مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

تاثیر نوع بسته‌بندی بر ویژگی های فیزیکوشیمیایی و میکروبی فیله ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) نگهداری شده در دمای یخچال

ساناز خسروی بچه میر[۱]، محمد کاظمیان*[۲]، محمد حسین عزیزی تبریز زاد[۳]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، ایران

۲- استادیار گروه شیلات، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال ، تهران، ایران

۳- استاد گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۳/۱۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۵/۲۱

کلمات کلیدی:

بسته‌بندی،

پلی‌استایرن،

آلومینیوم،

ماهی قزل‌آلا،

خواص فیزیکوشیمیایی

DOI: 10.22034/FSCT.20.142. 239

DOR:20.1001.1.20088787.1402.20.142.15.5

* مسئول مکاتبات:

m_kazemian@iau-tnb.ac.ir

چکیده

با توجه به حساس بودن گوشت ماهی نسبت به فساد سریع، شرایط نگهداری و نوع بسته‌بندی از فاکتور های بسیار موثر بر حفظ کیفیت و ارزش تغذیه ای آن پس از صید می‌باشد. در این پژوهش، فیله ماهی قزل‌آلا بسته‌بندی شده با جنس های آلومینیومی و پلی‌استایرن به عنوان تیمار و کیسه پلی اتیلن به عنوان شاهد به مدت ۱۲ روز در دمای ۴ درجه سانتی گراد نگهداری شدند. فاکتورهای فیزیکی، شیمیایی و میکروبی فیله ها با ثبت تغییرات رطوبت، پروتئین تام، چربی، خاکسترکل، اسیدهای چرب آزاد، پراکسید(PV)، pH، تیوباربیتوریک اسید(TBA)، بازهای نیتروژنی فرار(TVB-N) و همچنین بار میکروبی کل اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که با گذشت زمان، رطوبت و چربی به طور معنی‌داری کاهش یافتند. پروتئین تام، خاکسترکل، اسیدهای چرب آزاد، PV، TBA، TVB-N و بار میکروبی کل در مدت نگهداری به طور معنی داری افزایش یافتند. همچنین pH روند افزایشی داشت که این افزایش معنی دار نبود. بالاترین مقدار TVB-N در روز دوازدهم مربوط به بسته‌بندی شاهد با مقدار ۲۴/۵۲ $^{mg}/_{g}$ بود وکمترین مقدار بار میکروبی کل در روز دوازدهم مربوط به بسته‌بندی آلومینیومی با مقدار ۶/۸۶ log $^{cfu}/_{g}$ بود. با توجه به نتایج، اولویت استفاده از بسته‌بندی ها جهت افزایش ماندگاری و حفظ ارزش تغذیه ای فیله ها به ترتیب ابتدا با بسته‌بندی آلومینیومی سپس با پلی‌استایرن بود. کیسه پلی اتیلن به دلیل عدم حفظ ارزش تغذیه ای و کاهش کیفت محصول غیر قابل توصیه جهت مصرف اعلام شد. بسته‌بندی آلومینیومی به طور چشمگیری در حفظ خواص فیزیکوشیمیایی و میکروبی محصول عمل نمود و با توجه به حدود مجاز اعلام شده TVB-N و بارمیکروبی کل که از شاخص های مهم جهت تشخیص فساد می باشند، تنها فیله بسته‌بندی شده با ظرف آلومینیومی تا پایان دوره نگهداری قابل مصرف بود.

۱- مقدمه

قزل‌آلای رنگین‌کمان با نام علمی (*Oncorhynchus mykiss*) گونه ای بومی، پرورشی، از انواع سردآبی و از گونه های آب شیرین است که خاستگاه آن مربوط به آمریکای شمالی و روسیه می باشد و به طور گسترده به عنوان یک ماهی تفریحی و غذایی در سراسر جهان پرورش داده می‌شود [1]. حفظ کیفیت ماهی قزل آلا با توجه به میزان رشد روز افزون پرورش این نوع ماهی، همچنین کسب رتبه اول در جهان از نظر محبوبیت و به طور کلی فساد پذیری بالای ماهی و محصولات شیلاتی، سبب شده تا افزایش مدت زمان ماندگاری آن، یکی از مسائل قابل توجه در صنعت شیلات و بازار مصرف کنندگان باشد[2]. با توجه به کوتاه بودن ماندگاری ماهی تازه و دیدگاه نامناسب مصرف کنندگان در ارتباط با افزودنی های شیمیایی و مضرات آنها در مواد غذایی جهت افزایش مدت زمان ماندگاری و همچنین عدم وجود صرفه اقتصادی در مصرف عصاره های ضد میکروبی و آنتی اکسیدانی و پوشش های خوراکی برای تولید کنندگان، گرایش جوامع به سمت استفاده از محصولاتی است که علاوه بر هزینه مطلوب، کیفیت مطلوب را نیز به همراه داشته باشد [3]. در نتیجه میتوان گفت بهترین گزینه، استفاده از بسته‌بندی مناسب و ارزان است که هم از نظر اقتصادی برای تولیدکننده به صرفه باشد و هم تا حد امکان پاسخگوی نیاز های مصرف کنندگان باشد. گوشت ماهی یکی از با ارزش ترین منابع تغذیه ای می باشد، چراکه محصولات شیلاتی سرشار از پروتئین، مواد معدنی ضروری، اسیدهای چرب غیراشباع چندگانه و کلسترول پایین هستند. اسیدهای چرب غیراشباع ماهی اثرات مثبتی بر کاهش بیماری‌های قلبی عروقی و سرطان‌ها از خود نشان داده‌اند. همچنین گوشت ماهی نقش مهمی در تامین پروتئین مورد نیاز انسان ایفا می کند [1,4,11]. ماهی های آب شیرین به دلیل ترکیبات بیولوژیکی خاصی که دارند و همچنین عواملی نظیر تفاوت در گونه ها، زیستگاه های محیطی، عادات غذایی و عملکرد آنزیم های اتولیز[1] و همچنین آنزیم های هیدرولیتیک[2] میکروارگانیسم ها، بسیار مستعد تغییرات متعدد از لحاظ کیفی هستند که این تغییرات در نهایت منجر به فساد این محصول می‌شود [5,6]. با توجه به آمارهای منتشر شده توسط سازمان جهانی خواربار و کشاورزی (FAO)[3]، در حالیکه سالهاست جمعیت کثیری از مردم با گرسنگی مواجه هستند، هر ساله بخش مهمی از تولید غذای جهان، به طور تقریبی حدود یک سوم از مواد غذایی، در زنجیره توزیع، برداشت و مصرف به هدر می رود. ۲۰ میلیون تن از۱/۳ میلیارد تن مواد غذایی و محصولات کشاورزی تولیدی در جهان که طی یک سال از دسترس خارج می‌شود و هدر میرود مربوط به ماهی می باشد [7]. با توجه به مطالب ذکر شده، در این مقاله به مقایسه تاثیر بسته‌بندی های متفاوت بر روی خواص فیزیکی- شیمیایی و میکروبی فیله قزل‌آلا نگهداری شده در دمای ۴ درجه پرداخته شده و جنبه ی نوآوری این پژوهش از دو منظر بوده است که به شرح ذیل میباشد:

با توجه به عدم وجود صرفه اقتصادی و مضرات استفاده از نگهدارنده ها، آنتی اکسیدان ها و موارد مشابه، در این پژوهش صرفا از بسته‌بندی های با جنس های متفاوت به همراه روکش سلفون در کنار کنترل دما استفاده شد و از هیچگونه مواد نگهدارنده ای جهت افزایش مدت نگهداری استفاده نشد که این امر در پژوهش های مشابه تا بحال در ایران انجام نشده بود. از طرفی در پژوهش های مشابه حداکثر یک هفته پایش انجام شده بود و هدف از انتخاب دوازده روز پایش در پژوهش حال حاضر، بررسی تاثیر بسته‌بندی های استفاده شده بر خواص فیزیکوشیمیایی ماهی بود تا بتوان با نتایج حاصل از آن دریافت که بسته‌بندی مناسب به تنهایی تا چه میزان

1- Autolysis
2 -Hydrolysis
3 -Food and Agriculture Organization of the United Nations

میتواند بر روی افزایش مدت زمان ماندگاری این محصول موثر واقع گردد.

۲- مواد و روش ها

آماده سازی نمونه ها:

با بهره‌گیری از روش آماده سازی ماهی که توسط باباخانی و همکارانش در سال ۱۳۹۷ انجام پذیرفت، نمونه های ماهی قزل‌آلا با میانگین وزن ۲۵±۲۹۰ گرم از مرکز پرورش ماهی در تهران خریداری شد و در مجاورت یخ در داخل یونولیت به آزمایشگاه انتقال یافت. سپس در آزمایشگاه در شرایط بهداشتی؛ شستشو، تخلیه شکمی و فلس‌گیری شدند و به قطعات یکسان (۶۰ گرمی) تقسیم‌بندی شدند و تا زمان آماده‌سازی در بسته‌بندی‌هایی از جنس پلی اتیلن که از قبل استریل شده بود، بسته‌بندی شدند. بسته‌بندی مورد استفاده در این تحقیق شامل سه نوع اعم از ظرف پلی‌استایرن و ظرف آلومینیوم به همراه روکش سلفون برای تیمار ها و همچنین کیسه پلی‌اتیلن (کیسه فریزر) برای شاهد بود و برند این ظروف کوهسار بود. در هر کدام از بسته‌بندی ها، سه عدد فیله ۶۰ گرمی و درمجموع در هر بسته‌بندی، ۱۸۰ گرم ماهی به همراه دو عدد پد جاذب خون قرار داده شد و تیمارها توسط سلفونی به ضخامت ۰/۸ میکرون، پوشیده شدند و در دمای چهار درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. آنالیز فیزیکی، شیمیایی و میکروبی نمونه ها در بازه های زمانی سه روز (صفر، ۶ و ۱۲) به همراه ۳ تکرار انجام گرفت و کیفیت کلی نمونه ها تعیین گردید. آزمایشات انجام شده به شرح زیر بود:

۲-۱- رطوبت: سنجش رطوبت طبق استاندارد ملی ایران (سال ۱۳۸۲) با شماره ۷۴۵ گوشت و فراورده های آن به روش مرجع یعنی خشک کردن، با استفاده از آون ۱۰۵ درجه (مدل B404، شرکت سازنده Termaks و کشور سازنده آلمان) و ترازو (مدل GF-600، شرکت سازنده A&D و کشور سازنده ژاپن) اندازه‌گیری شد.

۲-۲- پروتئین تام: اندازه‌گیری پروتئین تام طبق استاندارد ملی ایران (سال ۱۳۵۲) شماره ۹۲۴ در گوشت و فراورده های آن بر حسب ازت، با استفاده از دستگاه هضم پروتئین (شرکت سازنده Bakhshi و کشور سازنده ایران)، دستگاه تقطیر پروتئین (مدل V-40، شرکت سازنده Bakhshi و کشور سازنده ایران) و بورت اتوماتیک 50ml (شرکت سازنده Duran و کشور سازنده آلمان) انجام گرفت و همچنین برند تمامی محلول های استفاده شده Merc بود.

۲-۳- چربی: اندازه‌گیری چربی تام مطابق با استاندارد ملی ایران (سال ۱۳۸۲) شماره ۷۴۳ در گوشت و فراورده های آن به روش سوسکسله و با استفاده از دستگاه های سیفون سوکسله 100ml (شرکت سازنده Duran و کشور سازنده آلمان)، ترازو(مدل GF-600، شرکت سازنده A&D و کشور سازنده ژاپن) و سیرکولاتور (مدل LTD6، شرکت سازنده Grant و کشور سازنده انگلستان) صورت گرفت و همچنین برند محلول مورد استفاده، Merc بود.

۲-۴- خاکستر کل: اندازه‌گیری خاکستر کل مطابق استاندارد ملی ایران (سال ۱۳۷۱) به شماره ۷۴۴ در گوشت و فراورده های آن به روش کوره گذاری انجام گرفت.

۲-۵-pH: با استفاده از دستگاه pHمتر(مدل 654، شرکت سازنده methrom، کشور سازنده سوئیس) انجام شد که برای این منظورپنج گرم از مخلوط با ۴۵ میلی لیتر آب مقطر در یک بشر به طور کامل توسط یک همزن، هموژن شد و سپس اندازه گیری pH انجام گرفت.

۲-۶- اسید چرب آزاد (FFA)[1]: ابتدا مقدار ۲۵ میلی لیتر از الکل اتیلیک خنثی شده با سود نرمال را به نمونه روغن که از قبل استخراج شده بود، اضافه و در مراحل بعدی با کمک ۲تا ۳ قطره معرف فنل فتالئین و میزان مصرفی سود نرمال، مقدار اسیدیته بر حسب درصد اولئیک توسط فرمول ذکر شده در ذیل اندازه‌گیری شد [8]. اندازه گیری با استفاده از بورت 50ml (شرکت

سازنده Isolab و کشور سازنده آلمان) بود و همچنین برند محلول مورد استفاده Merc آلمان بود.

$$\text{اسید چرب آزاد} = \frac{N \times 2.28 \times \text{حجم سود} \times 10/N}{\text{وزن نمونه روغن}}$$

۲-۷- اندیس پراکسید (PV)[2]: برای این منظور ابتدا چربی هریک از نمونه‌ها با استفاده از روش سوکسوله استخراج و از آن برای تعیین اندیس پراکسید استفاده شد. به منظور تعیین اندیس پراکسید، ۱ گرم از چربی استخراجی با محلول اسید استیک و کلروفرم (نسبت کلروفرم به اسید استیک ۲: ۳) مخلوط و سپس ۰/۵ میلی‌لیتر یدورپتاسیم اشباع، ۳۰ میلی‌لیتر آب مقطر و ۰/۵ میلی‌لیتر محلول نشاسته ۱ درصد به مخلوط افزوده و مقدار ید آزاد شده با محلول تیوسولفات پتاسیم ۰/۰۱ نرمال تیتر شد و میزان اندیس پراکسید با استفاده از فرمول ذکر شده محاسبه گردید [8]. اندازه گیری با استفاده از سیفون

$$\text{اندیس پراکسید} = \frac{1000 \times \text{نرمالیته} \times \text{حجم تیو سولفات مصرفی}}{\text{وزن نمونه روغن}}$$

سوکسله 100ml (شرکت سازنده Duran و کشور سازنده آلمان)، ترازو(مدل GF-600، شرکت سازنده A&D و کشور سازنده ژاپن) و سیرکولاتور (مدل LTD6، شرکت سازنده Grant و کشور سازنده انگلستان) و بورت 50ml (شرکت سازنده Isolab و کشور سازنده آلمان) بود و همچنین برند محلول مورد استفاده Merc آلمان بود.

۲-۸- اندیس تیوباربیتوریک (TBA)[3]: میزان TBA با دستگاه اسپکتروفتومتر[4] UV-Visible (مدل UV-260، شرکت سازنده Shimadzu و کشور سازنده ژاپن) تعیین و برحسب میلی گرم مالون دی آلدئید در کیلوگرم نمونه بیان شد. اندازه‌گیری TBA به صورت رنگ‌سنجی انجام شد به طوریکه مقدار ۲۰۰ میلی‌گرم از هر نمونه به یک بالن ۲۵ میلی‌لیتری منتقل و سپس با ۱-بوتانول به حجم رسانده شد سپس ۵ میلی‌لیتر از مخلوط فوق به لوله‌های آزمایش درب دار منتقل و به آن ۵ میلی‌لیتر از معرف TBA افزوده شد، هر کدام از لوله‌ها در حمام آب با دمای ۹۵ درجه سلسیوس با استفاده از بن ماری جوش(مدلBJE-440Y، شرکت سازنده Gallen Kamp و کشور سازنده انگلستان) به مدت ۲ ساعت قرار گرفتند و سپس در دمای محیط خنک شدند و در ادامه مقدار جذب هر نمونه در ۵۳۲ نانومتر (As) در مقابل جذب نمونه شاهد (۱-بوتانول) (Ab) خوانده شد. این روش براساس مقادیر اسپکتروفوتومتری کمپلکس صورتی حاصل از واکنش یک مول مالون دی آلدئید حاصل از تقطیر، با دو مول اسید تیوباربیتوریک اضافه شده به محلول حاصل از تقطیر صورت گرفت و در نهایت مقدار TBA هر نمونه با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید [8]. برند محلول مورد استفاده نیز، Merc آلمان بود.

$$\text{تیوباربیتوریک اسید} = \frac{50 \times (As - Ab)}{200}$$

۲-۹- بازهای نیتروژنی فرار کل (TVB-N)[1]: برای تعیین میزان بازهای نیتروژنی فرار نمونه‌ها، مقدار ۳ گرم از نمونه‌های فیله ماهی قزل آلای رنگین کمان و با اکسید

1- Free fatty acid
2- peroxide value

3 -Thiobarbituric acid
4- Spectrophotometer

منیزیم و آب مقطر در داخل بالن دستگاه کلدال ریخته و سنگ جوش و اکتان (به عنوان ضدکف) به آن اضافه شد. محلول مقطر جمع آوری شده با اسید سولفوریک ۰/۱ نرمال تا ظهور مجدد رنگ قرمز تیتر شد. مقدار TVB-N به صورت میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم نمونه با توجه به حجم اسید سولفوریک مصرفی و وزن نمونه از رابطه زیر محاسبه گردید [9]. اندازه گیری با استفاده از دستگاه هضم پروتئین (شرکت سازنده Bakhshi و کشور سازنده ایران)، دستگاه تقطیر پروتئین (مدل V-40، شرکت سازنده Bakhshi و کشور سازنده ایران)، بورت اتوماتیک 50ml (شرکت سازنده Duran و کشور سازنده آلمان) انجام شد و همچنین برند تمامی محلول های استفاده شده Merc بود.

$$\text{باز های نیتروژنی فرار} = \frac{\text{میزان اسید} \times 1.4 \times 100}{\text{وزن نمونه}}$$

۲-۱۰- شمارش بار میکروبی کل: برای تعیین بار میکروبی از روش سیسکوس استفاده شد. به این صورت که ۱۰ گرم نمونه با ۹۰ میلی لیتر آب مقطر به کیسه استریل استومیکر منتقل گردید و توسط دستگاه استومیکر به صورت هموژن درآمد . سپس نمونه ها تا رقت 10^{-5} گرم در میلی لیتر رقیق شد. ۱ میلی لیتر از هر رقت در پلیت قرار داده شد و محیط کشت کانت آگار $(PCA)^2$ به آن اضافه شد و محیط کشت هر پلیت به منظور همگن شدن نمونه به دقت تکان داده شد و بعد از گذشت چند دقیقه پلیت ها وارونه شدند و در انکوباتور به مدت ۴۸ ساعت با دمای ۳۷ درجه قرار داده شدند. در نهایت بعد از گذشت ۴۸ ساعت همه کلونی ها شمارش شدند [10]. برای اندازه گیری از آون ۲۲۰ درجه (مدل Oven-70، شرکت سازنده Behdad و کشور سازنده ایران)، ترازو (مدل GF-600، شرکت سازنده A&D و کشور سازنده ژاپن)، انکوباتور (مدلTim 55، شرکت سازنده فن آزماگستر و کشور سازنده ایران)، محیط کشت PCA (شرکت IBERCO)، هود لامینار کلاسII (مدل 26900817، شرکت سازنده Behdad و کشور سازنده ایران)، بن ماری جوش (مدل 80101، شرکت سازنده Behdad و کشور سازنده ایران) و اتوکلاو ۷۵ لیتری (مدل ۷۵ لیتری، شرکت سازنده کاوش مگا و کشور سازنده یاران) استفاده شد و همچنین از پیپتون بافر شرکت IBERCO استفاده شد.

۳- تجزیه و تحلیل آماری

همگنی داده‌ها ابتدا توسط طرح آماری کاملا تصادفی بررسی شدند و با توجه به نرمال بودن داده ها، تجزیه و تحلیل نهایی، توسط آنالیز واریانس (ANOVA) یکطرفه انجام گرفت و برای مقایسه میانگین‌ها نیز از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد و در نهایت ارزیابی داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS انجام شد.

۴-نتایج

۴-۱- رطوبت: با گذشت زمان میزان رطوبت به طور معنی داری کاهش یافت و کمترین میزان کاهش رطوبت به ترتیب در بسته‌بندی آلومینیومی، شاهد و پلی‌استایرن مشاهده شد(Table 1).

1- Total Volatile Basic Nitrogen
2- Principal component analysis

Table 1. Comparison table of the average effect of packaging type on the moisture content of rainbow salmon fillet during storage

Day 12	Day 6	Day 0	Treatment
68.74±0.04 Ba	69.70±0.31 Aa	70.24±0.21 Aa	Control (Polyethylene)
68.79±0.16 Ba	69.66±0.10 Aa	69.91±0.03 Aa	Polystyrene
68.55±0.19 Ba	69.74±0.05 Aa	70.21±0.01 Aa	Aluminum

The numbers are expressed as mean ± standard deviation. Different lowercase letters indicate significance in the column ($p<0.05$). Different uppercase letters indicate significance in the row ($p<0.05$).

۲-۴- پروتئین تام: مقادیر حاصل از پروتئین تام حاکی از آن است که با گذشت زمان میزان پروتئین به طور معنی داری افزایش یافت و بیشترین میزان افزایش پروتئین به ترتیب در بسته‌بندی آلومینیومی، پلی‌استایرن و شاهد مشاهده شد (Table 2).

۳-۴- چربی: با افزایش زمان میزان چربی به طور معنی داری کاهش یافت و کمترین میزان کاهش چربی به خاکسترکل به ترتیب مربوط به بسته‌بندی آلومینیومی، پلی‌استایرن و شاهد بود (Table 4).

۴-۴- خاکسترکل: در طول آزمایش خاکسترکل به طور معنی داری افزایش یافت و کمترین میزان افزایش ترتیب در بسته‌بندی آلومینیومی، پلی‌استایرن و شاهد مشاهده شد (Table 3).

۵-۴- pH: نتایج حاصل از اندازه‌گیری این پارامتر، بیانگر افزایش pH در زمان نگهداری بود که این افزایش، معنی دار نبود (Table 5).

Table 2. Comparison table of the average effect of the type of packaging on the protein percentage of rainbow salmon fillet during storage

Day 12	Day 6	Day 0	Treatment
20.14±0.55 Ab	19.45±0.13 Bb	18.70±0.12 Ca	Control (Polyethylene)
20.56±0.23 Ab	19.90±0.56 Bb	19.02±0.43 Aa	Polystyrene
22.45±0.21 Aa	21.67±0.53 Aa	19.04±0.40 Ba	Aluminum

The numbers are expressed as mean ± standard deviation. Different lowercase letters indicate significance in the column ($p<0.05$). Different uppercase letters indicate significance in the row ($p<0.05$).

Table 3. Comparison table of the average effect of the type of packaging on the fat percentage of rainbow salmon fillet during storage

Day 12	Day 6	Day 0	Treatment
2.24±0.54 Bb	4.86±0.54 Aa	4.88±0.20 Aa	Control (Polyethylene)
2.75±0.50 Bb	4.87±0.32 Aa	4.78±0.04 Aa	Polystyrene
3.74±0.51 Ba	4.84±0.41 Aa	4.85±0.23 Aa	Aluminum

The numbers are expressed as mean ± standard deviation. Different lowercase letters indicate significance in the column ($p<0.05$). Different uppercase letters indicate significance in the row ($p<0.05$).

Table 4. Comparison table of the average effect of the type of packaging on the ash percentage of rainbow salmon fillet during storage

Day 12	Day 6	Day 0	Treatment
8.91±0.13 ^{Aa}	6.13±0.12 ^{Ba}	6.45±0.10 ^{Ca}	Control (Polyethylene)
7.93±0.26 ^{Ab}	5.79±0.53 ^{Bb}	6.24±0.03 ^{Ca}	Polystyrene
5.54±0.11^{Ad}	5.20±0.07 ^{Ab}	5.88±0.02 ^{Aa}	Aluminum

The numbers are expressed as mean ± standard deviation. Different lowercase letters indicate significance in the column ($p<0.05$). Different uppercase letters indicate significance in the row ($p<0.05$).

Table 5. Comparison table of the average effect of the type of packaging on the pH of rainbow salmon fillet during storage

Day 12	Day 6	Day 0	Treatment
6.84±0.54 ^{Aa}	6.45±0.10 ^{Aa}	6.54±0.10 ^{Aa}	Control (Polyethylene)
6.84±0.53 ^{Aa}	6.34±0.46 ^{Aa}	6.54±0.20 ^{Aa}	Polystyrene
6.68±0.51 ^{Aa}	6.10±0.55 ^{Aa}	6.64±0.03 ^{Aa}	Aluminum

The numbers are expressed as mean ± standard deviation. Different lowercase letters indicate significance in the column ($p<0.05$). Different uppercase letters indicate significance in the row ($p<0.05$).

۴-۶- اسید چرب آزاد (FFA): مقادیر حاصل از اسید چرب آزاد در جدول ۶ آمده است که نشان دهنده ی افزایش معنی دار طی مدت نگهداری میباشد. بیشترین افزایش اسیدچرب آزاد به ترتیب در بسته‌بندی شاهد، پلی استاین و آلومینیومی مشاهده شد (Table 6).

۴-۷- اندیس پراکسید (PV): نتایج حاصل از جدول ۷ نشان داد که میزان پراکسید به طور معنی داری افزایش یافت که بیشترین افزایش پراکسید به ترتیب در بسته‌بندی شاهد، پلی‌استایرن و آلومینیومی گزارش شد (Table 7).

۴-۸- اندیس تیوباربیتوریک (TBA): اطلاعات مربوط به تیوباربیتوریک اسید در جدول ۸ آمده است. با توجه به اعداد ذکر شده در جدول افزایش معنی داری در میزان تیوباربیتوریک اسید نمونه ها مشاهده شد که بیشترین میزان افزایش تیوباربیتوریک اسید به ترتیب در بسته‌بندی شاهد، پلی‌استایرن و آلومینیومی گزارش شد (Table 8).

۴-۹- بازهای نیتروژنی فرار کل (TVB-N): اطلاعات مربوط به باز های نیتروژنی فرار برای فیله های نگهداری شده در یخچال به مدت ۱۲ روز در جدول ۹ آورده شده است و بیانگر افزایش معنی دار است که بیشترین افزایش بازهای نیتروژنی فرار به ترتیب در بسته‌بندی شاهد، پلی‌استایرن و آلومینیومی مشاهده شد (Table 9).

۴-۱۰- شمارش بار میکروبی کل: مقادیر حاصل از شمارش بار میکروبی کل در جدول ۱۰ آورده شده است که بیانگر افزایش معنی دار میباشد. بیشترین بار میکروبی کل مربوط به بسته‌بندی شاهد و کمترین مربوط به بسته‌بندی آلومینیومی بود (Table 10).

Table 6. Comparison table of the average effect of the type of packaging on free fatty acids of rainbow salmon fillet during storage

Day 12	Day 6	Day 0	Treatment
2.78±0.08 ^{Aa}	1.45±0.10 ^{Ba}	1.08±0.10 ^{Ca}	Control (Polyethylene)
2.41±0.00 ^{Aa}	1.36±0.43 ^{Ba}	1.15±0.40 ^{Ba}	Polystyrene
1.21±0.50 ^{Ab}	1.10±0.50 ^{Aa}	1.14±0.01^{Aa}	Aluminum

The numbers are expressed as mean ± standard deviation. Different lowercase letters indicate significance in the column ($p<0.05$). Different uppercase letters

.indicate significance in the row ($p<0.05$)

Table 7. Comparison table of the average effect of packaging type on peroxide of rainbow salmon fillet during storage

Day 12	Day 6	Day 0	Treatment
2.95±0.08 ^{Aa}	1.84±0.12 ^{Ba}	0.00±0.10 ^{Ca}	Control (Polyethylene)
1.99±0.09 ^{Ab}	1.74±0.05 ^{Ab}	0.00±0.15 ^{Ba}	Polystyrene
1.02±0.01 ^{Ad}	0.96±0.04 ^{Ad}	0.00±0.00 ^{Ba}	Aluminum

The numbers are expressed as mean ± standard deviation. Different lowercase letters indicate significance in the column ($p<0.05$). Different uppercase letters

.indicate significance in the row ($p<0.05$)

Day 12	Day 6	Day 0	Treatment
1.95±0.48 ^{Aa}	0.94±0.20 ^{Ba}	0.87±0.10 ^{Ba}	Control (Polyethylene)
1.87±0.48 ^{Aa}	0.50±0.55 ^{Ba}	0.88±0.40 ^{Ba}	Polystyrene
1.01±0.41 ^{Ab}	0.68±0.44 ^{Ba}	0.84±0.02 ^{Ba}	Aluminum

Table 8. Comparison table of the average effect of packaging type on TBA of rainbow salmon fillet during storage time

The numbers are expressed as mean ± standard deviation. Different lowercase letters indicate significance in the column ($p<0.05$). Different uppercase letters

.indicate significance in the row ($p<0.05$)

Table 9. Comparison table of the average effect of packaging type on TVB-N of rainbow salmon fillet during storage time

Day 12	Day 6	Day 0	Treatment
24.52±0.32 ^{Aa}	17.65±0.17 ^{Ba}	11.28±0.21 ^{Ca}	Control (Polyethylene)
23.10±0.26 ^{Ab}	16.44±0.45 ^{Bb}	11.34±0.14 ^{Ca}	Polystyrene
17.65±0.32 ^{Ad}	13.84±0.51 ^{Bd}	11.46±0.02 ^{Ca}	Aluminum

The numbers are expressed as mean ± standard deviation. Different lowercase letters indicate significance in the column ($p<0.05$). Different uppercase letters indicate significance in the row ($p<0.05$)

Table 10. Comparison table of the average effect of the type of packaging on the logarithm of bacteria count of rainbow salmon fillet during storage

Day 12	Day 6	Day 0	Treatment
7.95±0.42 ^{Aa}	6.48±0.38 ^{Ba}	2.84±0.22 ^{Ca}	Control (Polyethylene)
7.82±0.56 ^{Aa}	6.48±0.48 ^{Ba}	2.86±0.12 ^{Ca}	Polystyrene
6.86±0.40 ^{Ab}	6.10±0.37 ^{Aa}	2.87±0.05 ^{Ca}	Aluminum

The numbers are expressed as mean ± standard deviation. Different lowercase letters indicate significance in the column ($p<0.05$). Different uppercase letters indicate significance in the row ($p<0.05$)

۵- بحث

آنالیز تقریبی فیله ها نشان داد که کمترین میزان کاهش رطوبت مربوط بسته‌بندی آلومینیومی با روکش سلفون بود که این امر میتواند به دلیل اختلاط آلومینیوم با مواد پلی اتیلنی و همچنین ایجاد مانعی مقاوم در برابر بخار آب و اکسیژن باشد [13]. از طرفی؛ بعد از آلومینیوم ، پلی‌استایرن کمترین میزان کاهش رطوبت را داشت که میتواند مربوط بالا بودن ضریب نفوذپذیری باشد که منجر به شکل گیری سدی مناسب در برابر رطوبت می‌شود [14]. این نتایج که روند کاهشی معنی دار به همراه داشت با نتایج دیگر محققان مطابقت داشت. به طور مثال آبرومند و خاطری در پژوهشی مشابه گزارش کردند که میزان محتوی آب در طی زمان نگهداری در یخچال کاهش معنی داری داشته است [12]. همچنین این کاهش معنی دار رطوبت، با گزارش های اعلام شده توسط کمانی و همکارانش در سال ۱۳۹۵ و گزارش اسلامی و همکارانش در سال ۱۳۹۲ و دیگر تحقیقات مشابه، مطابقت داشت. از دلایل کاهش میزان رطوبت میتوان به چکه آب محصول در طی زمان نگهداری، تغییر در pH محصول و قدرت نگهداری آب اشاره کرد که در این حالت آب از ماهی خارج می‌شود و به همراه خود مقداری از مواد مغذی محلول در آب مانند ویتامین ها را از عضله خارج میکند و منجر به کاهش ارزش تغذیه ای ماهی می‌شود [15,16,17]. مقادیر اندازه‌گیری شده حاصل از پروتئین نشان داد که در طی دوره نگهداری، میزان پروتئین روند افزایشی داشت و این افزایش معنی دار بود. بیشترین میزان افزایش پروتئین در بسته‌بندی آلومینیومی مشاهده شد که احتمالا این افزایش ناشی از توانایی فوق العاده آلومینیوم جهت منع ورود اکسیژن بوده و از آنجاییکه آلومینیوم به عنوان یک سد و مانع مناسب در برابر اکسیژن تلقی می‌شود درنتیجه منجر به تاخیر ورود اکسیژن به مواد غذایی بسته‌بندی شده می‌گردد، به نحوی که سطح اکسیژن در بسته‌بندی پایین نگهداشته می‌شود و این امر موجب کاهش رشد موجودات و تولید مواد مخرب می‌شود و در نتیجه محتوای پروتئین حفظ می‌گردد [18]. به طور کلی طبق پژوهش های دیگر محققان محتوای پروتئین در محصولات خشک با افزایش زمان نگهداری، کاهش و در محصولات تازه افزایش می‌یابد [13,14,19] . آنالیز و مقایسه مقادیر حاصل از اندازه‌گیری چربی نشان داد که کمترین میزان کاهش چربی در بسته‌بندی آلومینیومی مشاهده شد. بسته‌بندی آلومینیومی، کمترین انتقال O2 را در مقایسه با سایرین دارد و این درحالی است که پلی‌استایرن انتقال O2 کمتری نسبت به پلی اتیلن دارد [20]. آنالیز تقریبی فیله های ماهی قزل‌آلا در برخی گزارش ها و تحقیقات دیگر مقادیر متفاوتی را به خصوص در میزان چربی از خود نشان داده اند که این تفاوت میتواند وابسته به عواملی نظیر فصل، تغذیه، اندازه ماهی و شرایط محیط پرورش باشد و لازم به ذکر است که افزایش فساد در چربی ماهی، سبب ایجاد تغییرات نامطلوب در رنگ، طعم، ویژگی‌های ظاهری، بافت و ارزش تغذیه ای می‌شود [21,22]. نتایج حاصل از اندازه‌گیری خاکستر همانند دیگر تحقیقات مشابه روند افزایشی معنی‌دار داشت [23, 24]. احتمال میرود علت این افزایش جزئی در میزان خاکستر فیله ماهی ها، بخاطر کاهش جزئی که در میزان رطوبت و میزان چربی فیله ها در طول دوره نگهداری اتفاق می‌افتد، باشد [25]. مقادیر pH نشان داد که به طور کلی میزان pH پس از مرگ ماهی بر اثـر تولید اسید لاکتیک حاصل از گلیکولیز کاهش می‌یابد و با افزایش مدت زمان نگهداری بـه دلیل عملکرد آنزیم های پروتئولیتیک، میـزان آمین های آزاد افزایش می‌یابد که سبب افزایش میزان pH در نمونه ها می‌گردد [26]. در پژوهش

پیش رو pH تمامی نمونه ها همانند دیگر تحقیقات پیشین افزایش یافت اما این افزایش، معنی‌دار نبود. علت این افزایش میتواند ناشی از تجزیه ترکیبات نیتروژندار در طی دوره نگهداری در یخچال باشد. کمترین افزایش pH مربوط به بسته‌بندی آلومینیومی با مقدار ۶/۶۱ و بیشترین افزایش pH مربوط به بسته‌بندی شاهد با مقدار ۶/۹۸ بود. پیش بینی می‌شود که علت عدم وجود تفاوت معنی‌دار در میزان pH به دلیل وجود بسته‌بندی باشد. از دیگر پارامتر های مورد بررسی، مقایسه مقادیر حاصل از اندازه‌گیری اسید چرب آزاد بود که تعیین میزان اسید چرب آزاد شاخص مناسبی جهت نشان دادن تاثیر آنزیم های لیپولتیک بر چربی ماهی ها می باشد [8]. مقادیر حاصل از اندازه‌گیری اسید چرب آزاد مطابق دیگر تحقیقات روند افزایشی معنی‌دار داشت که این روند مربوط به پیشرفت فرایند اکسیداسیون چربی و کاهش کیفیت چربی در محصول است که با ادامه فرایند اکسیداسیون، چربی به کتون و آلدهید تبدیل می شود [24]. مقادیر اندازه‌گیری شده پراکسید مانند دیگر تحقیقات مشابه نشان داد که با افزایش مدت زمان، پراکسید در مواد غذایی تازه، روند افزایشی معنی‌دار دارد. نتایج مشابه نیز در تحقیقاتی که توسط Coban، Ojagh و همکارانش انجام گرفت، حاصل شد [27,28]. کمترین میزان افزایش پراکسید در بسته‌بندی آلومینیومی به همراه روکش سلفون بود و پیش بینی می‌شود علت افزایش سرعت تولید پراکسید در هنگام نگهداری، حمله رادیکال های پراکسید تولید شده به سایر مولکول های چربی باشد که منجر به تولید رادیکال های آزاد جدید و افزایش اندیس پراکسید می‌شود [29,30]. آنالیز مقادیر حاصل از اندازه‌گیری تیوباربیتوریک اسید نیز مانند پژوهش های پیشین روند افزایشی معنی‌دار داشت که می‌تواند مربوط به افزایش اکسیداسیون اسیدهای چرب غیراشباع، دهیدروژناسیون جزئی فیله ماهی و تولید متابولیت‌های فرار در حضور اکسیژن باشد [31,32]. کمترین میزان افزایش تیوباربیتوریک اسید مربوط به فیله های بسته‌بندی شده با جنس آلومینیوم با روکش سلفون بود. مقادیر حاصل از بازهای نیتروژنی فرار در طی زمان نگهداری همانند پژوهش های پیشین روند افزایشی معنی دار داشت که این روند افزایشی طبق گزارش Ocane-Higuera و همکارانش در سال ۲۰۰۹ میتواند مربوط به شکستن پروتئین‌ها توسط آنزیم‌های پروتئولیتیک درونی باشد یا ممکن است از طریق فعالیت باکتری‌های مولد فساد انجام پذیرد. افزایش جزئی مقدار بازهای نیتروژنی فرار در مراحل اولیه نگهداری به علت تجزیه نوکلئوتیدها و آمینواسیدها میباشد، این در حالی است که افزایش میزان بازهای نیتروژنی فرار در مراحل پایانی نگهداری به دلیل افزایش فعالیت میکروبی می‌باشد [33]. طبق نتایج، کمترین میزان افزایش بازهای نیتروژنی فرار مربوط به بسته‌بندی آلومینیوم به همراه روکش سلفون بود. در نهایت مقادیر حاصل از اندازه‌گیری شمارش بار میکروبی کل همانند دیگر پژوهش های سابق روند افزایشی معنی‌دار داشت که کمترین میزان افزایش بار میکروبی در بسته‌بندی آلومینیومی مشاهده شد. مقدار بار میکروبی به عوامل مختلفی مانند مقدار اولیه باکتری، میزان انتقال آلودگی در هنگام آماده سازی ماهی، آلودگی وسایل به‌کار گرفته شده و دیگر موارد مشابه بستگی دارد [31,32].

۶-نتیجه‌گیری

بررسی و مقایسه نتایج حاصل از این پژوهش بین تیمارهای ذکر شده، اختلاف معنی داری را بین فاکتورهای مورد آزمایش فیله‌های بسته‌بندی شده طی نگهداری نشان داد. به طور کلی، تیماربسته‌بندی شده با ظرف آلومینیومی به همراه

روکش سلفون در طول مدت نگهداری، پارامترهای فیزیکی- شیمیایی و میکروبی قابل قبول تری نسبت به تیمار پلی استایرن و شاهد داشت و ارزش تغذیه ای آن نیز بهتر از دیگر نمونه ها حفظ شد که علت این موضوع به دلیل اختلاط پلی‌اتیلن با آلومینیوم است که مانع و سد مناسبی در برابر رطوبت و گازها بخصوص در برابر اکسیژن ایجاد میکند. لازم به ذکر است که با توجه به حدود مجاز دو شاخص اصلی TVB-N و بار میکروبی کل که از عوامل اصلی تعیین کننده فساد محصول می‌باشند، تنها نمونه بسته‌بندی شده با ظرف آلومینیومی تا پایان دوره نگهداری قابلیت مصرف را داشت. در نتیجه برداشت می‌شود که بسته‌بندی آلومینیومی به همراه روکش سلفون از هر نظر برای حفظ ارزش تغذیه‌ای و حفظ کیفیت فیله ماهی قزل‌آلا نگهداری شده در دما پایین (۴ درجه سانتی گراد) بهتر عمل کرده است و میتواند جایگزین ظروف و بسته‌بندی های موجود در بازار گردد

۶- منابع

[1] Rahimzade, E., Bahari, A.H., Moini, S., and Nokhbe zare, E. 2019. Influence of vacuum packaging and frozen storage time on fatty acids, amino acids, and ω -3/ ω-6 ratio of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Iranian Journal of Fisheries Sciences 18(4) 1083-1092.

[2] Ministry of Agricultural Jihad, Fisheries Organization of Iran and Deputy Planning and Resource Management Office and Planning and Budgeting Office. 2017. Statistical Yearbook of Iranian Fisheries Organization 1395-1391. Iranian Fisheries Organization, Deputy Planning and Resource Management, Planning and Budget Office, Planning and Statistics Group. 64 pages.

[3] Sharafati Chaleshtori, F., Taghizadeh, M., Rafieian-kopaei, M., and Sharafati-chaleshtori, R. 2016. Effect of chitosan incorporated with cumin and eucalyptus essential oils as antimicrobial agents on fresh chicken meat. Journal of Food Processing and Preservation.

[4] J Babic Milijasevic, S., Milijasevic, M., and Djordjevic, V. 2019. Modified atmospHere packaging of fish an impact on shelf life. Earth and Environmental Science 333.

[5] J Babic Milijasevic, S., Milijasevic, M., Dinovic-Stojanovic, J., and Vranic, D. 2017. Effect of modified atmospHere and vacuum packaging on TVB-N production of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and carp (Cyprinus carpio) cuts. Earth and Environmental Science 85.

[6] Zolfaghari, M., Shabanpour B., and Fallahzadeh, S. 2011. The effect of light salting, vacuum packaging and their synergistic effecton on shelflife of rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) fillet during storage at 4°C±1. Journal of food science and technology (Iran). 8(32): 35-44.

[7] Khanlar, M.A., Alizadeh Doughikollaee, E., and Hosseini, V. 2017. The effect of modified atmosphere packaging on the fillet quality of rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) during refrigerated storage. Journal of Faculty of Natural Resources, University of Tehran. 70(3): 262-273.

[8] Khanlar, M.A., Alizadeh Doughikollaee, E., and Hosseini, V. 2017. The effect of modified atmosphere packaging on the fillet quality of rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) during refrigerated storage. Journal of Faculty of Natural Resources, University of Tehran. 70(3): 262-273.

[9] Goulas, E., Kontominas M.G. 2005. Effect of salting and smoking-method on the keeping quality of chub mackerel (Scomber japonicus): biochemical and sensory attributes. Food Chemistry, Volume 93, Issue 3, Pages 511-520.

[10] Siskos, L., A. Zotos., S. Melidou., and R. Tsikritzi. 2007. The effect of liquid smoking of fillets of trout *Salmo gairdnerii* on sensory, microbiological and chemical changes during chilled storage. Food Chem. 101: 458-464.

[11] Usydus, Z., and S-Richert, J. 2012. Functional Properties of Fish and Fish Products: A Review. International Journal of Food Properties, 15:4, 823-846.

[12] Aberoomand, A., Khateri, R. 2020. Effect of different vitamins on proximate compounds of Carangoides fulvoguttatus fillet during 3 months of storage in a refrigerator at 6°C. Journal of food science and technology (Iran). 16(96): 133-143.

[13] Srinivasa, G. T. K. 1993. Packaging Materials Fiir Shrimp, Fish and Fish Products, their Properties, Selectiiin and Effect [If Different Packaging Materials in their Shelf Life]. Cochin University of Science and Technology.

[14] Somaye, A. 2012. Polypropylene in the Industry of Food Packaging, Polypropylene. In: Fatih, D. (Ed.), InTech.

[15] Ehsani, A. Jasour, M.S. 2014. Determination of ShortTerm Icing and Frozen Storage Characteristics of

Ungutted Silver Carp (HypopHthalmichthys molitrix). Journal of Food Processing and Preservation, 38(2):713-720.

[16] Moini, S., Sabetian, M., Torabi_Delshad, S., Rajabi_Islami, H and Motalebi, A. 2012. Identification of fatty acid content, amino acid profile, and proximate composition in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss)*. Journal of American Science 8(4).

[17] Fallah, A. A., Siavash Saei-Dehkordi, S., & Nematollahi, A. 2011. Comparative assessment of proximate composition, pHysicochemical parameters, fatty acid profile and mineral content in farmed and wild rainbow trout (Oncorhynchus mykiss): differentiation of farmed and wild rainbow trout. International Journal of Food Science and Technology, 46, 767e773.

[18] Wijayanti, I., Surti, T., Dwi Anggo, A., Susanto, E. 2016. Effect Different Packaging on Proximate and Lysine Content of Milkfish [*Chanos chanos* (Forsskål, 1775)] Floss During Storage. 2nd International Symposium on Aquatic Products Processing and Health ISAPPROSH.

[19] Akinneye, J. O., Aringbangba, R. O. 2015. Effects of Packaging Materials on Proximate, Mineral and PHysicochemical Properties of Plantain Chips (Musa paradisiaca) in Storage. FUTA Journal of Research in Sciences 1, 55–59.

[20] Valentina, S. 2012. Review Article Food Packaging Permeability Behaviour: A Report. International Journal of Polymer Science, 1–11.

[21] Oraei, M., Motallebi, A., Hoseini, E., and Javan, S. 2012. Effect of gamma irradiation and frozen storage on chemical and sensory characteristics of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillet. Journal of Food Science and Technology, 47:977–984.

[22] Rostamzad, H., and Mousavi, M. 2014. Chemical and microbial changes in silver carp (Hypophthalmichthys molitrix) fillet during storage in refrigerator. Journal of the Faculty of Natural Resources of Gilan University. 2(3): 61-72.

[23] Razavi Shirazi H. 2008.Seafood Processing, Principle of heading and processing. Pars Negar Pub. 325 pages.

[24] Shabanpour, B., Asghari, M., Heidari, S., Baee H., Ghorbani, A., and Jafer, A. 2015. Comparing of qualitative changes among the carps culturing in a pond, an under-controlled place, and marine carp during refrigeration.Animal Research Journal (Iranian Biology Journal) (scientific). 28(4):466-480.

[25] Taheri, A., Ibrahibzadeh Alahabad, I., Zahedi, M. 2018. Proximate Composition and Amino Acid Profile of Pickhandle Barracuda and Yellowtail Barracuda Fillet in Autumn and Spring. Journal of Fisheries Science and Technology 7(1):25-32.

[26] Massa, A.E., Palacios, D.L., Paredi, M.E. and Crupkin, M. 2005. Postmortem changes in quality indices of ice-stored flounder (Paralchthys patagonicus). Journal of Food Biochemistry, 29: 570-59.

[27] Ojagh, S.M., Rezaei, M., Razavi, S.H., and Hosseini, S.M.H. 2010. Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout. J. Food Chemistry. 120: 193–198.

[28] Coban, O. E. 2012. Evaluation of essential oils as a glazing material for frozen rainbow trout *(ONCORHYNCHUS MYKISS*) fillet. J. Food Processing and Preservation. ISSN 1745-4549.

[29] Saeed, S., Howell, N.K. 2002. Effect of lipid oxidation and frozen storage on muscle proteins of Atlantic mackerel (Scomber scomber). Journal of the Science of Food and Agriculture 82: 579-586.

[30] Kamani, M. H., Safari, O., Mortazavi, A., and Mehraban, M. 2017. Using an image processingbased technique and predictive models for assessing lipid oxidation in rainbow trout fillet. Journal of Innovation in food science and technology. 17(2):59.

[31] Chytiri S., Chouliara I., Savvaidis I.N. & Kontominas M.G. 2004. Microbiological, chemical and sensory assessment of iced whole and filleted aquaculture rainbow trout. Food microbiology 21:157-165.

[32] Chidanandaiah, R.C., Sanyal, M.K. 2009. Effect of sodium alginate with preservative on the quality of meat patties during refrigerated storage. Journal of Muscle Foods 20: 275-292.

[33] Sallam KI. 2007 .Antimicrobial and antioxidant effects of sodium acetate, sodium lactate, and sodium citrate in refrigerated sliced salmon. Food Control. 18: 566–575.

Journal of Food Science and Technology (Iran)

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

The effect of the type of packaging on the physicochemical and microbial characteristics of rainbow salmon (*Oncorhynchus mykiss*) fillets stored at refrigerator temperature

Sanaz Khosravi Bache Mir[1], Mohammad Kazemian[*2], Mohammad Hosein Azizi[3]

1- M.Sc Graduate, Department of Food Science and Technology, Faculty of Biological Sciences, Islamic Azad University, North Tehran branch, Tehran-Iran.

2- Assistant Professor, Department of Fisheries, Faculty of Marine Science and Technology, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

3- Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

ABSTRACT

Considering the sensitivity of fish meat to rapid spoilage, storage conditions and type of packaging are very effective factors in maintaining its quality and nutritional value after catching. In this research, rainbow trout fillets packed with aluminum and polystyrene as treatment and polyethylene bag as control were kept at 4°C for 12 days. Physical, chemical and microbial factors of fillets by recording changes in moisture, total protein, fat, total ash, free fatty acids, peroxide (PV), pH, Thiobarbituric acid (TBA), Total Volatile Basic Nitrogen (TVB-N) and also total microbial load It was measured .The results showed that with the passage of time, moisture and fat decreased significantly. Total protein, total ash, free fatty acids, PV, TBA, TVB-N and total microbial load increased significantly during storage. Also, pH had an increasing trend, but this increase was not significant. The highest amount of TVB-N on the twelfth day was related to the control package with a value of 24.52 mg/g. The lowest amount of total microbial load on the twelfth day was related to aluminum packaging with a log value of 6.86 cfu/g. According to the results, the priority of using packaging to increase shelf life and maintain the nutritional value of fillets was first with aluminum packaging and then with polystyrene. The polyethylene bag was declared unrecommended for consumption due to the lack of nutritional value and reduced product quality. Aluminum packaging worked significantly in maintaining the physicochemical and microbial properties of the product and according to the declared permissible limits of TVB-N and total microbial load, which are important indicators of spoilage, only fillets packed with aluminum containers could be consumed until the end of the storage period.

ARTICLE INFO

Article History:

Received: 2023/6/7
Accepted: 2023/8/12

Keywords:

packaging,

polystyrene,

aluminum,

rainbow trout fillet,

physicochemical properties

DOI: 10.22034/FSCT.20.142.239
DOR:20.1001.1.20088787.1402.20.142.15.5

*Corresponding Author E-Mail:
m_kazemian@iau-tnb.ac.ir