مطالعه تأثیر انواع بسته‌بندی برماندگاری فیله کپورعلفخوار (*Ctenopharyngodon idella*) در دمای یخچال ۴ °C

مهدیه بهرامی‌فر[۱]، لاله رومیانی[۲*]، ابوالفضل عسکری‌ساری[۲]

*L.roomiani@yahoo.com

۱-گروه علوم و صنایع غذایی، پردیس علوم و تحقیقات خوزستان، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران
۲- گروه شیلات، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

تاریخ دریافت: بهمن ۱۳۹۴ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱۳۹۵

چکیده

این تحقیق با هدف مطالعه تأثیر سه نوع بسته‌بندی‌معمولی، خلاء و سیل‌وکیوم (خلاء همراه با گاز بی‌اثر) بر ماندگاری ماهی کپور علفخوار در دمای یخچالی (۴ °C) از طریق تعیین ویژگی‌های میکروبی و شیمیایی انجام گردید. نتایج نشان دادند که طی دوره نگهداری در تمامی تیمارها میزان پراکسید از حد مجاز (۱۰میلی‌اکی‌والان اکسیژن در یک کیلوگرم چربی) تجاوز نکرد ولی میزان بازهای نیتروژنی فرار در بسته‌بندی معمولی در روز پانزدهم نگهداری ۰/۷۹±۳۰/۳۱ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم بود که بیش از حد استاندارد می باشد. میزان تیوباربیتوریک اسید در بسته‌بندی های سیل‌وکیوم و خلاء تا روز پانزدهم و در بسته‌بندی معمولی تا روز نهم مطالعه در محدوده مجاز باقی ماند. میزان بار میکروبی در بسته‌بندی معمولی در روز دوازدهم ۰/۳۴ ±۷/۸۰ log cfu/g و در تمام بسته‌بندی‌ها در روز پانزدهم (معمولی۰/۳۴±۹/۰۶، خلاء ۰/۲۶±۷/۵۲ و سیل‌وکیوم ۰/۱۲log cfu/g ± ۷/۰۴)، خارج از محدوده استاندارد بودند (log ۱۰^{۷}cfu/ g) (لطفا محدوده استاندارد قید شود). با توجه به نتایج به دست آمده بهترین زمان ماندگاری فیله کپور علفخوار در روش بسته‌بندی خلاء و سیل‌وکیوم در روز دوازدهم نگهداری در یخچال مشاهده شد که روش سیل وکیوم با اختلاف معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) بهتر از روش خلاء بود.

لغات کلیدی : بسته‌بندی تحت خلأ، بسته‌بندی سیل وکیوم، ماندگاری، ماهی کپورعلفخوار

*نویسنده مسئول

مقدمه

غذا از مهم‌ترین فاکتورهای ضروری برای رشد و بقاء زندگی است. آبزیان و محصولات عمل آوری شده آنها به دلیل غنی بودن از نظر پروتئین‌ها، ویتامین‌های محلول در چربی و اسیدهای چرب چند غیر اشباع امگا-۳ توجه زیادی به خود معطوف داشته (اعتمادیان و همکاران،۱۳۹۰) ولی این محصولات بسیار فسادپذیر بوده و معمولاً سریعتر از سایر فرآورده‌های گوشتی فاسد می‌شوند که این مسأله بدلیل ترکیب شیمیایی آنها و فعالیت باکتری‌هاست (Del Nobil & Conte, 2013).

سرعت فساد و ماندگاری ماهیان می‌تواند تحت تاثیر عوامل گوناگون باشد. فساد آبزیان در نتیجه تغییرات ایجاد شده ناشی از اکسیداسیون چربی‌ها، واکنش‌های ایجاد شده ناشی از عملکرد آنزیم‌های موجود در بدن ماهی و فعالیت متابولیکی ناشی از میکروب‌ها می‌باشد (Hall, 1997). همچنین پروتئین‌های باکیفیت بالا، ترکیبات ازت‌دار غیرپروتئینی و چربی‌های غیر اشباع فراوان موجود در عضلات ماهی در سرعت فسادپذیری آنها نقش دارند (مقصودلو و همکاران، ۱۳۸۹).

یکی 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 سهولت در حمل و نقل از اهداف مهم بسته‌بندی آبزیان است (مشایخی و همکاران، ۱۳۹۲) و از سوی دیگر می‌توان زمان ماندگاری ماهی و آبزیان را از طریق بکارگیری روش ترکیبی استفاده از بسته‌بندی و درجه حرارت‌های پائین به گونه‌ای افزایش داد که محصول کمتر در معرض شرایط نامناسب قرار گیرد (هدایتی-فرد و اروجعلیان، ۱۳۸۹، جواهری بابلی و همکاران، ۱۳۹۴، شاملوفر و همکاران، ۱۳۹۱). بسته‌بندی خلاء همراه با استفاده از دمای یخچال علاوه بر افزایش ماندگاری فرآورده‌های شیلاتی می‌تواند نقش عمده‌ای در توزیع و بازاریابی محصولات داشته باشد (Cyprian *et al*., Ozogul *et al*., 2004; 2015; Arashisar *et al*., 2004).

بسته‌بندی با گازهای مناسب و دمای یخچالی باعث افزایش ماندگاری محصولات غذایی و در توزیع غذاهای گوشتی تازه در فواصل طولانی بدون اضافه کردن مواد و رنگ‌های افزودنی موثر است. هوای درون مواد غذایی بسته‌بندی شده می‌تواند با یک گاز یا ترکیبی از گازها مانند نیتروژن و دی‌اکسیدکربن جایگزین شود. استفاده از گازهایی مانند دی‌اکسیدکربن و نیتروژن می‌تواند ماندگاری ماهیان را در دمای یخچالی ۱۰ الی ۱۴ روز افزایش دهد (Han, 2014). استفاده از گاز نیتروژن به میزان ۶۰ درصد برای فیله ماهیان بسته‌بندی شده سی‌باس در دمای ۲ درجه سانتی‌گراد توانست ماندگاری ماهیان را نسبت به بسته‌بندی معمولی افزایش دهد (Poli *et al*., 2006).

با توجه به اهمیت تجارتی و شیلاتی ماهیان گرمابی نظیرکپور علفخوار و میزان بسیار بالای پرورش آنها در ایران و بخصوص در استان خوزستان، در این تحقیق تلاش شد ماندگاری ماهی کپور علفخوار (*Ctenopharyngodon idella*) از طریق بسته‌بندی‌های معمولی (وجود گاز)، تحت خلأ (بدون گاز) و سیل‌وکیوم (خلاء همراه با گاز بی‌اثر) طی نگهداری در درجه حرارت یخچالی تعیین شود.

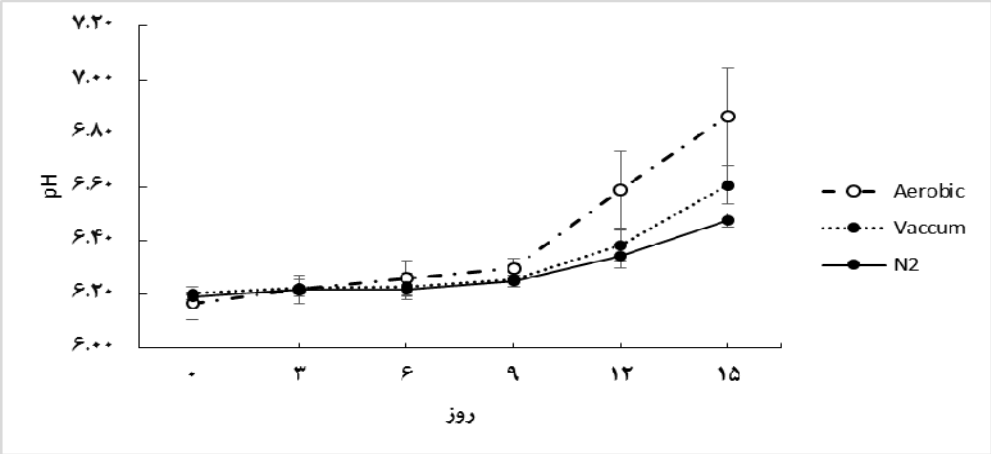
مواد و روش ها

ماهی کپور علفخوار از استخر پرورش ماهیان گرمابی استان خوزستان در تابستان ۱۳۹۴ تهیه و سپس سر و دم آنها زده و امعاء و احشا تخلیه شد. در مرحله بعد گوشت ماهی بوسیله دستگاه استخوان‌گیر (مدل ATC 400) از پوست و استخوان جدا و سپس فیله‌ها با وزن ۱۵۰ گرم تهیه شدند. فیله‌های تهیه شده چندین مرتبه با آب شست‌وشو و در یونولیت حاوی یخ (نسبت ۱:۱) به کارخانه بسته‌بندی شیلان در دزفول منتقل شدند. فیله‌ها به روش معمولی، خلأ و سیل وکیوم (مدلPMSV 100) بسته‌بندی شدند.

آزمایش هاهر ۳ روز یکبار در روزهای۰، ۳، ۶، ۹، ۱۲، ۱۵ با ۳ تکرار از هر تیمار صورت گرفت (Cyprian *et al*., 2015). اندازه‌گیری pH نمونه‌ها با دستگاه pH متر دیجیتال مدل (۷۱۳ Metrohm) انجام شد. اندیس پراکسید برحسب میلی‌اکی‌والان اکسیژن فعال در هر کیلوگرم چربی ماهی طبق روش (پروانه، ۱۳۸۶) تعیین گردید. بازهای نیتروژنی فرار (TVN) با استفاده از دستگاه کلدال اتوماتیک (مدل V40) اندازه‌گیری و نتایج بر حسب میلی‌گرم مواد ازته فرار در ۱۰۰ گرم گوشت ماهی ارائه شدند (پروانه، ۱۳۸۶). اندازه‌گیری تیوباربیتوریک اسید مطابق با روش (AOAC, 1998) انجام شد. شمارش کل باکتری‌های هوازی با استفاده از روش استاندارد شماره ۲۳۲۵ (۱۳۸۰) انجام شد.

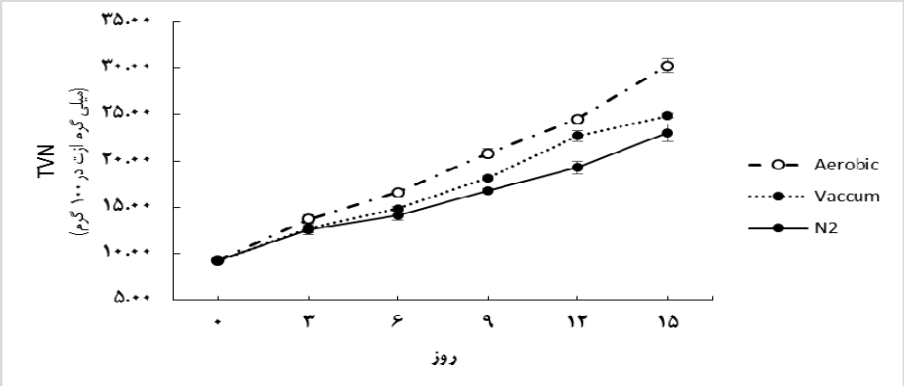
نتایج

میزان pH در تمامی تیمارها روند افزایشی نشان داد (نمودار ۱) و تا روز نهم تفاوت معنی‌داری بین آنها مشاهده نشد ($p>0/05$). از روز دوازدهم به بعد تفاوت معنی‌دار آماری بین تیمارها مشاهده شد ($p<0/05$) و بیشترین میزان آن در روز پانزدهم مطالعه در بسته‌بندی هوازی بود (۰/۱۸±۶/۸۶).



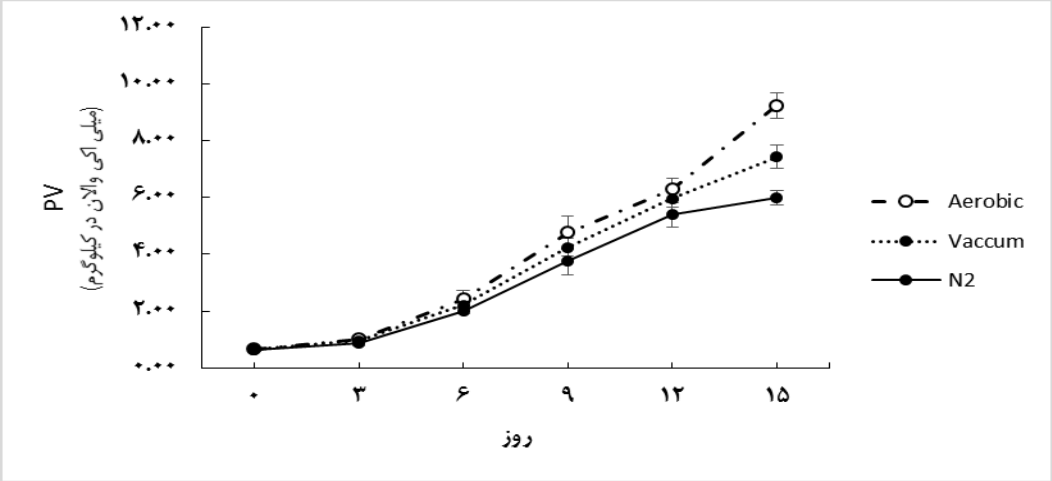
نمودار۱: تغییرات میزان pH فیله کپور علفخوار در بسته‌بندی‌های مختلف در دمای یخچال (Aerobic: هوازی، Vacuum: خلاء، N2 سیل وکیوم)

در بسته‌بندی معمولی بین میزان مواد ازته فرار (TVN) (نمودار ۲) از روز صفر تا روز پانزدهم اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($p>0/05$). در بسته‌بندی تحت خلأ و سیل-وکیوم از روز ششم به بعد بین روزهای مختلف آزمایش تفاوت معنی‌دار آماری مشاهده نشد ($p>0/05$). در تمامی تیمارها تا روز پانزدهم آزمایش میزان بازهای نیتروژنی فرار روند افزایشی نشان دادند. بیشترین و کمترین مقدار آن به ترتیب در روز پانزدهم در تیمار بسته‌بندی معمولی (۰/۷۹±۳۰/۳۱میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) (جدول ۱) و در روز اول در تیمار سیل‌وکیوم (۰/۱۳±۹/۲۶میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) (جدول ۱) مشاهده گردید.



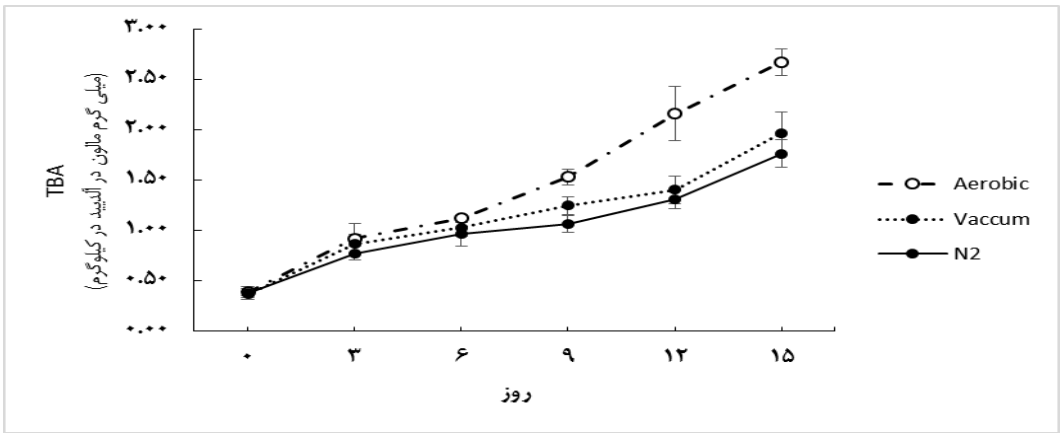
نمودار ۲: تغییرات میزانTVN فیله کپور علفخوار در بسته‌بندی‌های مختلف در دمای یخچال (Aerobic: هوازی، Vacuum: خلاء، N2 سیل وکیوم)

در بسته‌بندی معمولی از روز صفرتا پانزدهم اختلاف معنی-داری بین مقادیر پراکسید مشاهده نشد($p>0/05$). میزان پراکسید در بسته‌بندی تحت خلأ و سیل‌وکیوم در روزهای صفر تا دوازدهم اختلاف معنی‌داری نداشتند ($p>0/05$). اما بین مقدار آنها با مقدار پراکسید در روز پانزدهم اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید ($p<0/05$). طبق نمودار ۳ مقدارپراکسید (PV) در ماهی آمور علفخوار بسته‌بندی شده در هر سه روش با افزایش مدت زمان نگهداری در دمای یخچال افزایش پیدا کرد و درتمام تیمارها بالاترین مقدار در روز پانزدهم بدست آمد. اما میزان افزایش در روش بسته‌بندی سیل‌وکیوم کمتر از دو روش دیگر بود .



نمودار ۳: تغییرات میزان PV فیله کپور علفخوار در بسته‌بندی‌های مختلف در دمای یخچال (Aerobic: هوازی، Vacuum: خلاء، N2 سیل وکیوم)

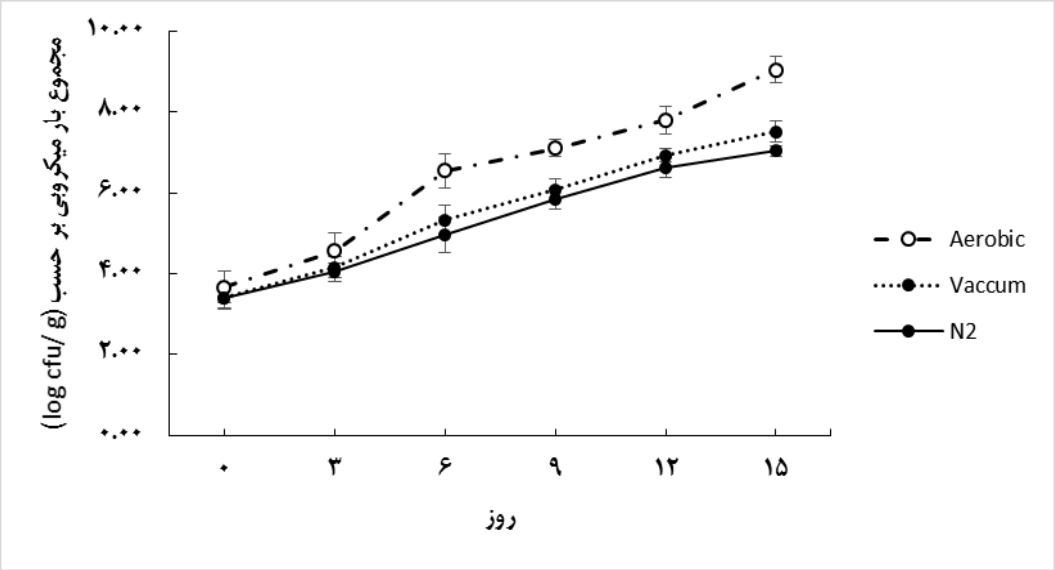
بیشترین میزان تیوباربیتوریک اسید (TBA) در بسته‌بندی معمولی، تحت خلاء و سیل‌وکیوم به ترتیب (۰/۱۴±۲/۶۷)، (۰/۲۱±۱/۹۷) و (۰/۱۳±۱/۷۷) میلی‌گرم مالون در آلدیید در کیلوگرم در روزهای پانزدهم مشاهده شد (جدول۱). در بسته-بندی معمولی بین میزان تیوباربیتوریک اسید از روز صفر تا روز پانزدهم اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($p>0/05$). در بسته‌بندی خلأ و سیل‌وکیوم بین میزان این فاکتور در روزهای صفر، سوم، ششم و نهم تا پانزدهم اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($p>0/05$)، اما بین سه روز اول آزمایش و سه روز آخر تفاوت معنی‌دار به دست آمد ($p<0/05$).



نمودار۴: تغییرات میزان TBA فیله کپور علفخوار در بسته‌بندی‌های مختلف در دمای یخچال (Aerobic: هوازی، Vacuum: خلاء، N2 سیل وکیوم)

میزان کل باکتری‌های زنده در روز اول آزمایش در تیمارهای مختلف بالا بود و این روند تا روز پانزدهم ادامه داشت که در بسته‌بندی معمولی در روز نهم به بالاتر از حد مجاز رسید (10^7log cfu/ g).

میزان کل باکتری‌های زنده در بسته‌بندی تحت‌خلاء و سیل-وکیوم در روز پانزدهم به بیشترین مقدار و از حد مجاز بالاتر رفت. از روزهای نهم تا پانزدهم بین میزان کل باکتری‌های زنده در بسته‌بندی تحت‌خلاء و سیل‌وکیوم تفاوت معنی‌دار آماری دیده نشد ($p>0/05$). بین میزان کل باکتری‌های زنده در بسته‌بندی معمولی در روزهای صفر تا پانزدهم اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($p>0/05$).



نمودار ۵: تغییرات میزان TVC فیله کپور علفخوار در بسته‌بندی‌های مختلف در دمای یخچال (Aerobic: هوازی، Vacuum: خلاء، N2 سیل وکیوم)

جدول ۱: نتایج آزمون‌های شیمیایی و میکروبی فیله کپورعلفخوار در بسته‌بندی‌های مختلف

شاخص	بسته بندی	روز					
		۰	۳	۶	۹	۱۲	۱۵
TVC log cfu/ g	معمولی	۳/۶۷±۰/۳۹ a	۴/۵۶±۰/۴۷ a	۶/۵۵±۰/۴۳ a	۷/۱۲±۰/۲۱ a	۷/۸±۰/۳۴ a	۹/۰۶±۰/۳۴ a
	خلاء	۳/۴۱±۰/۲۹ a	۴/۱۶±۰/۲۵ ab	۵/۳۳±۰/۳۶ b	۶/۰۸±۰/۲۶ b	۶/۹۳±۰/۱۶ b	۷/۵۲±۰/۲۶ b
	سیل وکیوم	۴/۴۰±۰/۲۵ a	۴/۰۴±۰/۲۳ b	۴/۹۶±۰/۴۴ b	۵/۸۶±۰/۲۵ b	۶/۶۲±۰/25 b	۷/۰۴±۰/۱۲ c
TBA میلی‌گرم مالون در آلدیید در کیلوگرم	معمولی	۰/۳۹±۰/۰۵ a	۰/۹۲±۰/۱۶ a	۱/۱۲±۰/۰۲ a	۱/۵۳±۰/۰۸ a	۲/۱۶±۰/۲۷ a	۲/۶۷±۰/۱۴ a
	خلاء	۰/۳۷±۰/۰۶ a	۰/۸۷±۰/۱۰ a	۱/۰۳±۰/۰۸ a	۱/۲۵±۰/۰۹ b	۱/۴۱±۰/۱۴ b	۲/۹۷±۰/۲۱ b
	سیل وکیوم	۰/۳۸±۰/۰۲ a	۰/۷۸±۰/۰۷ a	۰/۹۷±۰/۱۲ a	۱/۰۷±۰/۰۸ b	۱/۳۱±۰/۰۹ b	۱/۷۷±۰/۱۳ b
pH	معمولی	۶/۱۷±۰/۰۶ a	۶/۲۲±۰/۰۵ a	۶/۲۶±۰/۰۷ a	۶/۳۰±۰/۰۳ a	۶/۳۰±۰/۰۴ a	۶/۸۶±۰/۱۸ a
	خلاء	۶/۲۰±۰/۰۱ a	۶/۲۲±۰/۰۳ a	۶/۲۳±۰/۰۵ a	۶/۲۳±۰/۰۳ a	۶/۲۶±۰/۰۳ ab	۶/۶۱±۰/۰۷ ab
	سیل وکیوم	۶/۱۹±۰/۰۱ a	۶/۲۲±۰/۰۲ a	۶/۲۲±۰/۰۲ a	۶/۱۶±۰/۰۲ a	۶/۲۵±۰/۰۲ b	۶/۴۸±۰/۰۳ b

ادامه جدول ۱:

PV میلی‌اکی والان در کیلوگرم	معمولی	۰/۶۶±۰/۰۷ [a]	۱/۰۱±۰/۰۹ [a]	۲/۴۲±۰/۳۰ [b]	۴/۷۶±۰/۰۶ [a]	۶/۲۸±۰/۴۰ [a]	۹/۲۳±۰/۴۵ [a]
	خلاء	۰/۶۷±۰/۰۳ [a]	۰/۹۶±۰/۱۴ [a]	۲/۲۰±۰/۱۰ [a]	۴/۲۵±۰/۳۳ [a]	۵/۹۶±۰/۳۱ [a]	۷/۴۳±۰/۴۲ [b]
	سیل وکیوم	۰/۶۳±۰/۰۴ [a]	۰/۸۶±۰/۰۶ [a]	۲/۰۱±۰/۰۹ [a]	۳/۷۶±۰/۴۶ [a]	۵/۳۹±۰/۴۴ [a]	۵/۹۹±۰/۲۶ [c]
TVN میلی‌گرم ازت در ۱۰۰ گرم	معمولی	۹/۲۸±۰/۱۵ [a]	۱۳/۷۶±۰/۴۲[a]	۱۶/۵۹±۰/۱۷[b]	۲۰/۸۱±۰/۴۸ [a]	۲۴/۵۲±۰/۳۲[a]	۳۲/۳۱±۰/۷۹[a]
	خلاء	۹/۲۵±۰/۰۸ [a]	۱۲/۷۴±۰/۵۲[ab]	۱۴/۸۵±۰/ ۲۲[b]	۱۸/۱۷±۰/۱۷[b]	۲۲/۷±۰/۵۶ [b]	۲۴/۸۸±۰/۲۲[b]
	سیل وکیوم	۹/۲۶±۰/۱۳ [a]	۱۲/۵۷±۰/۴۷ [b]	۱۴/۱۸±۰/۵۴[b]	۱۶/۸۱±۰/۱۸ [c]	۱۹/۲۹±۰/۷۰ [c]	۲۳/۰۴±۰/۹۴[c]

بحث

pH بالاتر از ۷ در گوشت ماهی نشانه فساد ماهی می‌باشد (استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۲۸، ۱۳۸۶) که بر این اساس میزان pH در تمام تیمارهای مورد مطالعه طی دوره نگهداری در محدوده مجاز بود.

بالارفتن pH به دلیل تولید و تجمع ترکیبات آمینه است که عمدتاً ناشی از فعالیت میکروبی و تجزیه ترکیباتی مانند آمونیاک و تری‌متیل‌آمین‌هاست (Del Nobil & Conte, 2013). روند افزایش pH در فیله کپور علفخوار بسته‌بندی معمولی از بسته‌بندی خلأ و سیل وکیوم بیشتر بود. تولید دی-اکسیدکربن از بافت در بسته‌بندی خلاء و تزریق نیتروژن در بسته‌بندی سیل‌وکیوم می‌تواند در کنترل میکروب‌ها موثر باشد که با نتایج میکروبی این مطالعه نیز همخوانی دارد (اعتمادیان و همکاران، ۱۳۹۰).

مقدار کل بازهای نیتروژن فرار (TVB-N) شاخص مهم فساد در آبزیان است که افزایش آن با فعالیت باکتری‌ها و آنزیم‌های فساد مرتبط است. مقدار ۳۵-۳۰ میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم ماهی به عنوان حد مجاز بازهای نیتروژن فرار محسوب می‌گردد (Jezek & Buchtová, 2014).

مقدار بازهای نیتروژن فرار در روز اول مطالعه در گروه کنترل ۹/۲۸±۰/۱۵ میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم بود که در روز پانزدهم به ۳۰/۳۱±۰/۷۹ میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم رسید. در بسته‌بندی خلاء و سیل‌وکیوم در آخرین روز دوره به ترتیب به ۲۴/۸۸±۰/۲۲ و ۲۳/۰۴±۰/۹۴میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم رسید که پایین‌تر از میزان مجاز بود. افزایش مقدار این ترکیبات در طول دوره به علت فساد ناشی از باکتری‌های هوازی است (Anelich *et al*., 2001). مطالعات مشایخی و همکاران (۱۳۹۲) در مورد اثر بسته‌بندی‌های معمولی، خلأ و اتمسفر تغییر یافته بر ماندگاری ماهی تیلاپیا نیل نگهداری شده در دمای یخچال و مطالعات (Gunsen *et al*., 2011) در مورد ماندگاری ماهی آنچوی بسته‌بندی شده با روش خلاء، معمولی و اتمسفر تغییر یافته روند تغییرات TVB-N را افزایشی اعلام کردند که علت آن را به فعالیت باکتری‌ها و آنزیم‌های اتولیتیکی موجود در گوشت ماهی نسبت دادند. Ozogul و همکاران (۲۰۰۴) در مطالعه خود تاثیر روش‌های مختلف بسته‌بندی را بر ویژگی‌های شیمیایی، حسی و میکروبی ماهی ساردین (*Sardina pilchardus*) بررسی کردند و نشان دادند که با افزایش زمان نگهداری میزانTVB-N افزایش می‌یابد که در بسته‌بندی خلاء این روند آهسته‌تر از معمولی بود و تفاوت معنی‌دار آماری داشت.

علت اینکه میزانTVB-N در بسته‌بندی خلأ و سیل-وکیوم نسبت به معمولی در شرایط نگهداری در یخچال افزایش کمتری پیدا نمود می‌تواند به دلایل ذیل باشد:

۱-حضور دی‌اکسیدکربن ناشی از فعالیت‌های تنفسی در طول دوره نگهداری که مانع از رشد میکروارگانیسم‌ها و در نتیجه

مانع تولید TVB-N در بافت ماهی می‌گردد (Erkan *et al.*, 2011).

۲-کاهش فعالیت و جمعیت باکتریایی برای اکسیدشدن و برداشتن آمین از ترکیبات نیتروژنی غیر پروتئینی بدلیل اکسیژن کمتر و یا هر دو می‌باشد (Erkan, 2012).

۳-باید توجه داشت که عامل TVB-N به تنهایی نمی‌تواند شاخص مناسبی برای زمان ماندگاری فیله‌ها باشد چون از نظر طعم و بافت روی کیفیت فیله ها تاثیرگذار است.

اکسیداسیون اولیه در آبزیان با اندیس پراکسید PV و ثانویه با باربیتیوریک اسید (TBA) مشخص می‌گردد. شاخص پراکسید بین صفر تا ۲ بسیار مطلوب، دو تا پنج خوب، پنج تا هشت قابل پذیرش و بالاتر از ۱۰ میلی‌اکی والان اکسیژن در یک کیلوگرم چربی به علت طعم تند فیله‌ها قابل پذیرش نیست (Erkan *et al.*, 2011). در بسته‌بندی معمولی و تحت خلاء میزان پراکسید تا روز دوازدهم قابلیت پذیرش و در بسته‌بندی سیل‌وکیوم تا روز پانزدهم قابلیت پذیرش داشت. مطالعه Arashisar و همکاران (۲۰۰۴) نشان داد که تاثیر بسته‌بندی اتمسفر تغییر یافته و خلاء بر روی ویژگی‌های میکروبی و شیمیایی فیله ماهی قزل آلای رنگین کمان تاثیر معنی‌داری بر روی میزان پراکسید در طول زمان نگهداری ۱۴ روز در دمای یخچال نداشت. نتایج مطالعه هدایتی‌فرد و اروجعلیان (۱۳۸۹) در فیله اوزون‌برون تازه در شرایط بسته-بندی اتمسفر تغییر یافته و خلأ نشان داد که میزان پراکسید در تیمار ۶۰ درصد دی‌اکسیدکربن و ۴۰ درصد نیتروژن و تیمار شاهد در روز پانزدهم و نهم به بالاتر از حد مجاز مصرف انسانی (۱۰میلی اکی والان اکسیژن در یک کیلوگرم چربی) رسید. در مطالعه شاملوفر و همکاران (۱۳۹۱) بر روی فیله قزل‌آلای رنگین‌کمان در هر دو تیمار بسته‌بندی خلاء و بسته-بندی با ۵۰ درصد نیتروژن، ۴۵ درصد دی‌اکسیدکربن و ۵ درصد اکسیژن نشان از افزایش پراکسید بود که در تیمار خلاء در روز یازدهم و در تیمار دیگر در روز سیزدهم به حد مجاز رسید. مطالعات فوق وجود گاز نیتروژن و دی‌اکسیدکربن را عامل اصلی در کاهش پراکسید در تیمارهای بسته‌بندی با گاز دانستند که مانع رشد میکروارگانیسم ها می شوند. فقدان گاز اکسیژن در بسته‌بندی‌های خلأ و سیل‌وکیوم باعث می‌شود که عدد پراکسید تغییر چندانی نکند. علت کمتر بودن میزان پراکسید در بسته‌بندی سیل‌وکیوم در مقایسه با دو روش دیگر این است که در این بسته‌بندی از گاز نیتروژن استفاده می‌شود که این گاز افزایش اکسیداسیون و در نتیجه شکل‌گیری پراکسید را به تأخیر می‌اندازد (رستم‌زاده و همکاران، ۱۳۸۸). حد مجاز پراکسید در فیله ماهی جهت مصرف انسانی ۱۰ میلی‌اکی‌والان اکسیژن در یک کیلوگرم چربی عنوان شده است (Huss, 1995) که در تمام تیمارها میزان پراکسید تا پایان روز پانزدهم در محدوده مجاز مشاهده شد. افزایش پراکسید در روزهای اولیه آزمایش نشان‌دهنده اکسیداسیون چربی‌ها و تشکیل هیدروپراکسیدهاست. بعد از رسیدن به حد ماکزیمم، هیدروپراکسیدها کاهش و اکسیداسیون ثانویه چربی‌ها آغاز می‌گردد. در این تحقیق روند تغییرات مقدار تیوباربیتوریک اسید (TBA) طی دوره نگهداری افزایشی بود. این نتایج با نتایج حاصل از آزمایشات Taheri و Motallebi (2012)، و جواهری بابلی و همکاران (۱۳۹۴) همخوانی داشت. در مطالعات آنها تمامی نمونه‌ها افزایش TBA را با اختلاف معنی‌دار نشان دادند ($p<0/05$).

مقدار افزایش تیوباربیتوریک اسید طی نگهداری در یخچال در بسته‌بندی‌های خلأ کمتر از بسته‌بندی معمولی بود که علت آن فقدان اکسیژن در این بسته‌بندی‌هاست که سبب

کاهش اکسیداسیون در ماهی و در نتیجه کاهش شکل‌گیری مالون‌آلدئید که ترکیب ثانویه اکسیداسیون است می‌شود (Garrido *et al.*, 2014) و نیز علت اینکه میزان تیوباربیتوریک اسید در بسته‌بندی سیل‌وکیوم نسبت به بسته-بندی خلأ و معمولی پائین‌تر بود به دو دلیل است: فقدان اکسیژن و وجود گازنیتروژن در بسته‌بندی سیل‌وکیوم که سبب به تعویق انداختن اکسیداسیون چربی‌ها می‌شود (Shah *et al.*, 2009).

میزان مجاز تیوباربیتوریک اسید (TBA) در گوشت ماهی بسته به نوع گونه بین ۳-۲ و ۴-۳ میلی‌گرم مالون‌آلدئید در کیلوگرم گوشت ماهی می‌تواند تغییر کند (Zhang *et al.*, 2015). در بسته‌بندی خلأ و سیل وکیوم تا روز پانزدهم میزان تیوباربیتوریک اسید کمتر از ۲ میلی‌گرم مالون‌آلدئید در کیلوگرم چربی نمونه بود ولی در روز دوازدهم و پانزدهم در بسته‌بندی معمولی میزان تیوباربیتوریک اسید بیشتر از حد مجاز بود.

در دمای یخچالی باکتری‌هایی مانند سودوموناس‌ها لیپاز و فسفولیپاز فعال هستند که سبب افزایش اسیدهای چرب آزاد می‌شوند که آسیب‌پذیری بالایی به اکسیداسیون دارند و به هیدروپراکسیدها تبدیل می‌شوند. هیدروپراکسیدها در نهایت به ترکیبات دیگر مانند آلدییدها و کتون‌ها تبدیل می‌شوند. در این مطالعه افزایش رشد میکروب‌ها با افزایش ترکیبات فوق همخوانی دارد. تعداد باکتری‌های هوازی در هر سه تیمار از روز دوازدهم به مقدار زیادی افزایش یافت و در روز پانزدهم از حد مجاز (10^7 log cfu/ g) (ICMSF, 2002) بالاتر رفت. ذوالفقاری و همکاران (۱۳۹۰) نشان دادند جمعیت میکروبی گوشت ماهی به دلیل عوامل محدودکننده حاصل از رشد خودشان بیشتر از ۸ log cfu/ g افزایش نمی‌یابد.

در مطالعه حاضر این روند در بسته‌بندی سیل‌وکیوم کمتر از خلاء و در خلاء کمتر از معمولی بود. گاز نیتروژن می‌تواند باعث کاهش pH شود. این پدیده باعث طولانی شدن فاز تاخیر و در نتیجه کاهش سرعت رشد میکروبی در طول فاز لگاریتمی می‌شود (Arashisar *et al.*, 2004).

با توجه به شمارش صورت گرفته میزان جمعیت کل باکتری‌های زنده در بسته‌بندی معمولی در روز دوازدهم و نیز تمام بسته‌بندی‌ها در روز پانزدهم از محدوده استاندارد خارج گردید.

با توجه به نتایج به دست آمده در این تحقیق میزان ماندگاری فیله کپور علفخوار در بسته‌بندی سیل‌وکیوم ۱۲ روز می‌باشد.

منابع

استاندارد ملی ایران، ۱۳۸۰. میکروبیولوژی. آیین کاربرد روش‌های عمومی آزمایش‌های میکروبیولوژی. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. شماره ۲۳۲۵. ۳۱ صفحه.

استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۲۸، ۱۳۸۶. گوشت و فرآورده‌های آن. اندازه‌گیری pH . صفحات ۸-۱.

اعتمادیان،ی.، شعبانپور، ب.، صادقی ماهونک، ع.، شعبانی، ع.، یحیایی، م. و دوردینی، خ.،۱۳۹۰. اثر بسته‌بندی تحت خلأ بر ویژگی‌های شیمیایی، میکروبی و حسی فیله‌های ماهی سفید*Rutilus frisii kutum* نگهداری شده در یخ، نشریه پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران، ۳۰۴-۲۹۸ :(۴)۷.

پروانه، و.،۱۳۸۶. کنترل کیفی و آزمایش‌های شیمیایی موادغذایی، تهران: انتشارات دانشگاه تهران، چاپ سوم. صفحات:۲۵۱-۲۵۰ و ۳۲۵.

جواهری بابلی، م.، ولایت زاده، م.، جاگیر، م. و پاشایی، ا.، ۱۳۹۴. تاثیر بسته بندی تحت خلاء بر کیفیت و ماندگاری فیله ماهی فیتوفاگ طی دوره نگهداری در دمای یخچال. مجله بهداشت مواد غذایی، ۱۰۹-۹۱ :۵(۱).

ذوالفقاری، م.، شعبانپور، ب. و فلاح زاده، س.، ۱۳۹۰. بررسی روند تغییرات شیمیایی، میکروبی و حسی فیلهماهی قزل آلای رنگین کمان جهت تعیین مدت زمان ماندگاری آن طی نگهداری در دمای یخچال، مجله شیلات (منابع طبیعی) ایران، ۱۱۹-۱۰۷ :۶۴(۲).

رستم زاده، ه.، شعبان پور، ب.، شعبانی، ع. وکاشانی نژاد، م.، ۱۳۸۸. بسته‌بندی تحت خلأ و تأثیر آن بر اندیس‌های فساد اکسیداتیو و هیدرولیتیک چربی در فیله‌های منجمد ماهی قره‌برون در طی۶ ماه نگهداری در دمای$^{\circ}C$۱۸-، نشریه دامپزشکی (پژوهش و سازندگی)، ۳۴-۲۹ :۸۳.

شاملوفر، م.، حسینی، س.ا.، کمالی، ا. و مطلبی، ع.، ۱۳۹۱. مقایسه زمان ماندگاری فیله قزل‌آلای رنگین کمان *Onchorhyncus mykiss* بسته‌بندی شده با روش اتمسفر اصلاح شده MAP و بسته‌بندی در خلأ در دمای یخچال، مجموعه مقالات دومین سمینار ملی امنیت غذایی، سوادکوه: دانشگاه آزاد اسلامی واحد سوادکوه.

مشایخی، ف.، مرادی، ی.، گوهری اردبیلی، ا.، محمدزاده میلانی، ج.، زارع‌گشتی، ق . و رضوانی گیل‌کلائی، ع.، ۱۳۹۲. اثر بسته‌بندی‌های مختلف به روی ویژگی‌های میکروبی، شیمیایی و حسی فیله ماهی تیلاپیا نیل نگهداری شده در دمای یخچال. مجله علمی شیلات ایران، ۱۰۰-۸۵ :۲۲(۱).

مقصودلو، ت.، معینی، س.، غرقی، ا. و سلمانی، ع.، ۱۳۸۹. بررسی تغییرات شیمیایی، میکروبی و ارگانولپتیک ماهی قزل آلای رنگین کمان در اتمسفر تغییر یافته. مجله علوم آبزیان. ۱۱-۱ :۱(۱).

هدایتی‌فرد، م. و اروجعلیان، ع.ر.، ۱۳۸۹. افزایش زمان ماندگاری فیله ماهی اوزون برون تازه *Acipenser stellatus* در شرایط بسته‌بندی تحت اتمسفر اصلاح شده و خلأ، مجله علمی شیلات ایران، ۱۴۰-۱۲۷ :۱۹(۳).

AOAC, 1998. AOAC official method 971.14. Trimethylamine nitrogen in seafood colorimetric method. Hungerford JM (Chapter ed). Fish and other marine products. In: Cunniff P (ed) Official methods of analysis of AOAC international, Chap 35, 7P.

Anelich, L.E., Hoffman, L.C. and Swanepoel, M.J., 2001. The influence of packaging methodology on the microbiological and fatty acid profiles of refrigerated African catfish fillets. Journal of Applied Microbiology, 91: 22-28.

Arashisar, S., Hisar, O., Kaya, 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: 209-214.

Cyprian, O.O., Nguyen, M.V., Sveinsdottir, K., Jonsson, A., Tomasson, T., Thorkelsson, G. and Arason, S., 2015. Influence of smoking and packaging methods on lipid stability and microbial

quality of Capelin (*Mallotus villosus*) and Sardine (*Sardinella gibossa*). Food Science and Nutrition, 3: 404-414.

Del Nobile, M.A. and Conte, A., 2013. Packaging for Food Preservation. Springer pub. 193P.

Erkan, N., Ulusoy, S. and Tosun, S.Y., 2011. Effect of combined application of plant extract and vacuum packaged treatment on the quality of hot smoked rainbow trout. Journal of Consumer Protection and Food Safety, 6: 419- 426.

Erkan, N., 2012. The effect of thyme and garlic oil on the preservation of vacuum-packaged hot smoked rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Food Bio-process and Technology. 5: 1246–1254.

Garrido, M.D., Hernandez, M.D., Espinosa, M.C. and Lopez, M.B., 2014. Enhanced quality characteristics of refrigerated sea-bream (*Sparus aurata*) fillets packed under different systems (modified atmosphere vs. vacuum). Journal of Aquatic Food Product Technology. 25: 156-168.

Gunsen, U., Ozcan, A. and Aydin, A., 2011. Determination of Some Quality Criteria of Cold Storage Marinated Anchovy under Vacuum and Modified Atmosphere Conditions. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 11: 233-242.

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

Han, J.H., 2014. Innovations in Food Packaging. Elsevier Pub. 589p.

Huss, H.H., 1995. Quality and quality changes in fresh fish. FAO Fisheries Technical Paper No. 348, Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations, Rome, Italy.

International Commission on Microbiological Specifications for Foods(ICMSF). **2002**. Micro-organisms in foods 7, microbiological testing in food safety management. Kluwer/ Plenum /Springer, London.

Jezek, F. and Buchtová, H., 2014. The effect of vacuum packaging on physicochemical changes in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) during cold storage. 83: 51-58.

Ozogul, F., Polat, A. and 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.

Poli, B.M., Messini, A., Parisi, G., Scappini, F., Vigiani, V., Giorgi, G. and Vincenzini, M., 2006. Sensory, physical, chemical and microbiological changes in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fillets packed under modified atmosphere/air or prepared from whole fish stored in ice. International Journal of Food Science and Technology, 41: 444–454.

Shah, A.A.K.M., Tokunaga, C., Kurihara, H. and Takahashi, K., 2009. Changes in lipids and their contribution to the taste of migaki-nishin (dried herring fillet) during drying. Food Chemistry.115: 1011–1018.

Taheri, Sh. and Mottalebi, A.b., 2012. Influence of Vacuum Packaging and Long Term Storage on Some Quality Parameters of Cobia (*Rachycentron canadum*) Fillets During Frozen Storage. Agriculture and Environment Science. 12(4): 541-547.