

مقایسه ترکیبات شیمیایی، خصوصیات بافت و رنگ شانک *Acanthopagrus morrisoni* (کامل، شکم خالی، فیله شده) تحت تاثیر بسته بندی اتمسفر تغییر یافته در دمای ۱۸°C-

مهنوش خسروی زاده^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 پذیرش: ۹۶/۶/۲۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۰/۱۴

شناسه دیجیتال (DOI): [10.22113/jmst.2017.50241](https://doi.org/10.22113/jmst.2017.50241)

چکیده

در این مطالعه ماندگاری ماهی شانک (*Acanthopagrus morrisoni*) به صورت کامل، شکم خالی و فیله شده در بسته بندی اتمسفر تغییر یافته (۴۵ درصد CO₂، ۴۵ درصد N₂، ۵ درصد O₂) با اندازه گیری تغییرات ترکیبات شیمیایی و نیز شاخص های بافت و رنگ طی ۴ ماه در شرایط انجماد مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل نشان داد که تغییرات پروتئین، خاکستر و رطوبت بین تمامی تیمارها اختلاف معنی داری نداشت ($p > 0.05$). میزان چربی در تیمار ماهی کامل به طور معنی داری نسبت به سایر تیمارها کمتر بود (2.67 ± 0.10 درصد) ($p < 0.05$). همچنین میزان رطوبت تحت فشار روند کاهشی را در طول دوره نگهداری نشان داد و کمترین میزان مربوط به تیمار فیله شده و شکم خالی (به ترتیب ۰/۳۹ ± ۰/۲۲، ۰/۳۴ ± ۰/۲۲ درصد) بود. نتایج حاصل از این آزمایش کاهش معنی دار شاخص های بافت (فاکتورهای سختی، کشسانی، پیوستگی، صمغی و جویدن) در تیمارهای مورد مطالعه را نسبت به نمونه روز اول نشان داد ($p < 0.05$). با این حال کمترین میزان این شاخص ها در تیمار ماهی کامل مشاهده شد. همچنین نتایج ارزیابی تغییرات رنگ روند معنی دار افزایشی فاکتور b^* و نیز روند کاهشی فاکتورهای a^* و L^* را با افزایش مدت زمان ماندگاری نشان داد. با توجه به شاخص های بافت و فاکتورهای رنگ به نظر می رسد ماهی به شکل فیله و شکم خالی نسبت به تیمار کامل جهت بسته بندی اتمسفر تغییر یافته از شرایط بهتری در پایان دوره نگهداری برخوردار بود.

واژه های کلیدی: ماهی شانک، بسته بندی اتمسفر تغییر یافته، ماندگاری

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: 1.roomiani@yahoo.com

۱. مقدمه

غذا نقشی کلیدی در رشد و بقاء موجودات زنده دارد. با توجه به اینکه آبزیان دریایی منابعی سرشار از پروتئین، ویتامین‌های محلول در چربی و اسیدهای چرب چند غیراشباع امگا-۳ می‌باشند، استفاده از آنها در رژیم غذایی بسیار حائز اهمیت می‌باشد. امروزه نقش استفاده از این غذاها در پیشگیری از بیماری‌ها و کنترل آنها و کمک به بهبود اختلالات و عوارض مختلف غیر قابل انکار بوده و از اینرو توجه زیادی را به خود معطوف داشته‌اند (Perez-Alonso *et al.*, 2004). با این حال مستعد بودن گوشت ماهی برای تغییرات پس از مرگ و فسادپذیری بالای این محصولات نسبت به سایر فرآورده‌های گوشتی که از سرعت بالاتری نیز برخوردار می‌باشد، لزوم توجه به نگهداری و فرآوری درست این محصولات را بیش از پیش نشان می‌دهد. این مسئله ممکن است ناشی از ترکیب شیمیایی آنها و فعالیت باکتری‌ها باشد (Stamatis and Arkoudelos, 2007). نگهداری ماهی‌های صید شده در مجاورت هوا به طور معنی‌داری ماندگاری آنها را تحت تاثیر قرار می‌دهد که این امر می‌تواند ناشی از اثرات شیمیایی اتمسفر و رشد میکروارگانیسم‌های هوازی مولد فساد باشد. به همین دلیل نمی‌توان ماهی را بیش از ۱۲ الی ۱۵ ساعت در دمای محیط نگهداری کرد (Ozogul *et al.*, 2004; Shakila *et al.*, 2005).

انجماد به دلیل متوقف نمودن فرآیند رشد باکتریایی و نیز کاهش سرعت فعالیت‌های آنزیمی و شیمیایی به عنوان یکی از روش‌های مناسب نگهداری و عرضه ماهیان محسوب می‌شود. با این حال در طی فرآیند انجماد مقداری افت کیفیت در ماهی ایجاد می‌شود به طوری که بافت، طعم و رنگ گوشت ماهی در طی نگهداری طولانی مدت به حالت منجمد تغییر می‌کند. این امر می‌تواند ناشی از عوامل مهمی همچون پلیمریزاسیون، دامیناسیون، دکربوکسیلاسیون،

اکسیداسیون و هیدرولیز چربی‌ها باشد که در نهایت بر میزان پذیرش ماهی از نظر مصرف کننده مؤثر هستند چون کیفیت فرآورده‌های دریایی وابستگی نزدیکی به کیفیت پروتئین و چربی آنها دارد. با این حال فاکتورهای دیگری نیز همانند نوع گونه، اندازه، دما، شرایط فیزیکی، روش‌های صید، نوع روش عمل آوری بکار رفته برای آماده‌سازی ماده خام نیز بر مدت زمان ماندگاری ماهی تاثیرگذار می‌باشند. در این بین استفاده از روش‌های مختلف آماده‌سازی قبل از نگهداری مانند تخلیه امعاء و احشاء، فیله‌سازی و چرخ کردن ماهی از اهمیت بسزایی در بهبود مدت ماندگاری آن برخوردار است (Chytiri *et al.*, 2004). یکی دیگر از روش‌های افزایش مدت زمان ماندگاری ماهی و فرآورده‌های شیلاتی بکارگیری روش‌های مناسب بسته‌بندی است. جلوگیری از فساد و اکسیداسیون چربی ماهی، حفظ تازگی، تنوع مصرف، سهولت در انبارداری و حمل‌ونقل از اهداف مهم بسته‌بندی آبزیان است (Mashayekhi *et al.*, 2013) که نقش بسزایی در بازاریابی و نیز افزایش کیفیت محصول و توزیع آن در بازار مصرف دارد (Mendes and Goncalvez, 2008). از سوی دیگر استفاده از روش ترکیبی بسته‌بندی مناسب توام با کاهش درجه حرارت می‌تواند مدت زمان ماندگاری ماهی و آبزیان را با کاهش مدت زمان قرارگیری محصول در معرض شرایط نامناسب افزایش دهد (Hedayatifard *et al.*, 2010). از جمله این روش‌ها، بسته‌بندی اتمسفر تغییر یافته^۱ می‌باشد که سبب افزایش ماندگاری مواد غذایی شده و سبب تحول زیادی در نگهداری و توزیع مواد اولیه و نیز بازاریابی تولیدات غذایی شده است. با توسعه مواد مورد استفاده جهت بسته‌بندی MAP، ماشین‌آلات و تکنولوژی‌های مربوطه نسل آینده این نوع از بسته‌بندی می‌تواند سبب بهبود مدت ماندگاری غذا، خواص ارگانولپتیک، دربرگیری طیف بیشتری از

^۱ MAP: Modified Atmosphere Packaging

خالی، فیله‌شده) به صورت تک ماهی در هر بسته قرار گرفت و با استفاده از دستگاه بسته‌بندی MAP (مدل TRAY PACKING VNIT- p106) اتوماتیک بسته‌بندی شدند و سپس مخلوطی از گازها ۵۰ درصد نیتروژن، ۴۵ درصد دی‌اکسیدکربن، ۵ درصد اکسیژن به داخل بسته‌ها تزریق و دوخت کامل آنها انجام گردید. پس از بسته‌بندی نمونه‌ها جهت ارزیابی ترکیب عضله، بافت، رنگ و خصوصیات حسی درون سردخانه که درجه حرارت آن روی ۱۸- درجه سانتی‌گراد تنظیم شده بود نگهداری شدند. آزمایش‌ها طی ۴ ماه با سه تکرار (در هر تکرار دو ماهی) صورت گرفت.

اندازه‌گیری درصد رطوبت مطابق با روش AOAC (۱۹۹۰) انجام شد. اندازه‌گیری درصد چربی مطابق با روش Bligh و Dyer (۱۹۵۹) انجام شد. همچنین میزان پروتئین با استفاده از روش هضم، تقطیر و تیتراسیون کلدال و خاکستر به روش سوزاندن ۱ گرم نمونه در کوره الکتریکی در دمای ۵۵۰-۵۰۰ درجه سانتی‌گراد طبق روش AOAC (۱۹۹۰) انجام شد.

برای بررسی ویژگی‌های بافت نمونه‌ها، ابتدا نمونه‌ها به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق ($26 \pm 2^\circ\text{C}$) قرار داده شدند تا عمل هم دمایی انجام شود. سپس توسط دستگاه آنالیز بافت (Brook filed CT3, England) مجهز به پروب استوانه‌ای شفاف (قطر ۴ میلی‌متر) انجام شد. مقدار فاصله و سرعت نفوذ به ترتیب ۱۵ میلی‌متر و ۱ میلی‌متر در ثانیه تنظیم گردید (Jalili and Shekarabi, 2014).

پارامترهای رنگ نمونه‌ها توسط دستگاه رنگ‌سنج (Hunterlab Colorflex, USA) محاسبه شدند. به طوری که نمونه‌ها در پلیت استاندارد بی‌رنگ قرار داده شدند و فاکتورهای L^* از صفر (سیاه) تا ۱۰۰ (سفید) و a^* از ۸۰- (سبز) تا ۱۰۰ (قرمز) و b^* از ۸۰- (آبی) تا ۷۰ (زرد) برای هر یک از نمونه‌ها اندازه‌گیری شدند (Jalili and Shekarabi, 2014).

محصولات و نیز ایمنی مواد غذایی گردد (Church, 1994). انتخاب ترکیب گازهای این بسته بندی تحت تأثیر عواملی همچون فلور میکروبی، حساسیت محصولات به اکسیژن و دی‌اکسیدکربن و موارد مورد نیاز برای تثبیت رنگ می‌باشد. گازهایی که معمولاً در روش MAP استفاده می‌شود و در اتمسفر هم وجود دارند، شامل: اکسیژن (O_2)، دی‌اکسیدکربن (CO_2) و نیتروژن (N_2) می‌باشد (Church, 1994).

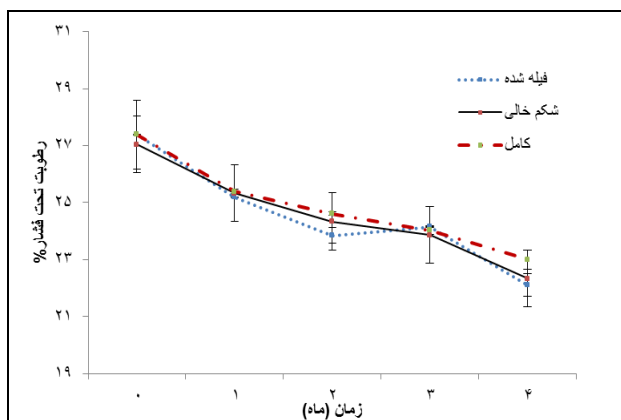
ماهی شانک (*Acanthopagrus morrisoni*) از گونه‌های مهم و تجاری خلیج فارس و دریای عمان محسوب می‌شود که بسیار خوش خوراک بوده و دارای میزان صید بالایی است (Negintaj et al., 2015). با توجه به کیفیت گوشت و بازارپسندی آن (Sahraeian et al., 2011)، تلاش برای بهبود کیفی نگهداری و ارائه این گونه می‌تواند سهم بسزایی در افزایش راندمان اقتصادی صنعت شیلاتی وابسته به آن داشته باشد. بنابراین در این تحقیق تلاش شد ماندگاری ماهی شانک (*Acanthopagrus morrisoni*) (کامل، شکم‌خالی، فیله‌شده) در بسته‌بندی اتمسفر تغییر یافته در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد تعیین شود.

۲. مواد و روش‌ها

۷۲ عدد ماهیان شانک (*Acanthopagrus morrisoni*) صید شده با وزن $150/47 \pm 6/74$ گرم از بازار ماهی فروشان آبادان در اسفند ۱۳۹۵ خریداری شدند. در آزمایشگاه ۲۴ عدد از ماهیان به صورت کامل و ۲۴ عدد امعاء و احشای آنها تخلیه و به صورت شکم خالی و ۲۴ عدد دیگر سر و دم آنها را زده و به صورت فیله درآمدند و چندین مرتبه شستشوی آنها انجام شد. پس از آماده‌سازی اولیه ماهیان (کامل، شکم‌خالی، فیله‌شده) بلافاصله در یونولیت حاوی یخ و پودر یخ (نسبت ۱:۱) به منظور بسته‌بندی به مؤسسه تحقیقات خرما و میوه‌های گرمسیری اهواز منتقل گردیدند. ماهیان (کامل، شکم-

پارامتر تغییرات معنی‌داری را نشان داد ($p < 0.05$). میزان این شاخص در تیمارهای فیله‌شده، شکم‌خالی و کامل به ترتیب به $73/45 \pm 0/17$ ، $73/79 \pm 0/3$ و $73/53 \pm 0/36$ درصد رسید که در تمام تیمارها به طور معنی‌داری از میزان رطوبت در زمان صفر پایین‌تر بود، مطابق با نتایج جدول ۱.

تغییرات در رطوبت تحت فشار نسبت به زمان صفر در همه تیمارها روند نزولی داشت (شکل ۱). پایین‌ترین میزان این شاخص در همه تیمارها در ماه چهارم مشاهده شد. در پایان زمان نگهداری بیشترین میزان این شاخص مربوط به تیمار کامل ($23 \pm 0/34$ درصد) بود ($p < 0.05$).



شکل ۱. روند تغییر میزان رطوبت تحت فشار در تیمارهای

مختلف (فیله شده، شکم خالی و ماهی کامل) در ماهی شانک زرد باله طی ۴ ماه نگهداری تحت بسته‌بندی MAP در دمای 18°C

نتایج حاصل از آنالیز بافتی در جدول ۲ نشان داد که میزان شاخص سختی، پیوستگی، کشسانی، صمغی و جویدن با افزایش مدت ماندگاری در همه تیمارها به طور معنی‌داری کاهش یافت ($p < 0.05$). در پایان آزمایش میزان شاخص سختی اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای شکم‌خالی ($N = 196/89 \pm 0/67$) و کامل ($N = 198/08 \pm 0/86$) نداشت ($p > 0.05$).

$$\text{شاخص زردی} = \frac{142.86 \times b}{2L}$$

$$100 - \text{شاخص سفیدی} = 100 - [(100 - L^*)^2 + a^*2 + b^*2]^{1/2}$$

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS. 20 و از طریق آنالیز واریانس یکطرفه (One-way ANOVA) انجام شد. جهت تعیین اختلاف معنی‌دار بین داده‌ها، آزمون چند دامنه‌ای دانکن با سطح معنی‌داری 0.05 مورد استفاده قرار گرفت. همچنین نرم‌افزار Excel جهت ترسیم نمودارها مورد استفاده قرار گرفت.

۳. نتایج

تغییرات میزان پروتئین و چربی در تیمارهای مختلف ماهی شانک (فیله‌شده، شکم‌خالی و کامل) طی مدت زمان ۴ ماه نگهداری تحت بسته‌بندی MAP در دمای 18°C درجه سانتی‌گراد در ماه‌های مختلف دوره نگهداری در هر تیمار تغییرات معنی‌داری مشاهده شد ($p < 0.05$) (جدول ۱). میزان تغییرات در خاکستر نیز در این مطالعه بین تیمارهای کامل، شکم خالی و کامل در طول دوره نگهداری یک روند افزایشی و کاهشی داشت. میزان این شاخص در تیمار فیله‌شده ($2/97 \pm 0/16$ درصد) و کامل ($2/98 \pm 0/24$ درصد) در ماه دوم و در تیمار شکم‌خالی ($2/99 \pm 0/03$ درصد) در ماه سوم به حداکثر میزان خود رسید و در هر یک از این تیمارها پس از آن روند کاهشی مشاهده شد. با این حال میزان نهایی خاکستر در پایان دوره نگهداری در تیمارهای مختلف این میزان نسبت به زمان صفر افزایش یافت که این افزایش تنها در تیمار شکم‌خالی و کامل معنی‌دار بود ($p < 0.05$) (جدول ۱). در طول دوره نگهداری تغییرات میزان رطوبت روند مشخصی را بین تیمارهای کامل، شکم‌خالی و فیله نشان نداد. همچنین میزان رطوبت نهایی عضله شانک زردباله بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری نداشت ($p > 0.05$). با این حال در هر تیمار در طول دوره نگهداری میزان این

جدول ۱. تغییرات میزان ترکیبات شیمیایی در تیمارهای مختلف (فیله شده، شکم خالی و کامل) شانک زرد باله طی ۴ ماه نگهداری تحت بسته بندی MAP در دمای 18°C -

تیمار	زمان (ماه)					
	۴	۳	۲	۱	صفر	
پروتئین	فیله شده	۱۹/۳۹±۰/۲۶ ^{aA}	۱۹/۵۰±۰/۰۶ ^{aA}	۱۹/۹۸±۰/۱۶ ^{bA}	۱۹/۹۱±۰/۲۶ ^{bA}	۱۹/۹۵±۰/۱۸ ^{bA}
	شکم خالی	۱۹/۳۱±۰/۵ ^{bA}	۱۸/۳۰±۰/۰۱۵ ^{aB}	۱۹/۶۵±۰/۳۱ ^{bcA}	۲۰/۱۹±۰/۱۶ ^{cA}	۱۹/۸۳±۰/۳۵ ^{bcA}
	کامل	۱۹/۱۰±۰/۳۷ ^{aA}	۱۹/۵۸±۰/۰۹ ^{abA}	۱۹/۵۸±۰/۰۹ ^{abA}	۱۹/۶۶±۰/۳۹ ^{abA}	۲۰/۰۶±۰/۰۶ ^{cA}
چربی	فیله شده	۲/۵۹±۰/۰۴ ^{aA}	۲/۸۳±۰/۰۴ ^{cA}	۲/۸۳±۰/۰۴ ^{bA}	۳/۱۱±۰/۱۱ ^{cA}	۳/۱۰±۰/۰۴ ^{cB}
	شکم خالی	۲/۸۹±۰/۰۷ ^{aB}	۳/۱۳±۰/۳۷ ^{aA}	۳/۰۳±۰/۰۳ ^{aB}	۲/۹۷±۰/۰۸ ^{aA}	۲/۹۸±۰/۱۳ ^{aB}
	کامل	۲/۵۳±۰/۱۲ ^{aA}	۲/۷۶±۰/۰۵ ^{bA}	۳/۰۳±۰/۱۴ ^{abB}	۲/۷۵±۰/۳۰ ^{abA}	۲/۶۷±۰/۱۰ ^{aA}
خاکستر	فیله شده	۲/۴۵±۰/۰۴ ^{aB}	۲/۷۵±۰/۲۶ ^{abA}	۲/۹۷±۰/۱۶ ^{cA}	۲/۷۲±۰/۰۶ ^{bcA}	۲/۶۱±۰/۰۶ ^{abA}
	شکم خالی	۲/۵۰±۰/۱۲ ^{aB}	۲/۵۰±۰/۱۷ ^{aA}	۲/۷۴±۰/۲۷ ^{abA}	۲/۹۹±۰/۰۳ ^{cB}	۲/۹۳±۰/۲۲ ^{cA}
	کامل	۲/۲۸±۰/۰۶ ^{aA}	۲/۵۴±۰/۱۱ ^{abA}	۲/۹۸±۰/۲۴ ^{cA}	۲/۹۱±۰/۱۰ ^{cB}	۲/۷۲±۰/۲۶ ^{bcA}
رطوبت	فیله شده	۷۳/۹۳±۰/۲۶ ^{bA}	۷۴/۷۸±۰/۲۰ ^{cB}	۷۴/۰۴±۰/۲۹ ^{bA}	۷۳/۴۶±۰/۲۶ ^{aA}	۷۳/۴۵±۰/۱۷ ^{aA}
	شکم خالی	۷۴/۳۰±۰/۰۸ ^{bAB}	۷۴/۱۴±۰/۲۲ ^{bA}	۷۴/۴۰±۰/۱۱ ^{bA}	۷۳/۶۸±۰/۱۷ ^{aAB}	۷۳/۷۹±۰/۳ ^{aA}
	کامل	۷۴/۵۱±۰/۳۲ ^{bbB}	۷۴/۴۹±۰/۰۰۱ ^{bB}	۷۳/۹۸±۰/۳۳ ^{aA}	۷۳/۹۸±۰/۰۷ ^{aB}	۷۳/۵۳±۰/۳۶ ^{aA}

حروف غیر همنام اختلاف معنی دار را نشان می دهند ($p < 0.05$).

*حروف لاتین کوچک در یک ردیف اختلاف معنی دار بین میانگین های یک تیمار (فیله شده یا شکم خالی و یا ماهی کامل) را نشان می دهد.
*حروف لاتین بزرگ در یک ستون اختلاف معنی دار بین میانگین های تیمارهای مختلف (فیله شده، شکم خالی و ماهی کامل) را نشان می دهد.

کمترین میزان صمغی بودن مربوط به تیمار کامل (N) ۱۲۹/۶۷±۳/۹۶ و بیشترین میزان آن در تیمار شکم-خالی (N) ۱۳۶/۸۱±۱/۱۹ مشاهده شد و میزان آن در تیمار کامل اختلاف معنی داری با سایر تیمارها نشان داد ($p < 0.05$). بیشترین میزان کاهش جویدن مربوط به تیمار کامل (N mm) ۷۵/۶۱±۲/۸۳ و کمترین میزان آن در تیمار شکم خالی (N mm) ۸۱/۴۱±۱/۵۶ مشاهده شد و میزان آن در تیمار کامل اختلاف معنی-داری با سایر تیمارها نشان داد ($p < 0.05$).

با این حال این تیمارها با تیمار فیله شده اختلاف معنی داری نشان دادند ($p < 0.05$). کمترین میزان پیوستگی مربوط به تیمار کامل (۰/۶۲±۰/۰۳) در ماه چهارم و بیشترین میزان آن در تیمار شکم خالی (۰/۸۲±۰/۰۳) در ماه چهارم مشاهده شد و بین همه تیمارها اختلاف معنی داری مشاهده شد ($p < 0.05$). کمترین میزان کشسانی مربوط به تیمار کامل (mm) ۰/۴۱±۰/۰۲ و بیشترین میزان آن در تیمار فیله (mm) ۰/۴۶±۰/۰۳ در ماه چهارم مشاهده شد و میزان آن بین این دو تیمار اختلاف معنی داری نشان داد ($p < 0.05$).

جدول ۲. تغییرات ویژگی‌های بافت در تیمارهای مختلف (فیله شده، شکم‌خالی و کامل) ماهی شانک زرد باله طی ۴ ماه نگهداری تحت بسته-بندی MAP در دمای ۱۸ °C -

ویژگی	تیمار	زمان (ماه)			
		۴	۳	۲	۱
سختی (N)	فیله شده	۲۰۱/۱۷±۰/۲۶ ^{aB}	۲۰۷/۴۰±۰/۴۲ ^{bA}	۲۰۹/۸۶±۰/۵۰ ^{cA}	۲۱۶/۳۳±۱/۳۱ ^{dAB}
	شکم خالی	۱۹۶/۸۹±۰/۶۷ ^{aA}	۲۰۴/۵۷±۰/۴۷ ^{bB}	۲۱۳/۴۷±۰/۵۶ ^{cB}	۲۱۸/۲۶±۰/۶۸ ^{dB}
	کامل	۱۹۸/۰۸±۰/۸۶ ^{aA}	۲۰۱/۸۱±۱/۰۹ ^{bC}	۲۱۰/۵۸±۱/۱۷ ^{cA}	۲۱۵/۱۳±۱/۱۲ ^{dA}
	فیله شده	۰/۷۶±۰/۰۳ ^{aB}	۱/۱۸±۰/۰۴ ^{bB}	۱/۵۵±۰/۰۳ ^{cC}	۲/۱۳±۰/۰۴ ^{dA}
پیوستگی	شکم خالی	۰/۸۲±۰/۰۳ ^{aC}	۱/۱۶±۰/۰۴ ^{bB}	۱/۴۲±۰/۰۶ ^{cB}	۲/۲۳±۰/۰۵ ^{dA}
	کامل	۰/۶۲±۰/۰۳ ^{aA}	۰/۹۴±۰/۰۵ ^{bA}	۱/۳۰±۰/۰۲ ^{cA}	۲/۱۱±۰/۱۳ ^{dA}
	فیله شده	۰/۴۶±۰/۰۳ ^{aB}	۰/۵۶±۰/۰۴ ^{bA}	۰/۵۷±۰/۰۲ ^{bA}	۰/۶۰±۰/۰۲ ^{bA}
کشسانی (mm)	شکم خالی	۰/۴۴±۰/۰۳ ^{aAB}	۰/۵۵±۰/۰۳ ^{bA}	۰/۵۸±۰/۰۳ ^{bcA}	۰/۵۸±۰/۰۳ ^{cA}
	کامل	۰/۴۱±۰/۰۳ ^{aA}	۰/۵۳±۰/۰۳ ^{bA}	۰/۵۶±۰/۰۱ ^{cA}	۰/۵۹±۰/۰۱ ^{deA}
	فیله شده	۱۳۶/۴۲±۲/۱۵ ^{aB}	۱۵۰/۶۶±۰/۸۰ ^{bA}	۱۵۲/۳۹±۱/۳۹ ^{bA}	۱۵۷/۵۳±۲/۲۰ ^{cA}
صمغی (N)	شکم خالی	۱۳۶/۸۱±۱/۱۹ ^{aB}	۱۴۷/۳۷±۳/۶۱ ^{bA}	۱۵۵/۴۵±۱/۵۳ ^{cA}	۱۵۴/۲۶±۲/۶۰ ^{cA}
	کامل	۱۲۹/۶۷±۳/۹۶ ^{aA}	۱۴۵/۵۸±۲/۶۶ ^{bA}	۱۵۲/۶۳±۲/۶۹ ^{cA}	۱۵۸/۳۹±۱/۵۷ ^{dA}
	فیله شده	۸۱/۱۹±۰/۹۸ ^{aB}	۸۴/۶۶±۰/۳۶ ^{bA}	۸۸/۳۹±۰/۸۰ ^{cA}	۹۰/۶۸±۰/۹۸ ^{dA}
جویدن (N mm)	شکم خالی	۸۱/۴۱±۱/۵۶ ^{aB}	۸۳/۴۵±۰/۴۴ ^{aA}	۸۷/۱۲±۲/۰۳ ^{bA}	۹۱/۰۳±۱/۰۹ ^{cA}
	کامل	۷۵/۶۱±۲/۸۳ ^{aA}	۸۳/۴۹±۲/۱۵ ^{bA}	۸۶/۴۵±۲/۴۴ ^{bA}	۹۱/۸۷±۰/۷۲ ^{cA}

حروف غیر همنام اختلاف معنی دار را نشان می دهند ($p < 0.05$).

*حروف لاتین کوچک در یک ردیف اختلاف معنی دار بین میانگین های یک تیمار (فیله شده یا شکم‌خالی و یا ماهی کامل) را نشان می دهد.
*حروف لاتین بزرگ در یک ستون اختلاف معنی دار بین میانگین های تیمارهای مختلف (فیله شده، شکم‌خالی و ماهی کامل) را نشان می دهد.

معنی داری پایین تر بود ($p < 0.05$) (جدول ۳ و شکل ۲). همچنین نتایج حاصل نشان داد که میزان فاکتور b^* با افزایش مدت ماندگاری در همه تیمارها به طور معنی-داری افزایش یافت ($p < 0.05$). در پایان آزمایش در تیمار کامل ($3/76 \pm 0/13$) میزان فاکتور b^* نسبت به دو تیمار شکم‌خالی ($3/42 \pm 0/12$) و فیله‌شده ($3/28 \pm 0/09$) به طور معنی‌داری بالاتر بود ($p < 0.05$) (جدول ۳ و شکل ۲).

نتایج حاصل از تغییرات رنگ نشان داد که میزان فاکتور L^* و a^* با افزایش مدت ماندگاری در همه تیمارها به طور معنی‌داری کاهش یافت ($p < 0.05$). در پایان آزمایش میزان فاکتور L^* اختلاف معنی‌داری را بین تیمارهای مختلف نشان نداد ($p > 0.05$). همچنین در پایان آزمایش میزان فاکتور a^* در تیمار کامل ($-8/49 \pm 0/07$) نسبت به دو تیمار شکم‌خالی ($-7/22 \pm 0/05$) و فیله‌شده ($-7/21 \pm 0/13$) به طور

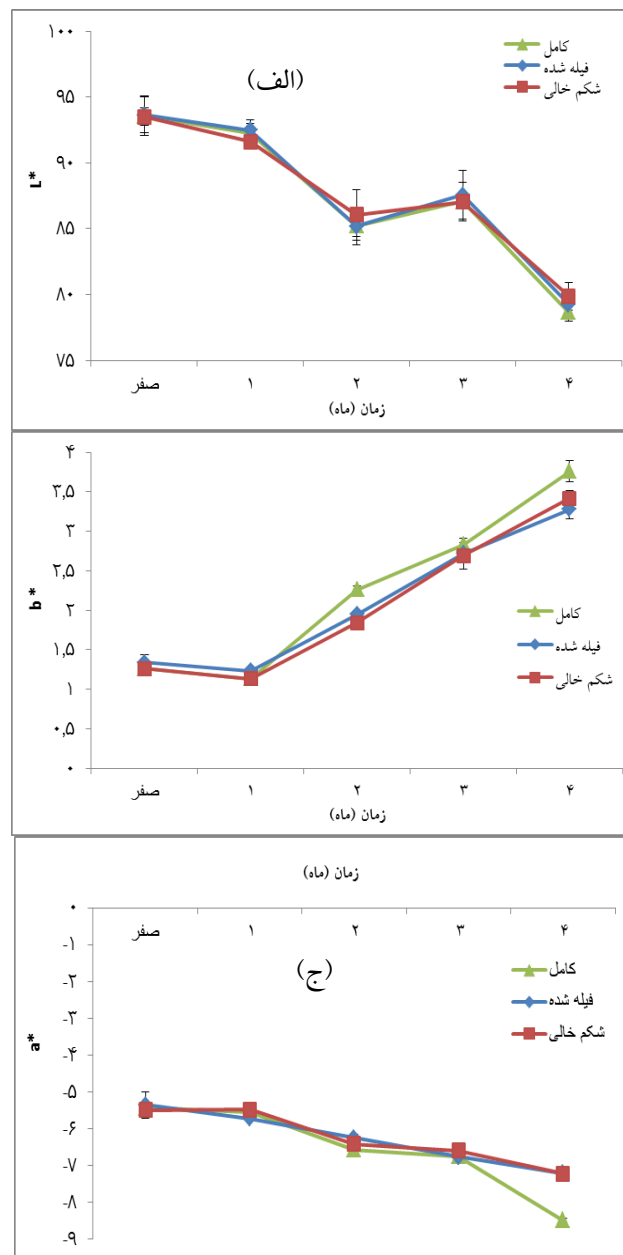
جدول ۳. تغییرات رنگ در تیمارهای مختلف (فیله شده، شکم خالی و کامل) ماهی شانک زرد باله طی ۴ ماه نگهداری تحت بسته بندی MAP در دمای ۱۸ °C -

فاکتور	تیمار	زمان (ماه)			
		صفر	۱	۲	۳
L*	فیله شده	۹۳/۶۵±۰/۶۸ ^{dA}	۹۲/۴۷±۰/۵۲ ^{dA}	۸۵/۱۸±۱/۹۳ ^{bA}	۸۷/۵۶±۱/۴۵ ^{cA}
	شکم خالی	۹۳/۵۱±۱/۳۸ ^{cA}	۹۱/۶۱±۰/۷۷ ^{cA}	۸۶/۰۶±۱/۴۴ ^{bA}	۸۷/۰۴±۱/۸۵ ^{bA}
	کامل	۹۳/۵۸±۱/۵۲ ^{dA}	۹۲/۲۷±۰/۶۹ ^{dA}	۸۵/۲۲±۰/۸۲ ^{bA}	۸۷/۰۸±۰/۳۲ ^{cA}
a*	فیله شده	-۵/۳۵±۰/۰۴ ^{eA}	-۵/۷۲±۰/۱۱ ^{dA}	-۶/۲۴±۰/۰۵ ^{cC}	-۶/۷۶±۰/۰۶ ^{bA}
	شکم خالی	-۵/۴۹±۰/۳۶ ^{cA}	-۵/۴۸±۰/۰۳ ^{cB}	-۶/۴۱±۰/۰۸ ^{bB}	-۶/۵۹±۰/۰۶ ^{bB}
	کامل	-۵/۴۳±۰/۱۴ ^{dA}	-۵/۵۴±۰/۰۴ ^{dB}	-۶/۵۶±۰/۰۱ ^{cA}	-۶/۷۵±۰/۰۶ ^{bA}
b*	فیله شده	۱/۳۴±۰/۰۵ ^{aA}	۱/۲۳±۰/۰۵ ^{aB}	۱/۹۵±۰/۰۶ ^{bB}	۲/۷۲±۰/۱۷ ^{cA}
	شکم خالی	۱/۲۶±۰/۱۰ ^{aA}	۱/۱۳±۰/۰۵ ^{aA}	۱/۸۴±۰/۰۴ ^{bA}	۲/۶۹±۰/۰۷ ^{cA}
	کامل	۱/۲۶±۰/۰۵ ^{aA}	۱/۱۳±۰/۰۳ ^{aA}	۲/۲۶±۰/۰۵ ^{bC}	۲/۸۳±۰/۰۸ ^{cA}

حروف غیر همنام اختلاف معنی دار را نشان می دهند ($p < 0.05$).

*حروف لاتین کوچک در یک ردیف اختلاف معنی دار بین میانگین های یک تیمار (فیله شده یا شکم خالی و یا ماهی کامل) را نشان می دهد.
*حروف لاتین بزرگ در یک ستون اختلاف معنی دار بین میانگین های تیمارهای مختلف (فیله شده، شکم خالی و ماهی کامل) را نشان می دهد.

خالی و فیله شده در ماه های نگهداری روند مشخصی نبود و روند تغییرات در ماه های مختلف نگهداری در هر تیمار معنی دار بود ($p < 0.05$). میزان تغییرات در خاکستر در این مطالعه بین تیمارهای کامل، شکم خالی و فیله شده در طول دوره نگهداری یک روند افزایشی و کاهشی داشت. به طوری که در پایان دوره نگهداری در تیمارهای مختلف این میزان نسبت به زمان صفر افزایش یافت. نتایج حاصل از این مطالعه با نتایج مطالعات شعبانپور و همکاران (۲۰۱۶) مطابقت داشت. میزان تغییرات در رطوبت بین تیمارهای کامل، شکم خالی و فیله شده در طول دوره نگهداری روند مشخصی نداشت. با این حال در ماه های مختلف دوره نگهداری تغییرات معنی داری مشاهده شد. این نتایج با یافته های مطالعه Shabanpor و همکاران (۲۰۱۶) بر روی ماهی- قزل آلائی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) مطابقت نداشت. تغییرات میزان رطوبت تحت فشار شانک (*Acanthopagrus morrisoni*) کامل، شکم خالی و فیله شده نشان داد که با افزایش مدت نگهداری میزان رطوبت تحت فشار در هر سه تیمار کاهش یافت. ولی میزان این کاهش در تیمار کامل کمتر از تیمارهای دیگر بود به طوری که مقدار آن از $1/21 \pm 27/39$ در زمان صفر به $23 \pm 0/34$ در ماه چهارم رسید. افزایش در رطوبت تحت فشار نشان از دناتوره شدن پروتئین ها در طی فرآیند انجماد و انجمادزدائی دارد چون ظرفیت نگهداری آب به طور مستقیم با مقدار پروتئین میوفیبریل در ارتباط است (Suvanich et al., 2000) بنابراین کاهش رطوبت تحت فشار به معنای افزایش ظرفیت نگهداری آب است. همانطور که مشاهده شد میزان رطوبت تحت فشار در ماه چهارم در تیمار ماهی کامل بیشتر از دو تیمار دیگر بود که به معنای ظرفیت شرایط نامطلوب تر آن نسبت به دو تیمار دیگر است (شکل ۱ و ۲). نتایج این مطالعه با نتایج Shabanpor و



شکل ۲. روند تغییرات رنگ (الف) L* (ب) a* و (ج) b* در ماهی شانک زردباله طی ۴ ماه نگهداری تحت بسته بندی MAP در دمای -18°C

۴. بحث و نتیجه گیری

آنالیز تقریبی ترکیبات عضله ماهی شانک (*Acanthopagrus morrisoni*) نشان داد که روند تغییرات پروتئین و چربی بین تیمارهای کامل، شکم-

داشت. امروزه برای مصرف‌کنندگان غذاهای دریایی علاوه بر شاخص‌هایی همچون طعم و مزه، ظاهر آنها نیز اهمیت ویژه‌ای دارد. رنگ، تحت تأثیر ساختار عضله و رنگدانه‌ها است (Gines *et al.*, 2004). از این رو و با توجه به اهمیت این شاخص در این مطالعه تغییر رنگ خارجی توسط اندازه‌گیری فاکتورهای L^* ، a^* ، b^* تعیین شد. با توجه به نتایج با افزایش مدت ماندگاری میزان فاکتور L^* و a^* در همه تیمارها به طور معنی‌داری کاهش یافت. و میزان فاکتور b^* با افزایش مدت ماندگاری در همه تیمارها به طور معنی‌داری افزایش یافت. با این حال در ارتباط با شاخص روشنایی L^* نتایج نشان از عدم تفاوت معنی‌دار بین تیمارها داشت. اما نتایج میزان شاخص زردی (b^*) و میزان شاخص قرمز (a^*) نشان داد که تیمار ماهی کامل نسبت به دو تیمار شکم‌خالی و فیله‌شده در ماه چهارم تفاوت معنی‌داری داشت که می‌تواند نشان‌دهنده حفظ کیفیت بهتر این تیمارها در مقایسه با تیمار کامل در طول دوره نگهداری باشد. همچنین افزایش مقدار b^* احتمالاً می‌تواند به دلیل افزایش میزان اکسیداسیون چربی‌ها مانند شاخص پروکساید در نمونه باشد. و نشان‌دهنده افزایش رنگ زرد در طول ذخیره‌سازی می‌باشد. در مطالعه انجام شده توسط Mol و همکاران (۲۰۱۴) بر روی تأثیر بسته‌بندی MAP بر روی سوشی ماهی آزاد نشان داد که میزان فاکتور a^* با افزایش مدت ماندگاری کاهش داشت که با نتایج بدست آمده در این مطالعه همخوانی داشت. همچنین میزان شاخص L^* در این مطالعه در تیمار بسته‌بندی MAP حاوی ۵۰٪ نیتروژن و ۵۰٪ دی‌اکسید-کربن روند کاهشی را در طول دوره نگهداری نشان داد که با مطالعه حاضر همخوانی داشت. Cai و همکاران (۲۰۱۵) در مطالعه‌ای که بر روی فیله ماهی آزاد انجام داد مشاهده کرد که میزان فاکتور a^* و L^* با افزایش ماندگاری کاهش داشت، که با نتایج بدست آمده در این مطالعه همخوانی داشت. همچنین میزان شاخص b^* با

همکاران (۲۰۱۶) روی کیفیت و ماندگاری ماهی قزل-آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در سه تیمار (کامل، شکم‌خالی، فیله‌شده) در طی ۴ ماه نگهداری در دمای فریزر و نیز نتایج مطالعه Simeonidou و همکاران (۱۹۹۸) بر روی کیفیت ماهی کامل و فیله یال‌اسبی (*Trachurus trachurus*) و هیک مدیترانه‌ای (*Merluccius mediterraneus*) در طول ۱۲ ماه نگهداری به صورت منجمد همخوانی نداشت. Rostam Zad و همکاران (۲۰۰۹) که روی اثر آنتی-اکسیدانی اسیدسیتریک روی فیله ماهی قره‌برون به مدت ۶ ماه نگهداری در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد کار کردند عنوان نمودند که در هر دو تیمار شاهد و اسیدسیتریک میزان رطوبت تحت فشار روند افزایشی داشته و اسیدسیتریک به طور معنی‌داری سبب کند-کردن روند افزایشی رطوبت تحت فشار شد. با توجه به نتایج نشان داده شده در جدول ۲ ویژگی-های بافتی شامل پارامترهای سختی، پیوستگی، کشسانی، صمغی و جویدن با افزایش مدت ماندگاری در همه تیمارها به طور معنی‌داری ($p < 0.05$) کاهش یافت. به عقیده Cai و همکاران (۲۰۱۵) کاهش سختی، حالت کشسانی، قابلیت جویدن و صمغی بودن در گوشت ماهی در طول نگهداری می‌تواند هم به علت اثر آنزیم-های درونی و هم فعالیت میکروبی در فیله‌ها باشد. میزان شاخص سختی بین تیمار کامل و شکم‌خالی اختلاف معنی‌داری نداشت ولی این تیمارها با تیمار فیله شده اختلاف معنی‌داری نشان دادند ($p < 0.05$). بیشترین کاهش شاخص پیوستگی، کشسانی و صمغی بودن مربوط به تیمار ماهی کامل در ماه چهارم بود. نتایج حاصل از این مطالعه با نتایج Feng و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی خصوصیات بافتی در ماهی سیم دریایی (*Sparus macrocephalus*) و Cai و همکاران (۲۰۱۵) با بررسی تغییرات کیفیت فیله سپر ماهی (*Scophthalmus maximus*) در دمای یخچال همخوانی

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

Feng, L.F., Jiang, T.J., Wang, Y.B. and Li, J.R. 2012. Effects of tea polyphenol coating combined with ozone water washing on the storage quality of black sea bream (*Sparus macrocephalus*). *Food Chemistry* 135: 2915–2921.

Gines, R., Valdimarsdottir, T., Sveinsdottir, K. and Thorarensen, H., 2004. Effects of rearing temperature and strain on sensory characteristics, texture, colour and fat of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*). *Food Quality and Preference* 15: 177–185.

Hall, G.M., 1997. Fish processing technology. Chapman and Hall Publication. 291p.

Hedayatifard, M. and Orojalyan, A.R. 2010. Increase of shelf-life fillets of *Acipenser persicus* in MAP and vacuum packaging. *Fisheries Science* 19: 127-140.

Jalili, S.H. and Hosseini-Shekarabi, S.P. 2014. Effects of silver carp gelatin and pectin on texture and color properties of a fat spread. *Food Science and Technology* 12: 123-131.

Mendes, R. and Goncalvez, A. 2008. Effect of soluble CO₂ stabilisation and vacuum packaging in the shelf life of farmed sea bream and sea bass fillets. *Food Science and Technology* 43: 1678-1687.

Maghsodlo, T., Moeini, S., Ghorghi, A. Salmani, A. 2010. Study of chemical, microbial and organoleptic of *Oncorhynchus mykiss* in Modified atmosphere packaging. *Aquatic Science* 1: 1-11.

Mashayekhi, F., Morady, Y., Ashraf Gohari, A., Jafar, M., Gorban Zarea, G. And Alireza, R.G. 2013. Effects of different packaging methods on microbial, chimerical and sensory properties of Nile (*Tilapia Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758) fillets during refrigerator storage. *Iranian Scientific Fisheries* 22: 85-100.

Mol, S., Ucok Alakavuk, D. and Ulusoy S. 2014. Effects of modified atmosphere packaging on some quality attributes of a ready-to-eat salmon sushi. *Fisheries Sciences* 13:394-406.

Negintaj, A., Archangi, B., Movahedinia, A., Safahieh, A. and Eskandari, Gh. 2015, Effects of Bis-Phenol A (BPA) on Cellular and Molecular

افزایش مدت ماندگاری روند افزایشی در طول دوره نگهداری داشت که با مطالعه حاضر همخوانی داشت. با توجه به ارزیابی‌های ترکیبات عضله، بافت و فاکتورهای رنگ در این مطالعه به نظر می‌رسد ماهی آماده‌سازی شده به شکل فیله و شکم‌خالی نسبت به تیمار ماهی کامل جهت بسته‌بندی اتمسفر تغییر شکل یافته MAP از شرایط بهتری در پایان دوره نگهداری برخوردار بود. از این رو عرضه شانک به صورت فیله یا شکم‌خالی در بسته‌بندی‌های MAP می‌تواند سبب بهبود ماندگاری و افزایش کیفی آن شود. از طرفی قرارگیری میزان شاخص‌های ارزیابی کیفی این ماهی در این تیمارها در طول دوره نگهداری در سطح مطلوب و استاندارد می‌تواند ناشی از کارآمد بودن بسته‌بندی اتمسفر تغییر یافته جهت حفظ کیفیت این ماهی باشد که این امر خود می‌تواند ناشی از ترکیب گازهای موثر بسته‌بندی اتمسفر تغییر یافته شامل گازهای CO₂، N₂ و O₂ باشد.

منابع

AOAC.1990. Official association of methods of the official analytical chemists, Vol. II. Arlington, VA: Association of Official Analytical Chemists. 1052-1054.

Bromage, N.R. and Robert, R.G., 2001. Brood stock management and egg and larval quality. Blackwell Science. 425Bull. 98: 489-505.

Bligh, E.G. and Dyer, W.J. 1959. A rapid method for total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 1959, 37(8): 911-917, 10.1139/o59-099

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. *Food Bioprocess Technology* 8: 844-853.

Church, N. 1994. Developments in modified-atmosphere packaging and related technologies. *Trends in Food Science and Technology* 5(11): 345-352.

- 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.
- Shakila, R., Jeyasekaran, G. and Vijayalakshmi, S. 2005, Effect of vacuum packaging on the quality characteristics of seer fish (*Scomberomorus commersonii*) chunks during refrigerated storage. Food Science and Technology 42: 438-443.
- 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. Food Science and Agriculture 87:1164–1171.
- Suvanich, V., Jahncke, M.L. and Marshall, D.L. 2000. Changes selected chemical quality characteristics of channel catfish frame minced during chill and frozen storage. Journal of food sciences 65: 24-29.
- Simeonidou, S., Govaris, A. and Vareltzis, K. 1998. Quality assessment of seven Mediterranean fish species during storage on ice. Food Research International 30: 479–484.
- Levels of Yellowfin Seabream (*Acanthopagrus latus*). Marine Science and Technology of Khorramshahr 13: 1-13.
- Ozogul, F., Polat, A., Ozogul, Y., 2004. The effects of modified atmosphere packaging and vacuum packaging on chemical, sensory and microbiological changes of sardines (*Sardina pilchardus*). Food Chemistry 85: 49-57.
- Perez-Alonso, F., Aubourg, S.P., Rodriguez, O., Barros-Velazquez, J., 2004, Shelf life extension of Atlantic pomfret (*Brama brama*) fillets by packaging under a vacuum-skin system. Journal of Food Research Technological, 218,313-317.
- Rostam zad, H., Shabanpour, B., Kashani nezhad, M. and Shabani, A. 2009. Antioxidant effects of citric acid on lipid spoilage on frozen fillets of sturgeon within 6 months of frozen storage. Journal of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources 16 (2): 1-9.
- Ranken, M.D. and Kill, R.C., 1993. Food industries manual. Springer Pub, 599 pp. doi: 10.1007/978-1-4615-2099-3_13.
- Sahraiean, M.R., Yavari, V., Marammazi, J., Rajabzadeh, E and Zanos, H. 2011. Effect of different levels of protein and energy on growth indicators and body composition of (*Acanthopagrus latus*). Marine Science and Technology of Khorramshahr 10: 22-33.

Comparing chemical composition, textural and color properties of (*Acanthopagrus morrisoni*) under modified atmosphere packaging at -18 °C

Khosravizadeh, Mahnosh¹. Roomiani, Laleh^{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

Abstract

In this study, chemical composition and textural, color changes were measured to investigate the shelf-life of the whole, gutted and filleted yellow fin (*Acanthopagrus morrisoni*) in modified atmosphere packaging (MAP) (45% CO₂, 50% N₂ and 5% O₂) during frozen condition in 4 months storage. Results showed that no significant different in protein, ash and moisture contents were observed ($p > 0.05$). The lowest fat content ($2.67 \% \pm 0.1\%$) was observed in sample containing the whole fish ($p < 0.05$). In all treatments the expressible moisture was showed a significant decrease during storage time ($p < 0.05$) and the lowest value was found in gutted and filleted samples ($22.1 \% \pm 0.39$ and $22.34 \% \pm 0.34\%$, respectively). The results also showed a significant decrease in textural properties (including hardness, resilience, cohesiveness, gumminess and chewiness) compared with initial values ($p < 0.05$). However, the lowest values of these factors were found in whole fish samples. Evaluation of the color showed a significant increase in factor b* as well as decrease in factors a* and L* during storage. According to results of textural and color, it seems that filleting and gutting fish compared with whole fish samples resulted in better quality in MAP packing under frozen storage.

Keywords: *Acanthopagrus morrisoni*, Modified atmosphere packaging, Shelf-life

Table 1: Chemical composition changes in different treatment (fillet, gutted, whole) of *A. morrisoni* during 4 month at -18 °C in MAP packaging.

Table 2: Texture properties changes in different treatment (fillet, gutted, whole) of *A. morrisoni* during 4 month at -18 °C in MAP packaging.

Table 3: Color changes in different treatment (fillet, gutted, whole) of *A. morrisoni* during 4 month at -18 °C in MAP packaging.

Figure1: Change process of expressible moisture in different treatment (fillet, gutted, whole) of *A. morrisoni* during 4 month at -18 °C in MAP packaging.

Figure 2: Change process of color L, a, b in different treatment (fillet, gutted, whole) of *A. morrisoni* during 4 month at -18 °C in MAP packaging.

* Corresponding author, E-mail: L.roomiani@yahoo.com