ درصد نمک تیمار شده در این تحقیق نشان داد که در طی زمان تعداد کلونی‌های کپک و مخمر افزایش یافت. نمونه های ۵ درصد نمک ۱٤ روز و تیمار ۱۰ درصد نمک ۲۱ روز مورد ارزیابی قرار گرفتند و نمک سود کردن سبب توقف رشد کپک و مخمر نگردید، میزان رشد آنها را کاهش داد که با نتایج مشاهده در این تحقیق مشابهت دارد. در مطالعه حاضر نمک سود کردن سبب

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]

کاهش رشد کلونی‌های کپک و مخمر در تیمارهای با درصد نمک بالاتر گردید و در طی زمان نمک مخلوط اثر بهتری بر کاهش رشد این ارگانیسم‌ها داشت. مطلعه اثر دمای آب بر روی فرآوری تخم قزل آلا نشان داد که طی ۲٤ روز نگهداری جمعیت کپک و مخمر نمونه‌ها در طی زمان افزایش یافت و این میزان در نمونه های تیمار شده با آب ٤۰ و ٥ درجه سانتیگراد کمتر از تیمار شاهد بودند [١٤].

۳-۲- رنگ سنجی

پذیرش کلی محصولات غذایی تحت تاثیر ویژگیهای ظاهری آن به ویژه رنگ می باشد. بنابراین خصوصیات مربوط به رنگ نقش مهمی در ارزیابی کیفی محصول دارد [١٦]. رنگ تخم ماهی با توجه به گونه ماهی، رژیم غذایی، سن و مرحله بلوغ متفاوت است [٥]. رنگ تخم آزادماهیان از نارنجی روشن تا نارنجی تیره و قرمز تغییر می کند [٤]. با اینکه تخم های یک ماهی دارای رنگ یکسانی هستند، اما رنگ تخم در ماهیان یک گونه تغییر می کند. عامل اصلی رنگ در محصولات تخم ماهی رنگدانه‌های کاروتنوئیدی محلول در چربی مانند لوتئین[1]، آستاگزانتین[2]، کانتاگزانتین[3]، زئاگزانتین[4] و بتاکاروتن[5] می باشد[٢٤]. این ترکیبات به شرایط جانبی عمل آوری مانند گرما و اکسیداسیون بسیار حساس می باشند. نمک سود کردن فرآیند رایجی است که به علت تسریع اکسیداسیون لیپید می تواند موجب تغییرات شیمیایی و کاهش غلظت کاروتنوئیدها در ماهی و محصولات آن شود [٢٥]. تغییرات ایجاد شده در رنگ تخم نمک سود برحسب مولفه های L^*، a^* و b^* در شکلهای ٤،٥ و٦ آورده شده است. میزان روشنایی نمونه های نمک سود فقط در روز صفر با افزایش غلظت نمک کاهش یافت زیرا در روز صفر بین تیمارها از لحاظ اکسیداسیون چربی که منجر به رنگبری تخم نمک سود می شود، اختلاف معنی‌دار وجود نداشت تا سبب افزایش فاکتور روشنایی شود.

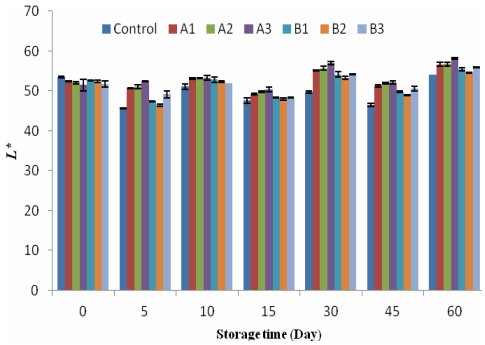

Fig 4 Changes of L^* parameter of salted rainbow trout roe in refrigerated storage
Control without salt; A1, A2 and A3: 3.5, 4.5 and 5.5% of pure salt; B1, B2 and B3: 3.5, 4.5 and 5.5% of mixed salt

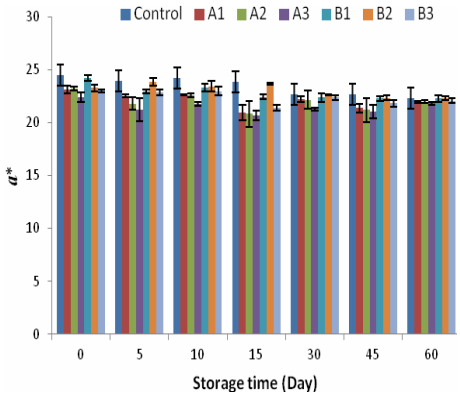

Fig 5 Changes of a^* parameter of salted rainbow trout roe in refrigerated storage
Control without salt; A1, A2 and A3: 3.5, 4.5 and 5.5% of pure salt; B1, B2 and B3: 3.5, 4.5 and 5.5% of mixed salt

رطوبت با ایجاد شاخصهای انکساری در ماتریکس مواد غذایی منجر به رنگ روشن‌تر می گردد [٢٦]. بجز روز صفر در ادامه دوره نگهداری فاکتور روشنایی در بین تیمارها با افزایش غلظت نمک از ۳/٥ به ٥/٥ درصد افزایش یافت. میزان بالاتر فاکتور روشنایی در تیمارهای گروه نمک مخلوط در طی زمان نگهداری مشاهده گردید. فاکتور قرمزی در اثر فرآیند نمک سود، اکسیداسیون لیپید و کاهش غلظت رنگدانه مرتبط نسبت به شاهد کاهش پیدا کرد. همچنین کاهش pH نیز با تحریک اکسیداسیون در رنگبری تخم ماهی نقش دارد.

1. Lutein
2. Astaxanthin
3. canthaxanthin
4. zeaxanthin
5. β-Carotene

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]

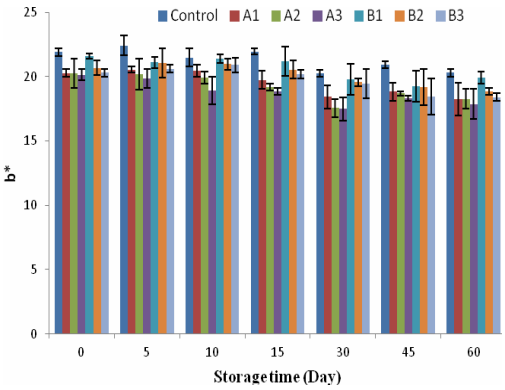

Fig 6 Changes of *b** parameter of salted rainbow trout roe in refrigerated storage
Control without salt; A1, A2 and A3: 3.5, 4.5 and 5.5% of pure salt; B1, B2 and B3: 3.5, 4.5 and 5.5% of mixed salt

زردی رنگ تخم ماهی قزل‌آلا مربوط به کاروتنوئید زرد/نارنجی است. میزان زردی تخم خام بعد از فرآیند نمک سود با توجه به غلظت نمک، درجه اکسیداسیون چربی و در نهایت تغییرات شیمیایی در رنگدانه بتاکاروتن کاهش یافت. با افزایش دوره نگهداری فاکتور روشنایی افزایش و فاکتور قرمزی و زردی کاهش یافت (شکل ٦). دلیل این امر می‌تواند پیشرفت اکسیداسیون چربی باشد که با افزایش مقدار TBA منطبق است. در مطالعه شهیدی و همکاران (١٩٩٨) نمک زنی تخم قزل‌آلا و فیله سالمون منجر به تغییر رنگ کلی به دلیل تغییرات شیمیایی و کاهش غلظت کاروتنوئیدها گردید. این نتایج می تواند نشان دهنده علت افزایش میزان روشنایی رنگ نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد باشد. بررسی شاخصهای رنگ سنجی تخم شش گونه از ماهیان تجاری نیوزیلند نشان داد که پس از خشک کردن و تخمیر تخم ماهی برای تولید محصول از آنها، روشنایی کاهش و میزان قرمزی و زردی افزایش یافت و پارامترهای رنگ در گونه های مختلف ماهیان تحت تاثیر میزان رنگدانه‌های اولیه متفاوت است [١٦].

٣-٣- ارزیابی حسی

ارزیابی حسی روشی مناسب برای ارزیابی کیفیت و تازگی مواد غذایی طی دوره نگهداری می باشد و به عنوان روش ساده و سریع مورد استفاده قرار می گیرد [٢٧]. نتایج ارزیابی حسی در شکل‌های ٧، ٨ و ٩ نشان داده شده است. با افزایش غلظت نمک طی فرآیند نمک سود کردن تخم ماهی قزل‌آلا رنگین کمان تفاوت معنی داری در شاخصهای حسی رنگ، بو، طعم و بافت تیمارهای مختلف مشاهده نشد اما امتیاز همه شاخصهای مورد ارزیابی طی دوره نگهداری کاهش یافت. با توجه به افزایش مقادیر اکسیداسیون چربی در اثر فرآیند نمک سود، نمونه های نمک سود شده با میزان ٥/٥ درصد نمک از لحاظ رنگ و بو امتیازهای بالاتری نسبت به نمونه های نمک سود شده با مقادیر کمتر نمک داشتند (شکل ٧). رنگ و بوی ماده غذایی نمایانگر کیفیت آن از نقطه نظر بهداشتی و سلامت است بنابراین فرآورده نمک سود شده با میزان نمک بیشتر به دلیل اثر نگهدارندگی نمک ظاهر، رنگ و بوی مطلوبتری داشت. نمک سود کردن موجب بهبود طعم تخم ماهی به علت خروج قسمتی از مواد آلبومینی طعم دار می شود [٢٧]. زمان بهینه مصرف طبق نتایج بررسی‌ها تیمارهای نمک خالص ١٥روز و تیمارهای نمک مخلوط تا ٤٥ روز تعیین گردید.

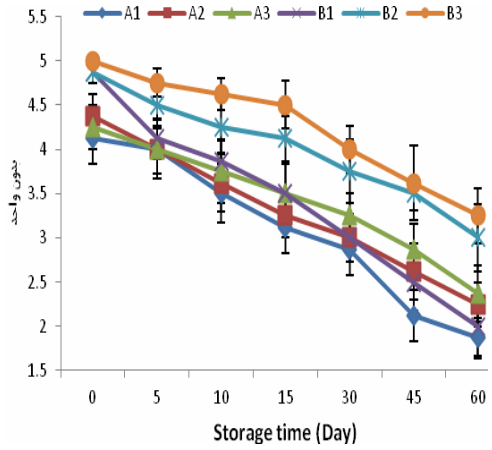

Fig 7 Changes of odour of salted rainbow trout roe in refrigerated storage
Control without salt; A1, A2 and A3: 3.5, 4.5 and 5.5% of pure salt; B1, B2 and B3: 3.5, 4.5 and 5.5% of mixed salt

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]

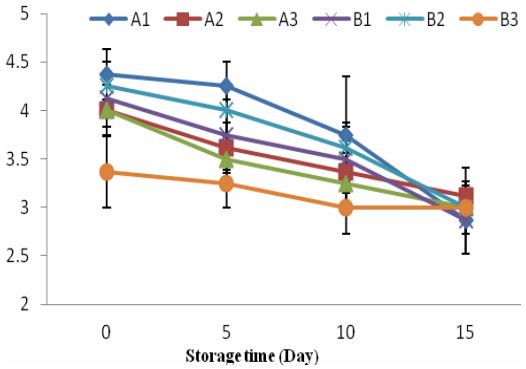

Fig 8 Changes of taste of salted rainbow trout roe in refrigerated storage
Control without salt; A1, A2 and A3: 3.5, 4.5 and 5.5% of pure salt; B1, B2 and B3: 3.5, 4.5 and 5.5% of mixed salt

در این تحقیق به لحاظ طعم، تیمارهای ٤/٥ نمک خالص و ٥/٥ درصد نمک مخلوط از نظر ارزیابان به یکدیگر نزدیکتر بودند (شکل ٨). بر اساس نتایج ارزیابی شاخص حسی بافت، کیفیت بافت نمونهها با سرعت کمتری نسبت به رنگ و بوی آنها کاهش یافت. در ابتدای دوره نگهداری همه تیمارها دارای بافت محکم و سفت بودند اما در انتهای دوره به علت تغییر ماهیت پروتئینها و کاهش ظرفیت نگهداری آب از کیفیت بافت کاسته شد. غلظت کمتر نمک طی فرآیند نمک سود ضمن جلوگیری از فعالیت میکروارگانیسمها باعث کاهش دناتوره شدن پروتئینها و در نتیجه کاهش از دست دادن آب و تغییر کمتر ویژگیهای بافتی می گردد. در این مطالعه در بین تیمارهای نمک خالص غلظت ٣/٥درصد نمک منجر به بافت خیلی نرم و غلظت ٥/٥ درصد نمک خالص نیز منجر به بافتی بسیار سفت گردید و نمونه های ٤/٥ درصد نمک پذیرش بیشتری داشتند (شکل ٩). در بین تیمارهای نمک مخلوط، امتیاز بیشتر بافت متعلق به تیمار ٥/٥ درصد نمک بود. در نهایت، با توجه به امتیاز شاخصهای حسی رنگ، بو ، طعم و بافت در بین نمونههای نمک سود با نمک خالص تیمار ٤/٥ درصد و در بین تیمارهای نمک مخلوط تیمار ٥/٥ درصد پذیرش بیشتری داشتند. در مطالعه جمال زاد فلاح و همکاران (١٣٩١) بر روی تاثیر غلظتهای مختلف نمک بر ویژگیهای ارگانولپتیک تخم نمک سود ماهی کفال طلایی، نتایج آزمایشات حسی نشان داد که تیمارهای مختلف نمک اختلاف معنی داری بر روی شاخصهای حسی نداشتند. در مطالعه اینانلی و همکاران (٢٠١٠) بر روی خاویار قزلآلا رنگین کمان نمک زنی شده به شیوه خشک با میزان ٤ و ٨ درصد نمک، ویژگیهای حسی شامل رنگ، بو، طعم و بافت در طی دوره نگهداری روند کاهشی داشت که شدت کاهش در تیمار نمک زنی شده با ٤ درصد نمک بیشتر بود. در مطالعه دیگری اینانلی و همکاران (٢٠١١) به بررسی اثر اسید استیک بر خصوصیات میکروبی، شیمیایی و حسی قزل آلا رنگین کمان پرداختند. نتایج نشان داد که استفاده از اسید استیک بدون تاثیر بر خواص حسی خاویار باعث افزایش مدت ماندگاری گردید و بین نمونههای نمک سود از لحاظ شاخصهای حسی تفاوت معنی داری وجود نداشت.

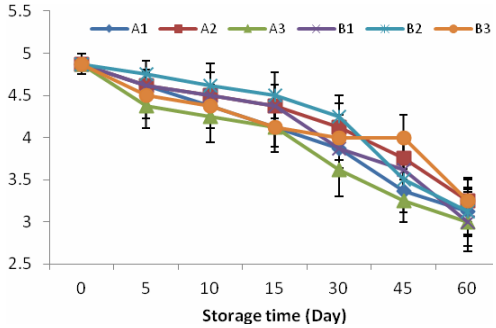

Fig 9 Changes of texture of salted rainbow trout roe in refrigerated storage
Control without salt; A1, A2 and A3: 3.5, 4.5 and 5.5% of pure salt; B1, B2 and B3: 3.5, 4.5 and 5.5% of mixed salt

٤- نتیجه گیری کلی

نمک سود کردن تخم ماهی قزلآلای رنگین کمان با نمک مخلوط درمقایسه با نمک خالص، تاثیر بهتری بر شاخصهای باکتریایی و خواص حسی داشت. نتایج بدست آمده در نمک خالص ٥/٥درصد تفاوت معنی داری با نمک ٤/٥ درصد نداشتند و بنابراین، باتوجه به اهمیت مصرف کمتر نمک، افزودن ٤/٥ درصد نمک خالص پیشنهاد میگردد و در مورد تیمارهای نمک مخلوط، افزایش درصد نمک باعث کاهش بارباکتریایی و افزایش پذیرش مصرف کنندگان گردید و تیمار ٥/٥ درصد نمک مخلوط پیشنهاد میگردد. در این راستا و جهت کاهش نمک در محصول مطالعه

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]

بر روی استفاده از نگهدارنده‌های طبیعی در تهیه تخم نمک سود به همراه انواع بسته بندی مناسب به نظر می‌رسد.

۵- منابع

[1] 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.

[2] Pourashouri, P., Yeganeh, S.and Shabanpour, B. (2015). Chemical and microbiological changes of salted Caspian Kutum (*Rutilus frisii kutum*) roe. Iranian Journal of Fisheries Sciences, 14(1): 176-187.

[3] Lapa-Guimarães J, Trattner S and Pickova J, 2011. Effect of processing on amine formation and the lipid profile of cod (Gadus morhua) roe. Food Chemistry, 129: 716–723.

[4] Mojazi Amiri, B and Rezaei Tavabe, K. 2010. The Caviar fishes and caviar. University of Tehran press. 256 pages.

[5] Bledsoe GE, Bledsoe CD and Rasco B,2003. Caviars and Fish Roe Products. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 43(3):317–356.

[6] Lin CC and Lin CS, 2004. Enhancement of the storage quality of frozen bonito fillets by glazing with tea extracts. Food Control, 16(2):169-175.

[7] Taghiof, M., Nikoo, M. and Pourshamsian, K. 2012. Proximate and fatty acid composition of salted caspian kutum (*Rutilus frisii*) roes influenced by storage temperature and vacuum-packaging. World Journal of Fish and Marine Sciences, 4 (5): 525-529.

[8] Rosa, A., Scano, P., Paola Melis, M., Deiana, M., Atzeri, A. and Assunta Dessì, M.2009. Oxidative stability of lipid components of mullet (*Mugil cephalus*) roe and its product ‘‘bottarga”. Food Chemistry,115(3): 891–896.

[9] Adeli A and Baghaei F, 2013. Production and Supply of Rainbow Trout in Iran and the World.World Journal of Fish and Marine Sciences, 5(3): 335-341.

[10] Gessner J, Würtz F, Kirschbaum F and Wirth M, 2008. Biochemical composition of caviar as a tool to discriminate between aquaculture and wild origin. Journal of Applied Ichthyology, 24: 52–56.

[11] Yasemen, Y., Celik, M. and Akamca, E. (2006). 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.

[12] Inanli AG, Oksuztepe G, Ozpolat E and Emir Coban O, 2011. Effects of Acetic Acid and Different Salt Concentrations on the Shelf Life of Caviar from Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss* W. 1792). Journal of Animal and Veterinary Advances, 10(23): 3172-3178.

[13] Ozpolat E, Patir B. 2010. Changes in sensorial and chemical quality in vacuum packaged of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) caviar during producing and preservation. Journal New World Science, 5: 336-343.

[14] Mirsadeghi H, Alishahi A, Shabanpour B and Safari R, 2015. Effects of salt and water temperature processing on qualitative changes in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) roe during refrigerator storage. Fisheries Science & Technology, 4: 93- 106.

[15] Inanli AG, Coban E and Dartay M, 2010.The chemical and sensorial changes in rainbow trout caviar salted in different ratios during storage. Fish Science, 76:879–883.

[16] Bekhit A, El-Din A, Morton JD and Dawson CO, 2008. Effect of processing conditions on trace elements in fish roe from six commercial New Zealand fish species. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 56:4846-4853.

[17] Etemadi H, Rezaei M and Abedian Kenary AM, 2008. Antibacterial and antioxidant potential of rosemary extract (*Rosmarinus officinalis*) on shelf life extension of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Journal of Food Science and Technology,5: 67-77.

[18] 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 Applied Ichthyology, 22(1):416–418.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]

[19] Iranian National Standards. 1995. Caviar 186, 27p. (in Persian)

[20] Basby M, Jeppesen VF and Huss HH, 1998. Spoilage of Lightly Salted Lumpfish (*Cyclopterus lumpus*) Roe at 5 ° C. Journal of Aquatic Food Product Technology, 7(4): 23-34.

[21] Razavilar V and Rezvani S, 2004. Microbial risk assessment of persian caviar during processing and cold storage. Developments in Food Science,42: 441–446.

[22] Altug G and Bayrak Y, 2003. Microbiological analysis of caviar from Russia and Iran. Food Microbiology,20 (1): 83–86.

[23] Hwang C, Lin C, Huang C, Huang Y, Kang F, Hwang D and Tsai Y, 2012. Chemical characterization, biogenic amines contents, and identification of fish species in cod and escolar steaks, and salted escolar roe products, Food Control, 25: 415-420.

[24] Shahidi F, Metusalach F and Brown JA, 1998. Carotenoid pigments in seafoods and aquaculture. Critical Reviews in Food Science and Nutrition,38(1):1-67.

[25] Birkeland S, Haarstad I and Bjerkeng B, 2004. Effects of Salt-curing Procedure and Smoking Temperature on Astaxanthin Stability in Smoked Salmon. Journal of Food Science, 69(4): FEP198–FEP203.

[26] Ozkan M, Kirca A and Cemeroğlu B, 2003. Effect of moisture content on CIE color values in dried apricots. European Food Research and Technology, 216(3): 217-219.

[27] Jamalzad Fallah F, Khara H, Fallah F and Jabarpour S. 2008. Organoleptic characteristic of goldern mullet (*Liza auratus*, Risso 1810) caviar with different salt concentrations. Fisrt National Conference on Fisheries and Aquatic animals in Iran.. November. 7pages.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]

Effect of different concentrations of pure and mixed salt on sensory and microbial quality of salted rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) roe during refrigerated storage

Shabanpour, B. [1], Ghorbanian, G. [2], Pourashouri, P. [3*], Ojagh, S. M. [4], Aghili Negad, S. M. [5]

1. Professor of Seafood Processing, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
2. MSc of Seafood Processing, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
3. Assisstant Professor of Seafood Processing, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
4. Assisstant Professor of Seafood Processing, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
5. Instructor, Gonbad Kavus University

(**Received: 2015/07/18 Accepted: 2016/01/04**)

Salted roe was prepared from rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) by adding food-grade pure and mixed NaCl (3.5, 4.5 and 5.5 %) to obtain optimal concentrations of both salts. Chemical, sensory and microbiological and color analysis were measured throughout the storage time to determine the changes that took place at 4°C and to evaluate the effects of the salt type up to 60 days. Total aerobic and psychrophilic microflora, mold and yeast were determined. Microbial population was lower in products with higher salt contents (4.5 and 5.5%). The decrease due to higher pure salt content of 4.5 to 5.5% was not significant. However, the addition of 4.5 and 5.5% pure and mixed salt at these levels did to inhibit total aerobic microflora growth at 4◦C and counts reached 5 to 6 logs CFU/g at 30 and 60 day, respectively. *L** value of samples increased by increasing salt concentration of 3.5 to 5.5%. All of the salted roe significantly ($p<0.05$) decrease a* and b* parameters as compared to control samples. Higher salt concentration showed very good correspondence with the sensory markers of the samples. Color, odor, texture and sensory indices improved by higher percent of salt during storage. These results indicate that type and concentration of salt is critical for rainbow trout roe and higher percent of salt have more shelf life.

Key words: Rainbow trout, Salted roe, Sensory evaluation, Shelflife

* Corresponding Author E-Mail Address: Pourashouri.p@gmail.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]