

مقایسه ماندگاری و ارزیابی حسی ماهی شوریده *Otolithes ruber* (کامل، شکم خالی و فیله) در دمای -18°C

گلناز غفاری گوشه^۱، لاله رومیانی^{۲*}

۱- گروه علوم و صنایع غذایی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

۲- گروه شیلات، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۶/۰۲/۲۱ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۴/۱۹)

چکیده

هدف از این مطالعه مقایسه ماندگاری و ارزیابی حسی ماهی شوریده *Otolithes ruber* (کامل، شکم خالی و فیله) طی ۴ ماه نگهداری در شرایط انجماد در دمای -18°C بود. ارزیابی شاخص‌های بیوشیمیایی pH، اسیدهای چرب آزاد (FFA)، تیوباریتوریک اسید (TBA)، مجموع بازهای نیتروژنی فرار (TVB-N) و پراکسید (PV)، میکروبی (باکتری‌های سرمادوست) و ارزیابی حسی انجام شد. براساس نتایج آماری با افزایش زمان نگهداری میزان pH در تیمارهای مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری نداشت ($P>0/05$). میزان TBA و FFA در کل دوره نگهداری در همه تیمارها روند صعودی داشتند. بیشترین تغییرات TVB-N مربوط به ماهی شکم پر بود، به طوری که در طول دوره نگهداری از $10/46$ به $26/72$ میلی‌گرم در 100 گرم رسید. در تمامی تیمارها میزان پراکسید از سطح مجاز ($10-20$ میلی‌اکی والان در کیلوگرم) بالاتر نرفت. میزان باکتری‌های سرمادوست در سه تیمار در طول دوره با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند ($P<0/05$) و تا پایان دوره از حد مجاز $7 \log \text{cfu/g}$ فراتر نرفتند. ماهیان از نظر ارزیابی حسی تا پایان ماه چهارم نگهداری دارای کیفیت مناسب بودند. با توجه به آزمایشات میکروبی و شاخص‌های فساد شیمیایی ماهی به صورت فیله، شکم خالی و شکم پر بسته بندی شده در خلاء در دمای -18 درجه سانتی‌گراد تا پایان دوره نگهداری (۴ ماه) دارای کیفیت مطلوب بودند و از حد مجاز استانداردهای اعلام شده فراتر نرفتند.

کلید واژگان: ماندگاری، ارزیابی حسی، ماهی شوریده

* مسئول مکاتبات: l.roomiani@yahoo.com

۱- مقدمه

ماهیان درجه یک محسوب می‌شود. از طرف دیگر، اینگونه به دلیل داشتن گوشت لذیذ با بافتی محکم و سفید از گذشته مورد توجه مردم بوده است [۸]. برخی تحقیقات Shabanpor و همکاران [۱۴]، Etemadian و همکاران [۱۱]، هدایتی فرد و همکاران [۲۱]، Babic و همکاران [۳۴] و Aubourg و همکاران [۳۶] نشان دادند که شدت تغییرات در ماهیان فیله شده یا چرخ شده بیش از ماهیان نگهداری شده به شکل کامل می‌باشد، چون در طی فرآیند فیله کردن یا چرخ کردن ماهی ساختار طبیعی ماهیچه به هم می‌خورد و آنزیم رها شده ممکن است در تماس با سوبسترای مناسب قرار گیرد که در حالت طبیعی به شکل مجزای از هم وجود داشته‌اند، این مسئله موجب تسریع فرآیند فساد چربی، نوکلئوتیدها و تری متیل آمین اکسید در ماهیان چرخ شده می‌گردد و لی از سوی دیگر فیله کردن ماهی با جداسازی سر، پوست و امعاء و احشاء که محل تجمع آنزیم‌های سریع‌کننده فعالیت‌های اکسیداسیونی می‌باشد می‌تواند موجب افزایش مدت زمان ماندگاری ماهی گردد. بنابراین هدف از این پژوهش بررسی ماندگاری و ارزیابی حسی ماهی شوریده *Otolithes ruber* (کامل، شکم خالی و فیله) در بسته بندی تحت خلاء در دمای ۱۸°C- می‌باشد.

۲- مواد و روش کار

۲-۱- آماده‌سازی نمونه‌ها

ماهی شوریده در فروردین ۱۳۹۵ (*Otolithes ruber*) با وزن ۲۵۰-۳۰۰ گرم و طول ۳۵-۳۰ سانتی‌متر از بازار ماهی‌فروشان آبادان به صورت زنده خریداری شده و در یونولیت‌های حاوی یخ به آزمایشگاه منتقل گردید. ماهی‌ها به سه دسته کامل (سر، پوست و اندام‌ها)، شکم خالی (بدون امعاء و احشاء با سر و دم) و فیله (سر و دم زده، بدون امعاء و احشاء با پوست) شده با وزن به ترتیب ۳۰۰، ۲۵۰ و ۲۰۰ گرم آماده و شستشوی آنها با آب انجام شد. سپس در یونولیت حاوی یخ و پودر یخ به منظور بسته‌بندی به کارخانه منتقل شدند. برای وکیوم کردن

ماهی یکی از منابع مهم و با ارزش پروتئین، چربی و انرژی به شمار می‌آید که به دلیل داشتن پروتئین‌های با قابلیت هضم بالا و همچنین عناصر مورد نیاز برای حفظ سلامتی بدن در بین مصرف‌کنندگان از محبوبیت زیادی برخوردار است [۱]. غذاهای دریایی به دلیل غنی بودن از نظر پروتئین‌ها، ویتامین‌های محلول در چربی و اسیدهای چرب چندغیراشباع امگا-۳، اهمیت زیادی دارند [۲] و همچنین غذاهای دریایی فرآورده‌های فسادپذیر هستند و معمولاً سریعتر از غذاهای گوشتی دیگر فاسد می‌شوند و گوشت آن‌ها پس از مرگ مستعد تغییرات بیشتری نسبت به گوشت‌های دیگر است [۳]. فساد ماهی را می‌توان به دو دسته کلی فساد باکتریایی و شیمیایی اتولیتیک طبقه‌بندی کرد. فساد میکروبی و شیمیایی باعث کاهش کیفی پروتئین‌ها و اسیدهای چرب غیراشباع ماهیان می‌شوند. به منظور کنترل یا کاهش این تغییرات در ماهیان از روش‌های نگهداری سرد و انجماد استفاده می‌شود. هرچند، این روش‌ها به طور کامل نمی‌توانند مانع فساد میکروبی یا شیمیایی شوند [۴]. بسته‌بندی تحت خلاء یکی از روش‌های مناسب بسته‌بندی در به تعویق انداختن فساد فرآورده‌های دریایی است که موجب افزایش مدت ماندگاری و حفظ کیفیت کلی ماهی‌ها برای مدت بیشتر می‌گردد [۳]. خروج اکسیژن در این بسته‌بندی نه تنها باعث به تاخیر انداختن فساد میکروبی می‌شود بلکه به دنبال آن فساد غیرمیکروبی فرآورده را نیز به تأخیر می‌اندازد و زمان ماندگاری فرآورده‌های گوشتی را ضمن حفظ کیفیت و تازگی آنها در طی نگهداری افزایش می‌دهند [۶].

فساد ماهیچه ماهی، حاصل تغییراتی است که در نتیجه واکنش‌های شیمیایی چون اکسیداسیون چربی‌ها و واکنش‌های ناشی از اثر آنزیم‌های موجود در ماهی و فعالیت‌های متابولیکی میکروارگانیسم‌ها انجام می‌گیرد که این تغییرات منجر به ماندگاری کوتاه ماهی و فرآورده‌های دریایی دیگر می‌شود [۷ و ۲]. ماهی شوریده از خانواده *Sciaenidae* با نام علمی *Otolithes ruber* می‌باشد که در تقسیم بندی شیلاتی جزوه

پس از فیلتر شدن به دست می‌آید). لوله‌های درب‌دار در حمام آب با دمای ۹۵ درجه سانتیگراد به مدت ۲ ساعت قرار گرفته و پس از آن در دمای محیط سرد شدند. سپس توسط دستگاه اسپکتروفتومتری مقدار جذب (As) در ۵۳۰ نانومتر در مقابل شاهد آب مقطر (Ab) خوانده شد. مقدار TBA (میلی‌گرم مالون دی آلدئید در کیلوگرم بافت ماهی) بر اساس رابطه زیر محاسبه گردید.

$$TBA = \frac{(As - Ab) \times 50}{200}$$

اندازه‌گیری مجموع بازهای نیتروژنی فرار (TVB-N) طبق روش Etemadian [۱۱] انجام شد. بدین منظور ۱۰ گرم نمونه گوشت ماهی را در یک بالن تقطیر ۱۰۰۰ میلی‌لیتری قرار داده و ۲ گرم اکسید منیزیم و ۳۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر به همراه چند عدد سنگ جوش و کمی ضد کف به آن افزوده شد. بالن حرارت داده شد تا به مدت ۱۵ دقیقه به دمای جوش برسد. بخارهای خارج شده از بالن تقطیر مستقیماً در داخل ارلن مایری که حاوی میلی‌لیتر محلول اسید بوریک ۲ درصد و چند قطره معرف متیل رد بود، جمع گردید تا این که حجم اسید بوریک و بخارهای میعان یافته در داخل آن به ۱۵۰ میلی‌لیتر برسد. رنگ اسید بوریک حاوی معرف متیل رد که در ابتدا به دلیل اسیدی بودن آن قرمز بود، با تجمع بخارهای حاصل از تقطیر به تدریج قلیایی شده به رنگ سبز درآمد. در پایان، محلول حاصل از تجمع بخارهای تقطیر به وسیله اسیدسولفوریک ۰/۱ تا رسیدن به رنگ پوست پیازی تیترا گردید. مقدار ماده از ته فرار بر حسب میلی‌گرم در صد گرم نمونه بدست آمد.

اندازه‌گیری عدد پراکسید PV مطابق روش [۹Egan] انجام شد. جهت تعیین باکتری‌های سرمادوست مطابق روش Etemadian [۱۱] انجام شد. بدین منظور ۱۰ گرم از نمونه ماهی در یک کیسه استومیگر (ساخت کمپانی Seward انگلستان) قرار داده شد. سپس ۹۰ میلی‌لیتر محلول نمک استریل (g/۱۰۰ml ۰/۸۵) به آن اضافه شد. بعد از هموژنیزه کردن به مدت ۱ دقیقه با استفاده دستگاه استومیگر M400

نمونه از کیسه‌های سه لایه که متشکل از دو لایه آلومینیم و یک لایه پلاستیک بود، استفاده گردید. بسته‌ها از جنس پلی‌اتیلن با دانسیته کم و دارای ضخامت ۷۵ میکرومتر با قابلیت تراوایی اکسیژن $52/3 \text{ mlm}^{-2} \text{ day}^{-1} \text{ atm}^{-1}$ ، نفوذپذیری بخار آب $2/4 \text{ gm}^{-2} \text{ day}^{-1}$ و اندازه $30 \times 20 \text{ cm}$ بودند (ساخت کشور اتریش) و سپس به همراه با یخ به آزمایشگاه آنالیز میکروبی و شیمیایی خوراک دام و طیور و آبزیان منتقل و در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد به مدت ۴ ماه نگهداری و به صورت دوره‌ای (هر ماه یک بار) تحت آزمایش‌های بیوشیمیایی شامل pH، اسیدهای چرب آزاد، تیوباربتوریک‌اسید، مجموع بازهای نیتروژنی فرار، پراکسید و میکروبی (باکتری‌های سرمادوست) و آنالیز حسیق‌رگر گرفتند.

۲-۲- آنالیزهای شیمیایی

اندازه‌گیری pH به روش [۹Egan] از طریق رقیق و هموژن کردن ۵ گرم نمونه با آب و استفاده از دستگاه pH متر اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری اسیدهای چرب آزاد با استفاده از روش [۱۰Parvaneh] صورت گرفت. نتایج اسیدچرب به صورت درصد هر اسیدچرب با توجه به کل اسیدهای چرب بیان گردیده است. برای این منظور حدود ۰/۵ گرم از چربی استخراج شده به منظور متیله نمودن، با نسبت‌های مناسب از متانول، بنزن و اسیدسولفوریک مخلوط میشود. سپس حدود ۱ میکرولیتر از نمونه آماده را به دستگاه GC تزریق نموده و مکان هریک از اسیدهای چرب را بر اساس زمان بازداری آنها در نمونه استاندارد شناسایی کرده و به صورت گرم در ۱۰۰ گرم چربی نمونه بیان گردید.

اندازه‌گیری TBA به وسیله روش رنگ سنجی و طبق روش Parvaneh [۱۰] انجام شد. مقدار ۲ میلی‌گرم از نمونه چرخ شده ماهی به یک بالن ۲۵ میلی‌لیتری انتقال یافته و سپس با بوتانول-۱ به حجم رسانده شد. ۵ میلی‌لیتر از مخلوط فوق به لوله‌های خشک درب‌دار وارد شده و به آن ۵ میلی‌لیتر از معرف TBA افزوده گردید (معرف TBA به وسیله حل شدن ۲۰۰ میلی‌گرم از TBA در ۱۰۰ میلی‌لیتر حلال بوتانول-۱)

۰/۰۵ درصد استفاده گردید. نمودارها و جداول نیز با استفاده از Excel ترسیم شدند. برای ارزیابی حسی از آزمون غیرپارامتریک Friedman test استفاده گردید.

۳- نتایج

میزان pH در بین تیمارهای ماهی شوریده فیله، شکم خالی و شکم پر در کل طول دوره نگهداری اختلاف معنی داری مشاهده نشد ($P > 0.05$). میزان pH در طول دوره نگهداری در همه تیمارهای ماهی شوریده فیله، شکم خالی و شکم پر روند صعودی داشته است. به طوری که کمترین میزان pH در همه تیمارها مربوط به ماه صفر و بیشترین مقدار در هر سه تیمار مربوط به ماه چهارم می باشد.

رقتی تا 10^{10} تهیه گشت. شمارش باکتری‌های سرمادوست در محیط کشت پلیت کانت آگار در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۷ روز صورت گرفت. تعداد باکتری به صورت Log cfu/g بیان شد.

جهت ارزیابی حسی، مطابق روش Ojagh [۱۲] انجام شد. ارزیابی نمونه‌ها توسط ۶ فرد که قبل از تست نمونه‌ها آموزش دیدند و با معیار ۵ امتیازی انجام پذیرفت. امتیاز ۵ دارای بافت: سفت و محکم، بوی: مطبوع، رنگ: طبیعی و پذیرش کلی: کاملاً مطلوب، و امتیاز ۱ دارای بافت: خیلی نرم، بوی: کاملاً نامطبوع، رنگ: کاملاً بی رنگ و پذیرش کلی: کاملاً مطلوب است. تجزیه و تحلیل آماری بوسیله آنالیز (ANOVA One-way) یکطرفه با استفاده از نرم افزار Spss ۲۰ انجام شد و جهت تعیین اختلاف معنی داری بین داده‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (Duncan's test) با سطح معنی داری

Table 1 The pH of the *Otolithes ruber* (whole, gutted and fillets) in vacuum packaging at -18°C

Time(month)	0	1	2	3	4
Treatment					
fillet	6.05±0.07 ^{aA}	6.11±0.01 ^{aA}	6.15±0.01 ^{aA}	6.23±0.01 ^{aA}	6.23±0.05 ^{aA}
gutted	5.89±0.01 ^{aA}	6.15±0.02 ^{aA}	6.15±0.02 ^{aA}	6.25±0.02 ^{aA}	6.32±0.04 ^{aA}
whole	6.10±0.06 ^{aA}	6.17±0.02 ^{aA}	6.17±0.01 ^{aA}	6.24±0.04 ^{aA}	6.32±0.03 ^{aA}

Different lowercase letters within the same row indicate the significant difference ($p < 0.05$). Different uppercase letters within the same column in the same storage time indicate the significant differences ($p < 0.05$).

معنی دار مشاهده شد ($P < 0.05$). میزان مواد ازته فرار در طول دوره نگهداری، روند صعودی داشت. روند افزایش میزان مواد ازته فرار در ماهی شکم پر بیشتر بوده است به طوری که در پایان دوره نگهداری به ۲۶/۷۲ میلی گرم در ۱۰۰ گرم رسیده است. فیله ماهی روند کندی در طول دوره داشته به طوری که در پایان دوره به ۲۳/۹۱ میلی گرم در ۱۰۰ گرم رسیده است.

میزان مواد ازته فرار در همه تیمارهای مختلف طی ماه‌های مختلف ماهی شوریده در طول دوره نگهداری در ماه‌های صفر، اول، دوم، سوم، چهارم اختلاف معنی داری مشاهده شد ($P < 0.05$). میزان مواد ازته فرار در هر سه تیمار در ماه صفر اختلاف معنی داری مشاهده نشد ($P > 0.05$). اما در ماه‌های اول، دوم، سوم و چهارم بین تیمارهای مختلف اختلاف

Table 2 The TVN (mg/100g) of the *Otolithes ruber* (whole, gutted and fillets) in vacuum packaging at -18°C

Time(month)	0	1	2	3	4
Treatment					
fillet	10.11±0.17 ^{aA}	12.76±0.97 ^{aB}	18.75±0.48 ^{aC}	21.54±1.24 ^{aD}	23.91±0.21 ^{aE}
gutted	9.79±0.06 ^{aA}	13.83±0.27 ^{aB}	17.80±0.33 ^{aC}	19.70±0.93 ^{bD}	25.11±0.50 ^{bE}
whole	10.46±0.20 ^{aA}	15.33±0.98 ^{bB}	18.60±0.99 ^{aC}	21.78±0.72 ^{aD}	26.72±1.02 ^{bE}

Different lowercase letters within the same row indicate the significant difference ($p < 0.05$). Different uppercase letters within the same column in the same storage time indicate the significant differences ($p < 0.05$).

است به طوری که کمترین میزان FFA در همه تیمارها در ماه صفر و بیشترین میزان آن در همه تیمارها در ماه چهارم بدست آمد. میزان FFA در ماهی شوریده شکم پر در طول دوره نگهداری روند سریعتری داشت.

میزان اسیدهای چرب آزاد در طول دوره نگهداری در همه تیمارهای ماهی شوریده فیله، شکم خالی و شکم پر اختلاف معنی دار داشتند ($P < 0.05$). میزان اسیدهای چرب آزاد در همه تیمارهای مختلف در طول دوره نگهداری روند افزایشی داشته

Table 3 The FFA (%) of the *Otolithes ruber* (whole, gutted and fillets) in vacuum packaging at -18°C

Time(month) / Treatment	0	1	2	3	4
fillet	0.42±0.01 ^{aA}	0.62±0.03 ^{aB}	0.73±0.04 ^{aC}	1.08±0.04 ^{aD}	1.21±0.07 ^{aD}
gutted	0.48±0.03 ^{bA}	0.67±0.04 ^{bB}	0.74±0.10 ^{aC}	1.10±0.02 ^{aD}	1.30±0.05 ^{aD}
whole	0.50±0.02 ^{cA}	0.62±0.02 ^{aB}	0.77±0.07 ^{bC}	1.17±0.03 ^{aD}	1.37±0.07 ^{aD}

Different lowercase letters within the same row indicate the significant difference ($p < 0.05$). Different uppercase letters within the same column in the same storage time indicate the significant differences ($p < 0.05$).

مقایسه با دو تیمار دیگر روند کندتری داشته است. میزان پراکسید در طول دوره نگهداری در تیمارهای ماهی شوریده فیله، شکم خالی و شکم پر اختلاف معنی داری مشاهده شد ($P < 0.05$). میزان پراکسید در ماه صفر در بین سه تیمار ماهی شوریده فیله، شکم خالی و شکم پر اختلاف معنی داری نداشتند ($P > 0.05$). اما این میزان در ماه های اول، دوم، سوم و چهارم بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی دار داشت ($P < 0.05$). میزان پراکسید در طول دوره نگهداری در ماه های صفر، اول، دوم، سوم، چهارم در همه تیمارهای ماهی روند صعودی داشت.

میزان تیوباریتوریک اسید در همه تیمارهای مختلف ماهی شوریده در طول دوره نگهداری در ماه های صفر، اول، دوم، سوم، چهارم اختلاف معنی داری داشتند ($P < 0.05$). میزان TBA در کل دوره نگهداری در همه تیمارهای ماهی شوریده روند صعودی داشته و کمترین میزان TBA در تمامی تیمارها در ماه صفر و بیشترین میزان آن در ماه چهارم بدست آمد. میزان تیوباریتوریک اسید در ماه صفر در تیمارهای ماهی شوریده فیله و شکم خالیبا شکم پر اختلاف معنی داری مشاهده شد ($P < 0.05$). میزان TBA در تیمار ماهی فیله در

Table 4 The TBA (mg MDA/kg) of the *Otolithes ruber* (whole, gutted and fillets) in vacuum packaging at -18°C

Time(month) / Treatment	0	1	2	3	4
fillet	0.56±0.01 ^{aA}	0.70±0.04 ^{aB}	0.90±0.01 ^{aC}	1.30±0.03 ^{aD}	1.38±0.02 ^{aD}
gutted	0.56±0.02 ^{aA}	0.74±0.02 ^{bB}	0.89±0.01 ^{aC}	1.22±0.01 ^{aD}	1.45±0.06 ^{aD}
whole	0.59±0.02 ^{bA}	0.71±0.05 ^{aB}	0.89±0.01 ^{bC}	1.36±0.01 ^{aD}	1.53±0.03 ^{aD}

Different lowercase letters within the same row indicate the significant difference ($p < 0.05$). Different uppercase letters within the same column in the same storage time indicate the significant differences ($p < 0.05$).

Table 5 The PV (meq/kg) of the *Otolithes ruber* (whole, gutted and fillets) in vacuum packaging at -18°C

Time(month) / Treatment	0	1	2	3	4
fillet	0.89±0.01 ^{aA}	1.41±0.02 ^{aB}	2.71±0.04 ^{aC}	3.60±0.02 ^{aD}	5.07±0.14 ^{aE}
gutted	0.89±0.02 ^{aA}	1.24±0.02 ^{aB}	2.26±0.03 ^{aB}	3.69±0.04 ^{aD}	4.95±0.12 ^{aD}
whole	0.89±0.02 ^{aA}	1.40±0.06 ^{aB}	2.82±0.07 ^{aC}	3.84±0.04 ^{aD}	5.45±0.09 ^{aE}

Different lowercase letters within the same row indicate the significant difference ($p < 0.05$). Different uppercase letters within the same column in the same storage time indicate the significant differences ($p < 0.05$).

دوست در طول دوره نگهداری در فیله روند افزایشی داشته به طوری که کمترین میزان آن در ماه صفر و بیشترین میزان آن در ماه چهارم بدست آمد. کمترین میزان باکتری‌های سرمادوست در هر سه تیمار در ماه صفر و بیشترین میزان آن در ماهی شوریده فیله در ماه چهارم بدست آمد.

میزان باکتری‌های سرمادوست در بین سه تیمار فیله، شکم خالی و شکم پر در کل طول دوره نگهداری اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ($P < 0.05$). میزان باکتری‌های سرمادوست در ماه صفر در بین هر سه تیمار ماهی شوریده اختلاف معنی‌داری نداشتند ($P > 0.05$). میزان باکتری‌های سرما

Table 6 The PTC (Log cfu/g) of the *Otolithes ruber* (whole, gutted and fillets) in vacuum packaging at -18°C

Time(month)	0	1	2	3	4
Treatment					
fillet	3.13±0.65 ^{AA}	3.46±0.85 ^{AA}	5.10±0.40 ^{AB}	5.66±0.55 ^{AD}	6.53±2.91 ^{BC}
gutted	2.70±1.45 ^{AA}	4.26±0.60 ^{BB}	5.03±0.11 ^{AB}	6.60±1.70 ^{AD}	7.76±0.30 ^{BC}
whole	3.40±1.94 ^{AA}	5.30±3.10 ^{BB}	6.03±0.40 ^{BC}	7.80±0.55 ^{BC}	8.06±0.25 ^{AC}

Different lowercase letters within the same row indicate the significant difference ($p < 0.05$). Different uppercase letters within the same column in the same storage time indicate the significant differences ($p < 0.05$).

[۱۷]. امتیاز بافت، بو، رنگ و پذیرش کلی نمونه‌ها در سوم نگهداری به کمتر از ۴ (عدم مقبولیت) رسید. اندازه‌گیری تغییرات حسی نشان داد که با افزایش زمان نگهداری از میزان مطلوبیت آنها کاسته شد ولی میزان کاهش مطلوبیت در تیمارهای ماهی شکم پر نسبت به ماهی فیله و شکم خالی بیشتر بود. تیمارهای ماهی شوریده فیله و شکم‌خالی تا پایان ماه چهارم نگهداری امتیاز ۴ را داشتند و قابل مصرف بودند.

طبق جدول ۷ ارزیابی حسی (رنگ، بو، بافت و طعم و مزه) در همه تیمارها کاهش یافت و اختلاف معنی‌داری در بین تیمارها مشاهده شد ($P < 0.05$). در ابتدای دوره نگهداری، همه تیمارهای ماهی شوریده از لحاظ شاخص‌های حسی تفاوت معنی‌داری نداشت ($P > 0.05$). اما در ماه‌های دوم، سوم و چهارم بین تیمارهای مختلف ماهی شوریده اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ($P < 0.05$). نمونه‌های ماهی تا زمانی برای مصارف انسانی مناسب هستند که امتیاز حسی از ۴ کمتر نشده باشد.

Table 7 The Sensory evaluation of the *Otolithes ruber* (whole, gutted and fillets) in vacuum packaging at -18°C

Sensory properties	Time(month)	0	1	2	3	4
	Treatment					
Odor 1-5	fillet	5±2.45 ^{AA}	5±2.79 ^{AA}	5±2.49 ^{AA}	4±2.39 ^{AB}	4±1.87 ^{AC}
	gutted	5±1.62 ^{AA}	5±2.78 ^{AA}	5±2.59 ^{AA}	4±2.55 ^{AB}	2±2.46 ^{AC}
	whole	5±2.07 ^{AA}	5±2.25 ^{AA}	4±1.78 ^{AA}	3±2.61 ^{AB}	2±2.38 ^{BB}
Color 1-5	fillet	5±1.65 ^{AA}	5±1.49 ^{AA}	5±2.27 ^{AA}	4±1.29 ^{AA}	3±1.68 ^{AA}
	gutted	5±2.76 ^{AA}	5±1.34 ^{AA}	5±2.58 ^{AA}	4±2.08 ^{AA}	2±1.29 ^{AA}
	whole	5±1.20 ^{AA}	5±1.82 ^{AA}	4±1.92 ^{AA}	4±2.40 ^{AA}	2±0.97 ^{BB}
Tissue 1-5	fillet	5±1.91 ^{AA}	5±2.43 ^{AA}	5±1.25 ^{AA}	4±1.81 ^{AA}	4±1.95 ^{AA}
	gutted	5±1.73 ^{AA}	5±2.78 ^{AA}	4±1.82 ^{AA}	4±1.86 ^{BB}	2±1.97 ^{BB}
	whole	5±1.37 ^{AA}	5±1.55 ^{AA}	5±1.85 ^{AA}	3±1.29 ^{AA}	2±1.27 ^{BB}
Taste 1-5	fillet	5±3.54 ^{AA}	5±3.12 ^{AA}	5±2.75 ^{AA}	4±2.50 ^{AA}	3±1.66 ^{CC}
	gutted	5±2.25 ^{AA}	5±1.45 ^{AA}	4±2.88 ^{AA}	4±1.35 ^{BB}	1±1.41 ^{CC}
	whole	5±3.06 ^{AA}	5±1.74 ^{AA}	5±2.96 ^{AA}	3±1.29 ^{CB}	1±1.10 ^{DC}

Different lowercase letters within the same row indicate the significant difference ($p < 0.05$). Different uppercase letters within the same column in the same storage time indicate the significant differences ($p < 0.05$).

۴- بحث

عملکرد آنزیم‌های پروتئولیتیک، میزان آمین‌های آزاد افزایش می‌یابد که سبب افزایش میزان pH در نمونه‌ها می‌گردد [۱۳].

میزان pH پس از مرگ ماهی بر اثر تولید اسیدلاکتیک حاصل از گلیکولیز کاهش می‌یابد و با افزایش مدت نگهداری به دلیل

میزان این شاخص‌ها در طول دوره نگهداری در همه تیمارهای ماهی، فیله، شکم خالی و شکم پر روند صعودی داشت. نتایج حاصل با نتایج Shabanpor و همکاران [۱۴] با اندازه‌گیری تاثیر روش‌های مختلف آماده‌سازی اولیه (کامل، شکم خالی و فیله شده) بر کیفیت و مدت ماندگاری ماهی قزل‌آلای رنگین کمان در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد همخوانی دارد. در هر حال pH ماهی پس از مرگ بر اساس فصل، گونه و فاکتورهای دیگر از ۶-۷ تغییر می‌کند [۱۵ و ۱۶]. pH در فرآورده‌های شیلاتی به عنوان شاخص فساد تلقی می‌گردد و pH بالاتر از ۷ در فیله ماهیان نشان دهنده فساد است [۱۶]. در این تحقیق میزان pH در طول دوره نگهداری در هر سه تیمار ماهی، فیله، شکم خالی و شکم‌پر، به ترتیب 6.32 ± 0.05 درصد، 6.32 ± 0.03 درصد و 6.32 ± 0.01 درصد رسیدند که از حد مجاز تعیین شده فراتر نرفت [۱۵ و ۱۶]. افزایش pH در فیله‌های ماهی شوریده بسته‌بندی شده در شرایط تحت خلأ روند کاهشی داشت که این می‌تواند به دلیل تولید دی‌اکسیدکربن باشد که از بافت صورت می‌گیرد [۱۷] و یا به دلیل ایجاد محیط بی‌هوازی در بسته‌بندی در خلأ باشد. نتایج حاصل از این تحقیق با مطالعه Arashisar [۱۵] که بر روی ماندگاری فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان انجام شد دریافتند که از روز دوازدهم تا پایان دوره نگه‌داری pH تیمار بسته بندی شده در خلأ کمتر از بسته بندی معمولی بود و Shabanpor و همکاران [۱۴] با تاثیر روش‌های مختلف آماده‌سازی اولیه (کامل، شکم خالی و فیله شده) بر کیفیت و مدت ماندگاری ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد و همچنین با نتایج Rong [۱۸] که روی ویژگی‌های میکروبی، شیمیایی و حسی بر ماهی تیلایپا (*Oreochromis niloticus*) (کامل، شکم خالی و فیله) در دمای یخچال انجام شد دریافتند که نمونه ماهی کامل کمترین مقدار pH را در طول نگهداری داشت که با مطالعه حاضر همخوانی دارد.

میزان کل بازهای نیتروژنی فرار TVB-N از شاخص‌های تشخیص تازگی ماهی می‌باشد [۲۰]. مواد ازته فرار دامنه وسیعی از ترکیبات بازی فرار مانند متیل‌آمین، دی‌متیل‌آمین، تری‌متیل‌آمین و آمونیاک را دربرمی‌گیرد که در ماهیان آب شیرین سهم بیشتر این مقدار مربوط به آمونیاک است. سطوح

این ترکیبات در گونه‌های مختلف فرق می‌کند [۲۱]. میزان مواد ازته فرار در همه تیمارهای مختلف ماهی در طول دوره نگهداری در ماه‌های اول تا چهارم اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ($P < 0.05$) و همچنین میزان مواد ازته فرار در طول دوره روند صعودی داشت. مقادیر بالای بار باکتریایی تیمارها سبب اتولیز بیشتر ترکیباتی نظیر تری‌متیل‌آمین اکسیدها، پپتیدها و آمینواسیدها و افزایش بیشتر میزان TVB-N می‌گردد [۲۲]. روند افزایش میزان مواد ازته فرار در ماهی شکم پر بیشتر بوده است، به طوری که در پایان دوره نگهداری به ۲۶/۷۲ درصد رسید ولی تیمار فیله روند کندی در طول دوره داشت به طوری که در پایان دوره به ۲۳/۹۱ درصد رسید. Hedayatifard و همکاران [۲۲] دریافتند که مجموع ازت های فرار در اردک ماهی شکم پر در دمای ۱۸- درجه سلسیوس از 9.91 ± 0.12 به 22.31 ± 0.2 میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم در اردک ماهی شکم خالی به 24.78 ± 0.50 میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم افزایش یافت که با مطالعه حاضر همخوانی دارد. تعدادی از محققان حد قابل قبول برای TVB-N را در ماهیان تازه ۳۰ میلی‌گرم در نظر گرفته‌اند [۲۵ و ۲۴]. در این تحقیق میزان TVN در طول دوره نگهداری در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد در همه تیمارها از حد مجاز تعیین شده فراتر نرفت. در ماهیان پس از مرگ به علت وجود آنزیم‌های هیدرولیز کننده چربی، میزان اسیدهای چرب آزاد به مقدار زیادی افزایش می‌یابد [۲۶]. بنابراین اندازه‌گیری FFA شاخص خوبی برای بیان تاثیر آنزیم‌های لیپولیتیک در چربی ماهی و فرآورده‌های گوشتی دیگر است [۲۷]. اگرچه بر اساس گزارش‌های موجود میزان FFA به طور مستقیم باعث افت کیفیت محصول نمی‌شود [۲۸]، اما این اسیدهای چرب آزاد می‌توانند در فرآیند اکسیداسیون چربی شرکت کنند [۲۹] افزایش اکسیداسیون چربی، گسترش طعم نامطلوب، تسریع در فساد و کاهش کیفیت محصول و دناتوراسیون پروتئین از نتایج افزایش FFA در ماهیان نگهداری شده در یخ می‌باشد [۳۰]. مقدار FFA به مدت زمان نگهداری و درجه حرارت نگهداری، نوع ماهیچه، گونه‌ها، مقدار چربی و فصل بستگی دارد [۳۱]. میزان

میزان این شاخص‌ها در طول دوره نگهداری در همه تیمارهای ماهی، فیله، شکم خالی و شکم پر روند صعودی داشت. نتایج حاصل با نتایج Shabanpor و همکاران [۱۴] با اندازه‌گیری تاثیر روش‌های مختلف آماده‌سازی اولیه (کامل، شکم خالی و فیله شده) بر کیفیت و مدت ماندگاری ماهی قزل‌آلای رنگین کمان در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد همخوانی دارد. در هر حال pH ماهی پس از مرگ بر اساس فصل، گونه و فاکتورهای دیگر از ۶-۷ تغییر می‌کند [۱۵ و ۱۶]. pH در فرآورده‌های شیلاتی به عنوان شاخص فساد تلقی می‌گردد و pH بالاتر از ۷ در فیله ماهیان نشان دهنده فساد است [۱۶]. در این تحقیق میزان pH در طول دوره نگهداری در هر سه تیمار ماهی، فیله، شکم خالی و شکم‌پر، به ترتیب 6.32 ± 0.05 درصد، 6.32 ± 0.03 درصد و 6.32 ± 0.01 درصد رسیدند که از حد مجاز تعیین شده فراتر نرفت [۱۵ و ۱۶]. افزایش pH در فیله‌های ماهی شوریده بسته‌بندی شده در شرایط تحت خلأ روند کاهشی داشت که این می‌تواند به دلیل تولید دی‌اکسیدکربن باشد که از بافت صورت می‌گیرد [۱۷] و یا به دلیل ایجاد محیط بی‌هوازی در بسته‌بندی در خلأ باشد. نتایج حاصل از این تحقیق با مطالعه Arashisar [۱۵] که بر روی ماندگاری فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان انجام شد دریافتند که از روز دوازدهم تا پایان دوره نگه‌داری pH تیمار بسته بندی شده در خلأ کمتر از بسته بندی معمولی بود و Shabanpor و همکاران [۱۴] با تاثیر روش‌های مختلف آماده‌سازی اولیه (کامل، شکم خالی و فیله شده) بر کیفیت و مدت ماندگاری ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد و همچنین با نتایج Rong [۱۸] که روی ویژگی‌های میکروبی، شیمیایی و حسی بر ماهی تیلایپا (*Oreochromis niloticus*) (کامل، شکم خالی و فیله) در دمای یخچال انجام شد دریافتند که نمونه ماهی کامل کمترین مقدار pH را در طول نگهداری داشت که با مطالعه حاضر همخوانی دارد.

میزان کل بازهای نیتروژنی فرار TVB-N از شاخص‌های تشخیص تازگی ماهی می‌باشد [۲۰]. مواد ازته فرار دامنه وسیعی از ترکیبات بازی فرار مانند متیل‌آمین، دی‌متیل‌آمین، تری‌متیل‌آمین و آمونیاک را دربرمی‌گیرد که در ماهیان آب شیرین سهم بیشتر این مقدار مربوط به آمونیاک است. سطوح

کمتر و این میزان کمتر از حد مجاز استاندارد به دست آمد. طبق گزارش Auburg [۳۲] در زمانی که مالون آلدئیدها بتوانند با سایر ترکیبات بدن ماهی واکنش انجام دهند، مقدار TBA ممکن است نشان دهنده درجه واقعی اکسیدشدن چربی‌ها نباشد. در مطالعه حاضر با مقایسه بین تیمارهای مختلف طی مدت نگهداری نشان داد که روند افزایش در ماهی فیله روند کندتری داشت و در انتهای دوره با دیگر تیمارها دارای اختلاف معنی‌دار بود ($P < 0/05$).

اکسیداسیون چربی‌ها علت اولیه فساد ماهی است و بستگی به فاکتورهای مختلفی از جمله گونه، میزان چربی و شرایط نگهداری دارد. پیشرفت تند شدن در ماهی را می‌توان با افزایش پراکسید و تیوباربتوریک اسید فهمید [۳۳]. میزان پراکسید در تیمار ماهی شکم پر در طول دوره نگهداری در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد نسبت به دو تیمار دیگر روند سریعتری داشته است، که بیانگر پیشرفت تندی در هنگام نگهداری ماهیان می‌باشد [۳۵]. به طور کلی اکسیداسیون بین اکسیژن و مواد دیگر از سطح غذا شروع می‌شود [۳۵]. در ماهیان شکم‌پر اکسیداسیون از طریق آنزیم‌های موجود در امعاء و احشا و سطح بدن شروع شده و روند سریع‌تری نسبت به تیمار فیله نشان داد. پراکسیدها ترکیباتی بدون طعم و بو هستند و نمی‌توانند به وسیله مصرف‌کنندگان تشخیص داده شوند [۴]. محصولات اولیه اکسیداسیون چربی‌ها هیدروپراکسیدها هستند که ترکیباتی ناپایدارند و نقشی در طعم نامطلوب ماهی ندارند ولی پس از تجزیه موادی شامل آلدئیدها، کتون‌ها، الکل‌ها، هیدروکربن‌ها، استرها، فوران‌ها و لاکتون‌ها را به وجود می‌آورند که آنها سبب طعم نامطلوب می‌شوند [۳۴]. میزان عدد پراکسید قابل قبول پیشنهادی ۲۰-۱۰ میلی‌اکی‌والان پراکسید در کیلوگرم چربی ارائه شده است [۳۶] که نتایج به دست آمده در ماهی فیله، شکم خالی و شکم پر در طول ۴ ماه نگهداری در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد در این تحقیق پایین‌تر از استاندارد اعلام شده می‌باشد که با نتایج هدایتی فرد و همکاران [۲۲] همخوانی دارد.

اسیدهای چرب آزاد در همه تیمارهای مختلف در طول دوره نگهداری روند افزایشی داشت و همچنین میزان FFA در ماهی شکم پر در طول دوره نگهداری روند سریعتری داشت که با نتایج شعبان‌پور و همکاران همخوانی دارد. اسیدهای چرب آزاد می‌توانند در فرآیند اکسیداسیون چربی شرکت کنند [۲۹]. افزایش اکسیداسیون چربی، گسترش طعم نامطلوب، تسریع در فساد و کاهش کیفیت محصول و دناتوراسیون پروتئین از نتایج افزایش FFA در ماهیان نگهداری شده در یخ می‌باشد [۲۸].

شاخص TBA مربوط به اندازه‌گیری میزان مالون در آلدئید است که محصول ثانویه اکسیداسیون اسیدهای چرب چند غیر اشباع است. افزایش مقدار تیوباربتوریک اسید طی نگهداری در یخچال ممکن است ناشی از دهیدروژنه شدن جزئی بافت ماهی و افزایش اکسیداسیون اسیدهای چرب غیراشباع باشد. از آنجایی که شاخص TBA برای ارزیابی سطح اکسیداسیون چربی و در محصولات مشتق از ماهیان محسوب می‌شوند. همان طور که در جدول ۴ نشان داده شده تغییرات میزان TBA در نمونه های ماهی شوریده در طی ۴ ماه نگهداری نشان داد که با افزایش مدت زمان نگهداری، میزان TBA اندازه‌گیری شده افزایش یافت به طوری که مقدار TBA ماهی فیله کمتر بود که می‌تواند به علت در معرض قرار گرفتن چربی‌ها با اکسیژن اتمسفر در تیمارهاست که اکسیداسیون را سرعت می‌بخشد. روند افزایش TBA در طی نگهداری ممکن است به دلیل افزایش آهن آزاد و پراکسیدان‌ها در ماهیچه ماهی نیز باشد. نتایج فوق با نتایج Aubourg and Lehmann [۲۶] روی (*Trachurus trachurus*) کامل و فیله در حالت منجمد همخوانی داشت. مقدار بالاتر از ۴-۳ میلی‌گرم مالون آلدئید در کیلوگرم کیفیت پایین محصول را نشان می‌دهد [۳۱]. در مطالعه حاضر میزان TBA در تمامی تیمارها در طول ۴ ماه نگهداری در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد، از حد مجاز تعیین شده فراتر نرفت. Shabanpor و همکاران [۱۴] دریافتند که میزان TBA در تیمارهای مختلف افزایش یافت و در ماه چهارم نگهداری، مقادیر این متغیرها در تیمار کامل

حسی ماهی شوریده فیله، شکم خالی و شکم پر در طی ۴ ماه نگهداری در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد نشان داد که با افزایش زمان نگهداری از میزان مطلوبیت آنها کاسته شد ولی میزان کاهش مطلوبیت در تیمارهای ماهی شکم پر نسبت به ماهی فیله و شکم خالی بیشتر بود. در تحقیق Aubourg و همکاران [۴۰] که کاهش کیفیت مربوط به توسعه تندی را در طول نگهداری به صورت منجمد در یال اسبی (*Trachurus trachurus*) به صورت دو شکل کامل و فیله بررسی کردند، ماندگاری فیله یک ماه تعیین شد، در حالی که ماهی کامل در همان دما هنوز تا ۵ ماه قابل پذیرش بود. Orak و همکاران [۴۱] با ارزیابی تیمارها در سه گونه ماهی طی ۹ ماه نگهداری در فریزر، به طور میانگین بیشترین امتیاز رنگ را در فیله، بیشترین امتیاز بو، طعم و بافت را در تیمار شکم خالی گزارش نمودند که با نتایج ارزیابی حسی تحقیق حاضر همخوانی داشت.

۵- نتیجه‌گیری کلی

بر اساس ارزیابی آزمایشات میکروبی و شاخص‌های فساد شیمیایی، ماهی به صورت فیله بسته‌بندی شده در خلاء در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد توانست تا ۴ ماه ماندگاری خود را حفظ کند. نتایج ارزیابی حسی نشان داد که این تیمار تا ماه چهارم توانست امتیازات مطلوب را برای بافت و بو تا ماه سوم برای رنگ و مزه کسب کند.

۶- منابع

- [1] Ozogul, F., Polat, A. and Ozogul, Y. 2004. The effects of modified atmosphere packaging and vacuum packaging on chemical, sensory and microbiological changes of *Sardina plichardus*. Journal of Food Chemistry. 85, 49-57.
- [2] Perez-Alonso, F., Aubourg, S. P., Rodriguez, O. and Barros-Velazquez, J. 2004. Shelf life extension of Atlantic pomfret *Brama brama* fillets by packaging

ارزیابی بار میکروبی و فعالیت آنها، با توجه به تاثیر مهمی که این عامل بر روی تخریب و فساد ماهی دارد می‌تواند یکی از عوامل مهم در ارزیابی کیفی ماهی محسوب شود [۴]. نتایج این مطالعه نشان داد که میزان باکتری‌های سرمادوست تا ماه سوم نگهداری روند افزایشی داشت و در ماه چهارم نگهداری ماهیان در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد در ماهی شکم پر کاهش یافت. محدوده فساد باکتری‌های سرمادوست در فرآورده‌هایی چون فیله ماهی 10^{10} Log cfu/g است [۱۷]. در این تحقیق تیمارهای ماهی فیله تا پایان دوره نگهداری، ماهی شکم خالی تا ماه سوم و تیمار ماهی شکم پر تا ماه اول قابل مصرف بودند که به ترتیب $8.06, 7.76, 6.53$ log cfu/g بودند و بعد از آن از حد مجاز استاندارد آن که $v \log cfu/g$ است فراتر رفتند. غیر قابل مصرف بودن تیمار شکم‌پر به فساد ناشی از باکتری‌های موجود در دستگاه گوارش و باکتری‌های سطحی مربوط می‌شود، که روند سریعتری نسبت به تیمار فیله و شکم‌خالی داشته است. همچنین نتایج مشابهی در ارتباط با افزایش میزان بار میکروبی با افزایش مدت ماندگاری در مطالعات Babic و همکاران [۳۸] گزارش شده است. همچنین Ozogul و همکاران [۱] گزارش کردند که با افزایش مدت ماندگاری ماهی ساردین میزان بار میکروبی در این ماهی افزایش می‌یابد. همچنین نتایج این مطالعه با نتایج Hedayatifard و همکاران [۲۲] بر روی تغییرات میکروارگانیسم‌های هوازی در فیله ازون برون تازه نگهداری شده در شرایط اتمسفر اصلاح شده و تحت خلأ داشت. عمده نقش باکتری‌ها در فساد ماهی، آمین‌زدایی اسیدهای آمینه آزاد و تولید ترکیبات نیتروژنی فرار می‌باشد، که علاوه بر کاستن از ارزش غذایی ماهی، بو و طعم نامطبوعی به آن می‌دهد [۳۷].

ارزیابی حسی به عنوان یکی از روش‌های مناسب جهت سنجش کیفیت ماهیان و به عنوان روشی مناسب برای برآورد عمر ماندگاری ماهی طی دوره نگهداری است [۳۸]. به طور کلی بوی نامطلوب ماهیان بر اثر فساد چربی و تشکیل ترکیب‌های با وزن مولکولی پایین، تغییر در ترکیب تری متیل آمین اکسید و تخریب پروتئین‌ها می‌باشد [۳۹]. اندازه‌گیری تغییرات

- [13] Hedayatifard, M. and Aroujalian, A. R. 2010. Improvement of shelflife for stellate sturgeon fillet *Acipenser stellatus* under Modified Atmosphere Packaging (MAP) and vacuum conditions. Iranian Scientific Fisheries Journal. 19, 127-140.
- [14] Shabanpor, B., Sona Kalte, S. Ndimi, A., Golalipour, F., Azaribeh, M., Keyshams, M. and Namdar, M. 2016. Effect of initial preparation (full, empty stomach and fillets) on quality and shelf life of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* at temperature -18 °C. Food Science and Technology. 13, 55-65.
- [15] Arashisara, S., Hisara, O., Kayab, M. and Yanik, T. 2004. Effects of modified atmosphere and vacuum packaging on microbiological and chemical properties of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* fillets. International Journal of Food Microbiology 97. 71, 209–214.
- [16] Simeonidou, S., Govaris, A. and Vareltzis, K. 1998. Quality assessment of seven Mediterranean fish species during storage on ice. Food Res. Int. 30, 479–484.
- [17] Ashie, I. N. A., Smith, J. P. and Simpson, B. K. 1996. Spoilage and shelf-life extension of fresh fish and shellfish. Journal of Food Science and Nutrition. 36, 87-121.
- [18] Rong, C., Chang-hu, X., Liu, Q. and Bangzhong, Y. 2009. Microbiological, chemical and sensory assessment of (I) whole un-gutted, (II) whole gutted and (III) fileted tilapia (*Oreochromis niloticus*) during refrigerated storage. Int. J. Food Sci Tech, 44, 2243-2248.
- [19] Rezaei, M. and Hosseini, S. F. 2008. Quality assessment of farmed rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* during chilled storage. Journal of Food Science. 73, 93-96.
- [20] Cai, L., Cao, A., Li, T., Wu, X., Xu, Y. and Li, J. 2015. Effect of the Fumigating with Essential Oils on the Microbiological Characteristics and Quality Changes of Refrigerated turbot *Scophthalmus maximus* Fillets. Journal of Food Bioprocess Technology. 8, 844-853.
- [21] Zolfaghari, M., Shabanpour, B. and Fallahzadeh, E. 2013. Evaluation of chemical changes, microbiological and sensory fillet of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* to determine shelf-life of refrigerated during storage at 4 °C. Journal of Natural Resources. 8, 107 -119.
- [22] Hedayatifard, M. and Orojalyan, A. R. 2010. Increase of shelf-life fillets of under a vacuum-skin system. Journal of Food Research Technological. 218, 313-317.
- [3] Stamatis, N. and Arkoudelos, J. S. 2007. Effect of modified atmosphere and vacuum packaging on microbial, chemical and sensory quality indicators of fresh, filleted *Sardina pilchardus* at 3 °C. Journal of Food Science and Agriculture. 87, 1164–1171.
- [4] Hamzeh, A. and Rezaei, M. 2010. Antioxidant and antibacterial effects of sodium alginate coating enriched with thyme essential oil on rainbow trout fillets during refrigerated storage. Journal of Food science and technology. 10, 11-20.
- [5] Mendes, R. and Goncalvez, A. 2008. Effect of soluble CO₂ stabilization and vacuum packaging in the shelf life of farmed sea bream and sea bass fillets. Journal of Food science and technology. 43, 1678-1687.
- [6] Sahoo, J., kawasra, R. K. and Hooda, S. 2004. Studies on a-tocopherol-acetate as antioxidant in chicken mince on its quality during refrigerated storage. Journal of Food Science Technol. 41, 140-243.
- [7] Fischer, W. and Bianchi, W. 1984. Marine resources service fishery resources and division. FAO Fisheries Department. Rome. Italy. pp 229-262.
- [8] Heydari, R., Bavandi, S. and Javadian, S. R. 2015. Effect of sodium alginate coating enriched with horse mint *Mentha longifolia* essential oil on the quality of bighead carp fillets during storage at 4°C. Food Science and Nutrition. 3, 188–194.
- [9] Egan, H., Kirk, R.S. and R., Sawyer. 1997. Pearsons chemical Analysis of Foods. 9th edition, Churchill Livingtone, Edingburgh. Scotland. UK. pp 609-643.
- [10] Parvaneh, V. 1998. Quality Control and the Chemical Analysis of Food, (4th Edition). University of Tehran Publication. 40, 250-325.
- [11] Etemadian, E., Shabanpour, B., Sadeghi Mahunak, A. S., Shabani, A. S., Yahyaei, M. and Dvrdyny S. t. 2011. The effect of vacuum packing on chemical, biological and sensory fillet of white fish *Rutilus frisii kutum* ice storage. Journal of Food Science and Technology. 10, 304-298.
- [12] Ojagh, S.M., Rezaei, M., Razavi, S.H. and Hosseini, S.M.H. 2012. Effect of antimicrobial coating on shelf-life extension of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Journal of Food Science and Technology, 30, 50-64.

- Iranian Journal of food Sciences Technol. 28, 323-35.
- [33] Serdaroglu, M. and Felekoglu, E. 2005. Effects of using rosemary extract and onion juice on oxidative stability of sardine *Sardina pilchardus* mince. Journal of Food Quality. 28, 109-120.
- [34] Özogul, Y., G. Özyurt., F. Özogul., Kuley, E. and Polat, A. 2005. Freshness assessment of European eel *Anguilla anguilla* by sensory, chemical and microbiological methods. Food Chem. 92, 745-751.
- [35] Aubourg, S.P., Rodriguez, A. and Gallardo, J.M. 2005. Rancidity development during frozen storage of mackerel (*Scorpaenidae*): effect of catching season and commercial presentation. European Journal of Lipid Science and Technology. 107, 316-323.
- [36] Karami, B., Moradi, Y., Motallebi, A. A., Hosseini, E. and Soltani, M. 2013. Effects of frozen storage on fatty acids profile, chemical quality indices and sensory properties of red tilapia *Oreochromis niloticus* × *Tilapia mosambicus* fillets. Iranian Scientific Fisheries. 10, 378-388.
- [37] AL- Bulushi, I. M., Kasapis, S., AL- Oufi, H. and AL- Mamari, S. 2005. Evaluating the quality and storage stability of the fish burgers during frozen storage. Journal of Fisheries Science. 71, 648- 654.
- [38] Babic, J. 2015. Effect of modified atmosphere packaging on the shelf-life of common carp *Cyprinus carpio* steaks. Procedia Food Science. 5, 2-5.
- [39] Taghizadeh Andevvari, G. H. and Rezaei, M. 2012. Application of gelatin coating incorporated with cinnamon essential oil on shelf life of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* fillet in refrigerated storage. Iranian Scientific Fisheries Journal. 40, 13-24.
- [40] Aubourg, S. P., Pineiro, C. and Gonzalez, M. J. 2004. Quality loss related to rancidity development during frozen storage of horse mackerel *Trachurus trachurus*. Journal of the American Oil Chemists' Society. 81, 671-678.
- [41] Orak, H. H. and Kayisoglu, S. 2008. Quality changes in whole, gutted and filleted three fish species *Gadus aeglefinus*, *Mugil cephalus*, *Engraulis encrasicolus* at frozen storage period (-26°C), Journal of Food Quality. 7, 15-28.
- Acipenser persicus* in MAP and vacuum packaging. Fisheries Science. 19, 127-140.
- [23] Bensid, A., Ucar, Y., Bendeddouche, B. and Ozogul, F. 2014. Effect of the icing with thyme, oregano and clove extracts on quality parameters of gutted and beheaded anchovy *Engraulis encrasicolus* during chilled storage. Food Chemistry. 145, 681-686.
- [24] Harpaz, S., Glatman, L., Drabkin, V. and Gelman, A. 2003. Effects of herbal essential oils used to extend the shelf life of fresh water reared Asian sea bass fish *Lates calcarifer*. Journal of Food Protection. 66, 410-417.
- [25] Sankar, T.V. and Raghunath, M.R. 1995. Effect of pre-freezing iced storage on the fraction of *Ariomma indica* during frozen storage. Fishery Technology. 32, 88-92.
- [26] Aubourg, P. S., Lehmann, I. and Gallardo, M. J. 2002. Effect of previous chilled storage on rancidity development in frozen horse mackerel *Trachurus trachurus*. Journal of the Science of Food and Agriculture. 82, 176-177.
- [27] Dragoev, S. G., Kiosev, D. D., Danchev, S. A., Ionchev, N. I. and Genv, N. S. 1998. Study on oxidative processes in frozen fish. Bulgarian Journal of Agricultural Science. 4, 55-65.
- [28] Shewfelt, R.L. 1981. Fish muscle lipolysis - A review. Journal of Food Biochemistry. 5, 79-100.
- [29] Ben-Gigirey, B., De Sousa, J. M., Villa, T. G., Barros-velazquez, J. 1999. Chemical changes and visual appearance of albacore tuna as related to frozen storage. *Journal of food science*. 64, 20-24.
- [30] Aubourg, S.P. 1999. Lipid damage detection during the frozen storage of an underutilized fish species. Food Research International. 32: 497-502.
- [31] Mahmoudzadeh, M., Motallebi, A. A., Hosseini, H., Khaksar, R., Ahmadi, H., Jenab, E., Shahraz, F. and Kamran, M. 2010. Quality changes of fish burgers prepared from deep flounder (*Pseudorhombus elevatus* Ogilby, 1912) with and without coating during frozen storage (-18). International Journal of Food Science and Technology. 45, 374-385.
- [32] Aubourg, S.P. 1993. Interaction of malondialdehyde with biological molecules new trends about reactivity and significance.

Comparison shelf life and sensory evaluation of *Otolithes ruber* (whole, gutted and fillet) in a vacuum packaging at -18°C

Ghafari Gosheh, G. ¹, Roomiani, L. ^{2*}

1. Department of Food Science and Technology, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

2. Department of Fisheries, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

(Received: 2017/05/11 Accepted: 2017/07/10)

The purpose of this study is to compare the shelf life of *Otolithes ruber* (whole, gutted and fillet) in a vacuum packaging during four months of storage in freezing condition at -18°C. The biochemical indicators (pH, free fatty acids, thiobarbituric acid, total volatile nitrogenous bases, peroxide), microbial and sensory evaluation assessments of the fish were carried out at the end of each month. According to the statistical results, with the increase of the shelf life, there was no significant difference between the pH in the studied treatments ($P > 0.05$). The content of TBA and FFA in all storage time had an ascending trend. The maximum change of TVB-N was related to the whole fish, so that it reached from 10.46 to 26.72 mg/100g at the end of the storage. In all the treatments, the level of PV didn't exceed the standard limit (10-20 mEq/kg). There were significant differences between the PTC count in the three treatments during this time ($P < 0.05$) and exceeded the standard limits of 7 log cfu/g by the end of the period. According to the sensory evaluation, the fillets had a suitable quality by the end of the fourth month of storage. According to the microbial experiments and the chemical spoilage indexes, the fish in the form of fillet, whole and gutted in a vacuum packaging at -18°C had a desirable quality by the end of the storage (4 months) and didn't exceed the reported standard limits.

Keywords: Shelf life, Sensory evaluation, *Otolithes ruber*.

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