نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۷، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۰، ص. ۳۰۴-۲۹۸

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 7, No. 4, 2012, p. 298-304

اثر بسته بندی تحت خلاء بر ویژگی های شیمیایی، میکروبی و حسی فیله های ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*) نگهداری شده در یخ

یاسمن اعتمادیان[۱]- بهاره شعبانپور[۲*] - علیرضا صادقی ماهونک[۳]- علی شعبانی[۴]- محسن یحیایی[۵]- خدر دوردیئی[۶]

تاریخ دریافت: ۸۹/۹/۱۷
تاریخ پذیرش: ۹۰/۵/۲۳

چکیده

تمام فراورده های غذایی به دلیل رعایت بهداشت، نگهداری، توزیع مناسب و حفظ کیفیت نیاز به بسته بندی دارند، و بسته بندی تحت خلاء یکی از روش های جلوگیری از فساد است. بدین منظور در این تحقیق، تغییرات برخی از فاکتورهای کیفی فیله های ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*) نگهداری شده در بسته بندی های تحت خلاء و معمولی به مدت ۱۸ روز در یخ همانند بازهای نیتروژنی فرار (TVB-N)، pH، ظرفیت نگهداری آب (WHC)، اندیس تیوباربیوتوریک اسید (TBARS)، خصوصیات حسی و تعداد باکتری های سرمادوست (PTC) مورد بررسی قرار گرفتند. pH نمونه های بسته بندی شده به شکل معمولی، با افزایش آلودگی به باکتری های سرما دوست، افزایش یافت. نتایج حاصل از آزمون میکروبی نشان داد که تغییرات در بار باکتریایی فیله های ماهی سفید، ارتباط مستقیمی با کیفیت حسی فیله ها در هر دو نوع بسته بندی در خلاء و معمولی دارد، و ماندگاری و کیفیت فیله های بسته بندی شده در خلاء در مقایسه با بسته بندی به شکل معمولی بهتر بود، به طوری که بسته بندی تحت خلاء موجب افزایش ماندگاری فیله ها به مدت ۳ روز نسبت به فیله های بسته بندی شده به شکل معمولی گردید و به طور موثری، تولید بازهای فرار نیتروژنی را کنترل کرد، اما قادر به کنترل اکسیداسیون چربی طی نگهداری در یخ نبود. بنابراین بسته بندی تحت خلاء باعث افزایش زمان نگهداری و حفظ بهتر کیفیت های حسی، شیمیایی و میکروبیولوژیکی فیله های ماهی سفید در یخ می گردد.

واژه‌های کلیدی: بسته بندی تحت خلاء، ماندگاری، ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*)

مقدمه

غذاهای دریایی به دلیل غنی بودن از نظر پروتئین ها، ویتامین های محلول در چربی و اسیدهای چرب چند غیر اشباع امگا ۳ ، که اهمیت زیادی در رژیم غذایی بشر دارند توجه زیادی را به خود معطوف داشته اند (Perez-Alonso & *et al*, 2004)، اما غذاهای دریایی فراورده هایی فساد پذیر هستند و معمولا سریعتر از غذاهای گوشتی دیگر فاسد می شوند و گوشت آنها پس از مرگ مستعد تغییرات بیشتری نسبت به گوشت های دیگر است. این مسئله ممکن است به خاطر ترکیب متفاوت غذاهای دریایی و گوشت های دیگر باشد (Stamatis & Arkoudelos, 2007)، بنابراین نمی توان ماهی را بیش از ۱۲ الی ۱۵ ساعت در دمای محیط نگهداری کرد (Shakila & *et al*, 2005) زیرا ماندگاری ماهیان در هوا به اثرات شیمیایی اکسیژن اتمسفر و رشد میکروارگانیسم های هوازی مولد فساد وابسته است (Ozogul & *et al*, 2004). افزایش تقاضای مصرف ماهی تازه یکی از تمایلات اصلی در خرید ماهی است، بنابراین علاوه بر سالم و خوش طعم بودن گوشت ماهی، راه هایی برای توزیع مناسب آنها مورد نیاز است (Mendes & Goncalvez, 2008). بسته بندی تحت خلاء یکی از روش های مناسب بسته بندی در به تعویق

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده شیلات و محیط زیست دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۲و۴- به ترتیب دانشیار و استادیار گروه شیلات دانشکده شیلات و محیط زیست دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
(*- نویسنده مسئول: (Email: bshabanpour@yahoo.com
۳- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۵- معاون صید و صیادی اداره شیلات استان گلستان
۶- کارشناس فن آوری صید اداره شیلات استان گلستان

انداختن فساد فراورده های دریایی است که موجب افزایش مدت ماندگاری و حفظ کیفیت کلی ماهی ها برای مدت بیشتر می گردد. خروج اکسیژن در این بسته بندی ها نه تنها باعث به تاخیر انداختن فساد میکروبی می شود بلکه به دنبال آن فساد غیر میکروبی فراورده را نیز به تاخیر می اندازد و زمان ماندگاری فراورده های گوشتی را ضمن حفظ کیفیت و تازگی آنها در طی نگهداری افزایش می دهند (Sahoo & Kumer, 2005). همچنین گزارش شده است که در این گونه از بسته بندی ها حلالیت دی اکسید کربن تولید شده در عضله، اثر تثبیتی روی pH دارد به طوری که از افزایش ترکیبات نیتروژنی فرار و آمونیوم که از طریق متابولیسم باکتریها ایجاد می گردند و می توانند روی pH گوشت اثر بگذارند، جلوگیری کنند(Mendes & Goncalvez, 2008). فساد ماهیچه ماهی، حاصل تغییراتی است که در نتیجه واکنشهای شیمیایی چون اکسیداسیون چربیها و واکنشهای ناشی از اثر آنزیم های موجود در ماهی و فعالیتهای متابولیکی میکروارگانیسم ها انجام می گیرد که این تغییرات منجر به ماندگاری کوتاه ماهی و فراورده های دریایی دیگر می شود (Galli & *et al*, 1993 ; Perez-Alonso & *et al*, 2004). در بین گونه های متفاوت ماهیان دریایی، ماهی سفید از اهمیت زیادی در بین مصرف کنندگان برخوردار است. این ماهی اغلب به صورت کامل از مغازه های خرده فروشی و یا به صورت فیله شده و شکم خالی از فروشگاه های بزرگ قابل تهیه است. با توجه به ارزش اقتصادی و غذایی ماهی سفید، بررسی تاثیر نوع بسته بندی بر کیفیت و ماندگاری آن همواره حائز اهمیت است، بنابراین هدف از این تحقیق، تخمین ماندگاری در یخ و تعیین کارائی اثر بسته بندی تحت خلاء بر برخی فاکتورهای کیفی و میزان ماندگاری فیله های ماهی سفید می باشد.

مواد و روش ها

مواد

مواد آزمایشی بکار رفته در این تحقیق عبارت بودند از تیوباربیوتوریک اسید، اسید بوریک، اسید کلریدریک، معرف متیل رد، محیط کشت پلیت کانت آگار و اسید استیک گلاسیال که تمامی این مواد دارای خلوص بالایی بوده و از شرکت شیمیایی سیگما خریداری شدند.

آماده سازی، بسته بندی و نگهداری ماهی سفید

۱۵ عدد ماهی سفید (*Rutius frisii kutum*) با میانگین وزن ۹۰۰ گرم از منطقه میانکاله استان گلستان در بهار ۱۳۸۹ صید شد. ماهی ها پس از صید بلافاصله همراه با یخ به آزمایشگاه فراوری آبزیان دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان منتقل و پس از شستشو با آب، فلس گیری و تخلیه شکمی شده و دوباره شسته و فیله شدند. فیله ها به صورت تصادفی در بسته های ۵۰۰ گرمی، بخشی به شکل معمولی و بخشی در خلاء بسته بندی شدند. بسته ها از جنس پلی اتیلن با دانسیته کم و دارای ضخامت ۷۵ میکرومتر با قابلیت تراوایی اکسیژن $52/2\ mlm^{-2}day^{-1}atm^{-1}$، نفوذ پذیری بخار آب $2/4\ gm^{-2}day^{-1}$ و اندازه ۳۰×۲۰ cm بودند. فیله ها پس از بسته بندی، به مدت ۱۸ روز در مجاورت یخ و برای ماندگاری بیشتر یخ، در یخچال نگهداری شدند و در روز های ۰، ۳، ۶، ۹، ۱۲، ۱۵ و ۱۸ دوره نگهداری، به منظور تعیین پارامتر های کیفی (شیمیایی، میکروبیولوژیکی و حسی) مورد آزمایش قرار گرفتند. زمان صفر آزمایشات حدودا ۴ ساعت بعد از اتمام این مراحل محاسبه گردید. (لازم به ذکر است که آزمایش کردن نمونه ها پس از فاسد شدن آنها زودتر از موعد تعیین شده، متوقف شد).

اندازه گیری pH

۲ گرم نمونه گوشت ماهی از هر تیمار به ۱۰ میلی لیتر آب مقطر اضافه و به مدت ۳۰ ثانیه توسط دستگاه هموژنیزر، هموژنیزه گشت سپس pH نمونه ها با یک pH متر مدل Metrohm 713 اندازه گیری شد (Sallam & Samejima, 2004 ; Masniyom & *et al*, 2005).

اندازه گیری ظرفیت نگهداری آب (WHC)

۱۰ گرم از گوشت ماهی قطعه قطعه شده از هر تیمار درون لوله های سانتریفیوژ ریخته شد و به آن ۱۵ میلی لیتر محلول کلرید سدیم (۰/۶ مولار) اضافه گشت. سپس این لوله ها به مدت ۱ دقیقه ورتکس شدند و به مدت ۱۵ دقیقه در دمای $4^{\circ}C$ سرد شدند. سپس در دستگاه سانتریفیوژ به مدت ۱۵ دقیقه در دمای $4^{\circ}C$ و با دور ۳۰۰۰ گرم قرار گرفتند. قابلیت نگهداری آب از رابطه زیر بدست آمد (Zhuang & *et al*, 2008).

$$100 \times (W_{pellet} - W_{raw}) / W_{raw} \qquad (1)$$

W_{raw} = وزن اولیه

W_{pellet} = وزن نمونه پس از سانتریفیوژ

اندازه گیری مجموع بازهای نیتروژنی فرار (TVB-N)

۱۰ گرم نمونه گوشت ماهی را در یک بالن تقطیر ۱۰۰۰ میلی لیتری قرار داده و ۲ گرم اکسید منیزیم و ۳۰۰ میلی لیتر 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 مستقیما در داخل ارلن مایری که حاوی ۲۵ میلی لیتر 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 میلی لیتر 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 در آمد. در پایان، محلول حاصل از تجمع بخارهای تقطیر به وسیله اسید سولفوریک ۰/۱ نرمال تا رسیدن به رنگ پوست پیازی تیتر گردید. مقدار مواد ازته فرار بر حسب میلی گرم در صد گرم نمونه بدست آمد (پروانه، ۱۳۸۶).

اندازه گیری اندیس تیوباربیوتوریک اسید (TBARS)

به ۱۰ گرم نمونه گوشت ماهی موجود در یک بالن تقطیر ۱۰۰۰ میلی لیتری، ۹۷/۵ میلی لیتر آب مقطر افزوده شد و به مدت ۲ دقیقه هم زده شد. سپس ۲/۵ میلی لیتر اسید کلریدریک ۴ مولار به آنها افزوده شد. بعد از اضافه کردن چند قطره ضد کف، بالن را حرارت داده تا در مدت ۱۰ دقیقه از زمان جوش ۵۰ میلی لیتر مایع تقطیر به دست آید. سپس ۵ میلی لیتر از مایع تقطیر با ۴ میلی لیتر معرف تیوباربیوتوریک اسید (این معرف با حل کردن ۰/۲۸۸ گرم پودر معرف تیوباربیوتوریک اسید در ۱۰۰ میلی لیتر اسید استیک گلاسیال ۹۰٪ به دست می آید) در یک لوله آزمایش مخلوط شد. لوله های آزمایش که حاوی مایع تقطیر و معرف بودند همراه با لوله شاهد به مدت ۳۵ دقیقه در بن ماری در دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد قرار گرفتند. بعد از سرد شدن نمونه ها به مدت ۱۰ دقیقه، جذب آنها توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در مقابل محلول شاهد در طول موج ۵۳۸ nm خوانده شد. مقدار تیوباربیوتوریک اسید بر حسب میلی گرم مالونالدهید در کیلوگرم نمونه بدست آمد (Kilinc & *et al*, 2007).

بررسی میکروبی (شمارش باکتری های سرمادوست)

۱۰ گرم از نمونه ماهی در یک کیسه استومیکر قرار داده شد سپس ۹۰ میلی لیتر محلول نمک استریل (۰/۸۵g/۱۰۰ml) به آن اضافه شد. بعد از هموژنیزه کردن به مدت ۱ دقیقه با استفاده از دستگاه استومیکرM400 رقتی تا 10^{-10} تهیه گشت. شمارش باکتری های سرمادوست در محیط کشت پلیت کانت آگار در دمای ۱۰ درجه سانتی گراد و به مدت ۷ روز صورت گرفت. تعداد باکتری به صورت Log cfu/g بیان شد (Arashisar & *et al*, 2004 ; Kilinc & *et al*, 2007).

ارزیابی حسی

اعضای ثابت ارزیاب از بین دانشجویان شیلات دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، به تعداد ۷ نفر و در گروه های سنی ۲۶-۲۴ سال که علاقه مند به خوردن ماهی بودند، انتخاب شدند. نحوه بررسی نمونه ها به آنها آموزش داده شد. نمونه های مربوط به هر تیمار، پس از باز شدن بسته توسط اعضای پانل، از نظر بو مورد ارزیابی حسی قرار گرفتند و سپس طعم همان نمونه ها پس از پخت به مدت ۱ ساعت در دمای ۸۰ درجه سانتی گراد در دستگاه بخارپز خانگی، توسط همان گروه بررسی شد. بر اساس آزمون انجام شده، اعضای پانل برای ماندگاری فیله ماهی سفید امتیازی دادند که این امتیازها بر اساس معیار سنجشی که از ۰ تا ۴ (۰= بسیار بد ؛ ۱=بد ؛ ۲= متوسط ؛ ۳= خوب ؛ ۴= عالی) در نظر گرفته شده بود، انجام گردید (Manju & *et al*, 2007 ; Kilinc & *et al*, 2009). طعم (پس از پخت از نظر ترد و یا خشک بودن بافت، حالت چسبندگی) و بو (از زمانی که بسته توسط گروه ارزیاب باز می گردد) به عنوان دو فاکتور اصلی Masniyom & *et al* (2005) در انتخاب این نوع از مواد غذایی در این گونه از بسته بندی ها نقش موثری دارد.

تجزیه و تحلیل آماری

برای آنالیز داده ها از طرح کاملا تصادفی در قالب فاکتوریل اسپیلت پلات استفاده شد. مقایسه بین میانگین ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح اطمینان ۰/۹۵ و با استفاده از نرم افزار SAS انجام شد.

نتایج و بحث

pH عضله ماهی زنده نزدیک به عدد ۷ است، اما پس از مرگ، بر اساس فصل، گونه و فاکتورهای دیگر، pH به طور قابل ملاحظه ای تغییر می کند (Cakli & *et al*, 2006). در این مطالعه، تغییرات pH فیله های بسته بندی شده در شرایط معمولی و تحت خلاء ماهی سفید نگهداری شده به مدت ۱۸ روز در یخ (جدول ۱)، نشان می دهد که pH تیمار بسته بندی شده در خلاء و معمولی از روز صفر تا پایان روز نهم، اختلاف معنی داری نداشتند، این نتایج با مطالعه Arashisar & *et al* (2004) بر روی فیله های ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorynchus mykiss*) مطابقت دارد. از روز دوازدهم تا پایان دوره نگهداری pH تیمار بسته بندی شده در شرایط معمولی به طور معنی داری بالاتر از تیمار بسته بندی شده در خلاء بود، زیرا بیشتر ماهیان دارای مقادیر اندک کربوهیدرات (کمتر از ۰/۵ درصد) در بافت ماهیچه ای خود هستند به طوری که بعد از مرگ ماهی، مقدار اسید لاکتیک تولید شده در نتیجه واکنش گلیکولیز، کم شده و pH گوشت ماهی بعد از مرحله جمود نعشی به بالاتر از ۶ خواهد رسید. افزایش pH در فیله های ماهی سفید بسته بندی شده در خلاء در مقایسه با فیله های بسته بندی شده در شرایط معمولی کمتر بود که می تواند به دلیل تولید دی اکسید کربنی باشد که از بافت صورت می گیرد (Ashie & *et al*, 1996) و یا به دلیل ایجاد محیط بی هوازی در بسته بندی های خلاء باشد. pH عضله در طی نگهداری به هر دو روش افزایش یافت که ممکن است یکی از دلایل افزایش pH، تولید ترکیبات

قلیایی مانند آمونیاک توسط باکتری هـای عامـل فسـاد مـاهی باشـد (Reddy & *et al*, 1995 ; Masniyom & *et al*, 2005 ; Shakila & *et al*, 2005 ; Chomnawang & *et al*, 2007). افزایش pH نمونه های بسته بندی شده در شرایط معمولی، با افزایش بار آلودگی باکتری های سرما دوست در ارتباط بود.

جدول ۱، درصد ظرفیت نگهداری آب (WHC) فیله هـای مـاهی سفید بسته بندی شده در خلاء و معمولی را طی ۱۸ روز نگهـداری در یخ نشان می دهد. تغییرات اولیه پـس از مـرگ ماننـد تغییـرات pH ، تجزیه و اکسیداسیون پروتئین هـا، نقـش مـوثری در توانـایی گوشـت برای حفظ رطوبت دارنـد (Huff-Lonergan & Lonergan, 2005). میزان WHC با افزایش زمان نگهـداری تـا پایـان روز نهـم اخـتلاف معنی داری در WHC دو تیمار نشان نـداد. از روز دوازدهـم تـا پایـان دوره نگهداری، میزان WHC در تیمار بسته بندی شـده در خـلاء بـه طور معنی داری بالاتر از تیمار بسته بندی شده در شرایط معمولی بود. نتایج Hernandez & *et al* (2009) در بررسی اثر ظرفیت نگهـداری آب فیلـه هـای مـاهی meagre (*Argyrosomus regius*) طـی نگهداری در یخ با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت نـدارد. در طـی دوره نگهداری برای هر دو تیمار، میزان کلی WHC کاهش یافت کـه احتمالا کاهش WHC در ارتباط مستقیم بـا زمـان نگهـداری در یـخ است به طوری که افزایش زمان باعث از دست رفتن آب ماهیچه مـی گـردد (Shakila & *et al*, 2005)، همچنـین تغییـرات اولیـه پـس از مرگ مانند تغییـرات pH، تجزیـه و اکسیداسـیون پـروتئین هـا نقـش موثری در از دست رفتن و یا توانایی گوشت برای حفظ رطوبت دارنـد (Huff-Lonergan & Lonergan 2005).

مقدار TBARS فیله های ماهی سفید در روز صـفر، ۰/۵۶ میلـی گرم مالونالدهید به ازای هر کیلوگرم گوشت ماهی بود که بـا افـزایش مدت زمـان نگهـداری در انتهـای دوره بـه ۲/۹۲ و ۲/۹۱ میلـی گـرم مالونالدهید به ازای هر کیلوگرم گوشت ماهی به ترتیب در تیمار بسـته بندی شده در شرایط معمولی (روز ۱۵) و تحت خـلاء (روز ۱۸) رسـید (جدول ۱)، به طوری که میزان آن از حد مجـاز TBARS مـاهی کـه بین ۱ تا ۲ میلـی گـرم مالونالدهیـد در یـک کیلـوگرم گوشـت مـاهی گزارش شده است، بالاتر رفـت (Shakila & *et al*, 2005). اخـتلاف معنی داری بین مقادیر TBARS فیله های ماهی سـفید بسـته بنـدی شده در شرایط معمولی و خلاء به جز در روز نهم، مشاهده نشد و ایـن نشان می دهد که بسته بندی در خلاء از اکسیداسیون چربی فیله های ماهی سفید جلوگیری نکرد که احتمالا به دلیـل اثـر گـذاری عـواملی چون دمای نگهداری اسـت (Erkan & *et al*, 2006). ایـن نتـایج بـا بررســی Shakila & *et al* (2005) بــر روی مــاهی شــیر (*scomberomorus commersonii*) و Arashisar & et al (2004) بر روی فیله های مـاهی رنگـین کمـان (*Onchorhyncus mykiss*) مطابقت دارد.

TVB-N معمولا شامل تری متیل آمین و آمونیاک اسـت کـه بـر اثر فساد باکتریایی تولیـد مـی گـردد و مقـدار آنهـا اغلـب بـه عنـوان شاخصی برای ارزیابی کیفی و ماندگاری تولیدات دریایی بـه کـار مـی رود (Masniyom & *et al*, 2005 ; Kilinc & *et al*, 2009). مطابق جدول ۱، مقدار TVB-N فیله های مـاهی سـفید بـا افـزایش مدت زمان نگهداری در هر دو بسته افزایش یافت، بـه طـوری کـه در پایـان دوره نگهـداری مقـدار TVB-N بـه ۳۷/۳۷ و ۲۳ میلـی گـرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم نمونه به ترتیب در تیمارهای بسـته بنـدی شـده درشرایط معمولی و خلاء رسید، که در مورد تیمارهای بسته بندی شده در شرایط معمولی، مقدار TVB-N از روز ۱۲ بیشتر از حد مجـاز بیـان شده در مطالعات مختلف (۲۵ میلی گرم نیتروژن در ۱۰۰ گـرم نمونـه (Masniyom & *et al*, 2005) و ۳۵-۳۰ میلی گرم نیتـروژن در ۱۰۰ گرم نمونه (Shakila & *et al*, 2005)، گردید. بـین تیمارهـا از نظـر آماری از روز سوم نگهداری اخـتلاف معنـی داری مشـاهده شـد. ایـن نتایج با بررسی اثـر خـلاء در فیلـه هـای قـزل آلای رنگـین کمـان (*Onchorhyncus mykiss*) که توسط Arashisar & *et al* (2004) انجام شد، مطابقت داشت. همچنین در مطالعه ای که توسط Shakila & *et al* (2005) انجام گرفت، با افزایش طول دوره نگهداری مقـدار TVB-N در مــاهی شــیر(*Scomberomorus commersonii*) افزایش یافت اما میزان ایـن فـاکتور در هـر دو بسـته تحـت خـلاء و معمولی از حد مجاز پیشنهاد شده بیشتر نبود. در این آزمایش، افـزایش در مقدار TVB-N، با افـزایش در pH و بـار آلـودگی بـاکتری هـای سرمادوست به خصوص در نمونه های بسـته بنـدی شـده در شـرایط معمولی در ارتباط بود. کـاهش مقـدارTVB-N در نمونـه هـای بسـته بندی شده در خلاء مـی توانـد بـه خـاطر کـاهش فعالیـت و جمعیـت باکتری برای اکسید شدن و برداشتن آمین از ترکیبـات نیتروژنـی غیـر پروتئینی به دلیل اکسیژن کمتر یـا هـر دو باشـد (Manju & *et al*, 2007).

محدوده فساد باکتری های سرمادوسـت در فـراورده هـایی چـون فیله مـاهی، Log cfu/g $۱۰^{۶}$-$۱۰^{۷}$ اسـت (Erkan & *et al*, 2006). در این مطالعه، مقدار کل باکتری های سرمادوست به تـدریج از Log $۱۰^{۳}$ cfu/g در روز صفر به Log cfu/g $۱۰^{۷}$ در روز ۹ و۱۲ نگهـداری به ترتیب در فیله های بسـته بنـدی شـده در خـلاء و معمـولی رسـید (جدول ۲).

بین تیمارها از روز سوم تا انتهای دوره نگهـداری اخـتلاف معنـی داری مشاهده شـد. در طـی زمـان نیـز در مقـدار کـل بـاکتری هـای سرمادوست فیله های نگهداری شده در هـر دو بسـته از نظـر آمـاری اختلاف معنی داری مشاهده گشت.

جدول۱- تغییرات در مقادیر pH، WHC، TBARS و TVB-N فیله های بسته بندی شده در شرایط معمولی و تحت خلاء ماهی سفید نگهداری شده به مدت ۱۸ روز در یخ

فاکتور		دوره نگهداری (روز) ۰	۳	۶	۹	۱۲	۱۵	۱۸
pH	عادی	۶/۳۳±۰/۰۰۷^{d}	۶/۴۲±۰/۱۰۵^{c}	۶/۴۶±۰/۰۴۸^{bc}	۶/۵۲±۰/۰۲۳^{ab}	۶/۵۴±۰/۰۴۳^{a}	۶/۵۹±۰/۰۱۲^{a}	.....
	تحت خلاء	۶/۳۳±۰/۰۰۷^{d}	۶/۴۳±۰/۰۲۶^{c}	۶/۴۴±۰/۰۰۲^{c}	۶/۴۶±۰/۰۱۹^{bc}	۶/۴۸±۰/۰۱۰^{bc}	۶/۴۷±۰/۰۰۸^{bc}	۶/۴۷±۰/۰۰۳^{bc}
WHC	عادی	/۷۳±۰/۹۶۱^{a} ۷۷	۶۹/۴۴±۵/۴۱۶^{b}	۶۷/۰۷±۲/۲۹۵^{bc}	۶۱/۸۲±۶/۱۲۲^{dc}	۵۷/۳۲±۷/۰۳۰^{d}	۴۲/۹۲±۲/۳۶۷^{e}	.....
	تحت خلاء	/۷۳±۰/۹۶۱^{a} ۷۷	۷۰/۷۶±۲/۲۸۹^{b}	۶۵/۸۱±۱/۰۷۲^{bc}	۶۵/۳۸±۱/۴۸۹^{bc}	۶۴/۹۵±۰/۸۵۸^{bc}	۵۷/۹۱±۱/۳۶۵^{d}	۵۵/۸۷±۵/۸۶۱^{d}
TBARS	عادی	۰/۵۶±۰/۰۳۲^{f}	۱/۱۵±۰/۰۶۱^{e}	۱/۲۳±۰/۰۵۶^{e}	۲/۱۲±۰/۰۴۷^{c}	۲/۶۹±۰/۰۳۵^{ab}	۲/۹۲±۰/۱۱۶^{a}	.....
	تحت خلاء	۰/۵۶±۰/۰۳۲^{f}	۱/۱۳±۰/۰۲۱^{e}	۱/۲۲±۰/۰۴۹^{e}	۱/۵۲±۰/۰۴۶^{d}	۲/۵±۰/۳۸۹^{b}	۲/۸۳±۰/۲۵۵^{a}	۲/۹۱±۰/۱۰۱^{a}
TVB-N	عادی	۳/۹۱±۰/۸۹۰^{i}	۱۴/۰۱±۰/۷۱۱^{g}	۱۵/۳۴±۱/۰۶۸^{gf}	۲۳/۴۸±۰/۹۴۲^{c}	۲۶/۲۶±۱/۱۵۸^{b}	۳۷/۳۷±۲/۱۵۰^{a}	.....
	تحت خلاء	۳/۹۱±۰/۸۹۰^{i}	۸/۱۷±۰/۲۰۸^{h}	۹/۷±۰/۱۷۳^{h}	۱۶/۶۷±۱/۵۲۸^{f}	۱۹/۳۳±۰/۵۷۷^{e}	۲۱/۰۰±۲/۰۰۰^{de}	۲۳/۰۰±۲/۶۵^{cd}

حروف غیر مشترک بیانگر اختلاف معنی دار در سطح اطمینان ۰/۹۵ است.

این نتایج با مطالعاتی که توسط Arashisar *& et al* (2004) بر روی فیله های ماهی قزال آلای رنگین کمان (*Onchorhyncus mykiss*)، Rajesh *& et al* (2002) بر روی استیک های ماهی seer fish (*Scomberomorus guttatus*) و Stamatis *&* Arkoudelos (2007) بر روی فیله های ساردین (*Sardina pilchardus*) انجام گرفت، مطابقت دارد. افزایش باکتری های سرمادوست در بسته بندی معمولی نشانگر وجود اکسیژن کافی برای رشد این گونه از باکتریها می باشد. تغییرات در بار باکتریایی فیله های ماهی سفید، ارتباط مستقیمی با کیفیت حسی فیله ها در هر دو بسته خلاء و معمولی داشت.

جدول۲- تغییرات در مقدار PTC فیله های بسته بندی شده در شرایط معمولی و تحت خلاء ماهی سفید نگهداری شده به مدت ۱۸ روز در یخ

فاکتور		دوره نگهداری (روز) ۰	۳	۶	۹	۱۲	۱۵	۱۸
PTC	عادی	۳/۴±۰/۰۲۱^{j}	۴/۹۹±۰/۰۱۴^{h}	۶/۸۱±۰/۰۲۸^{e}	۷/۱±۰/۰۰۷^{d}	۷/۸۱±۰/۰۴۳^{b}	۸/۶۷±۰/۰۰۷^{a}	.....
	تحت خلاء	۳/۴±۰/۰۲۱^{j}	۴/۰۹±۰/۱۱۳^{i}	۵/۶۲±۰/۰۷۸^{g}	۶/۵۵±۰/۰۲۸^{f}	۷/۳۴±۰/۰۲۸^{c}	۷/۷۹±۰/۰۱۴^{b}	۸/۷۱±۰/۰۴۹^{a}

حروف غیر مشترک بیانگر اختلاف معنی دار در سطح اطمینان ۰/۹۵ است.

جدول۳- تغییرات در امتیاز حسی فیله های بسته بندی شده در شرایط معمولی و تحت خلاء ماهی سفید نگهداری شده به مدت ۱۸ روز در یخ

فاکتور		دوره نگهداری (روز) ۰	۳	۶	۹	۱۲	۱۵	۱۸
عادی	بو	۴±۰/۰۰۰^{a}	۳±۰/۰۰۰^{b}	۱/۲۹±۰/۴۸۸^{d}	۱±۰/۰۰۰^{e}	۰±۰/۰۰۰^{f}	۰±۰/۰۰۰^{f}	.....
	طعم	۴±۰/۰۰۰^{a}	۲/۴۳±۰/۵۳۵^{c}	۲±۰/۰۰۰^{d}	۱±۰/۰۰۰^{e}	۰±۰/۰۰۰^{f}	۰±۰/۰۰۰^{f}	.....
تحت خلاء	بو	۴±۰/۰۰۰^{a}	۳±۰/۰۰۰^{b}	۳±۰/۰۰۰^{b}	۲±۰/۰۰۰^{c}	۱±۰/۰۰۰^{e}	۰±۰/۰۰۰^{f}	۰±۰/۰۰۰^{f}
	طعم	۴±۰/۰۰۰^{a}	۳±۰/۰۰۰^{b}	۳±۰/۰۰۰^{b}	۲±۰/۰۰۰^{d}	۱/۱۴±۰/۳۷۸^{e}	۰±۰/۰۰۰^{f}	۰±۰/۰۰۰^{f}

حروف غیر مشترک بیانگر اختلاف معنی دار در سطح اطمینان ۰/۹۵ است.

ارزیابی حسی به عنوان یکی از روش های سنجش کیفیت ماهیان طی دوره نگهداری در مطالعات بسیاری محققین از جمله Namulema & *et al* (1999)، Maca & *et al* (1997)، Aubourg & Ugliano (2002) و Kilinc & *et al* (2007) آمده و از آن به عنوان روشی جهت برآورد کیفیت ماهی نام برده می شود. در این آزمایش، فیله های ماهی سفید تازه، بوی دریا، ظاهر، طعم خوب و بافت سفتی داشتند و همگی در روز صفر دارای امتیاز ۴ بودند (جدول ۳)، اما از روز سوم به بعد، از کیفیت فیله ها به خصوص بو و طعم آنها کاسته شد. بین تیمارها از نظر آماری اختلاف معنی داری مشاهده شد. بو و طعم در تیمارهای بسته بندی شده در خلاء نسبت به تیمارهای بسته بندی شده در شرایط معمولی، همواره امتیاز بهتری را نشان داد. در طی زمان هم اختلافات کاملا معنی دار نشان داده شد. این نتایج با بررسی Ozogul & *et al* (2004) بر روی ماهی ساردین در شرایط بسته بندی در خلاء و Rajesh & *et al* (2002) با بررسی بر روی ماهی seer fish (*Scomberomorus guttatus*) در شرایط خلاء و طی نگهداری در یخ مطابقت داشت. نتایج Ozogul & *et al* (2000) در بررسی اثرات بسته بندی اتمسفر اصلاح شده و تحت خلاء بر شگ ماهیان (*Clupea harengus*)، نشان داد که به دلیل تولید بوهای نامطبوع و ایجاد آبچک، کیفیت حسی شگ ماهیان بهبود نیافت و بسته بندی در خلاء، افزایش معنی داری را در ماندگاری شگ ماهیان در مقایسه با شرایط معمولی ایجاد نکرد. بر اساس نتایج بدست آمده در این تحقیق به ویژه ارزیابی حسی و بار آلودگی باکتری های سرمادوست، میزان ماندگاری فیله های بسته بندی شده در خلاء و معمولی، به ترتیب ۹ و ۶ روز مشاهده شد. امتیازهای حسی داده شده با مقادیر TBARS و تعداد کل باکتری های سرمادوست ارتباط داشت.

نتیجه گیری

با توجه به نتایج بدست آمده در این تحقیق به ویژه ارزیابی حسی و بار آلودگی باکتری های سرمادوست، میزان ماندگاری فیله های بسته بندی شده در خلاء و معمولی، به ترتیب ۹ و ۶ روز مشاهده شد، بنابراین می توان نتیجه گرفت که بسته بندی تحت خلاء، ماندگاری فیله های ماهی سفید را ۳ روز بیشتر از بسته بندی به شکل معمولی افزایش می دهد و به طور موثری، تولید بازهای فرار نیتروژنی را کنترل می کند اما قادر به کنترل اکسیداسیون چربی طی نگهداری در یخ نیست. اگر چه در کل، بین تیمارهای بسته شده در خلاء و معمولی از نظر آماری در بعضی از صفت ها تفاوت معنی داری مشاهده نشد اما زمان همواره به عنوان فاکتور اصلی نشان داد که بسته بندی تحت خلاء نسبت به بسته بندی درشرایط معمولی می تواند کیفیت و ماندگاری فیله های ماهی سفید را به مدت بیشتری حفظ نماید.

منابع

پروانه، و، ۱۳۸۶، کنترل کیفی و آزمایش های شیمیایی مواد غذایی، تهران، انتشارات دانشگاه تهران، ۲۵۱-۲۵۰.

Arashisar, S., Hisar, O., Kaya, M., Yanik, T., 2004, Effects of modified atmosphere and vacuum packaging on microbiological and chemical properties of rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) fillets. Journal of Food Microbiology, 97, 209-214.

Aubourg, S.P., and Ugliano, M. 2002. Effect of brine pre-treatment on lipid stability of frozen horse mackerel (Trachurus trachurus). Journal of European Food Research Technology, 215, 91-95.

Ashie, I.N.A., Smith, J.P., Simpson, B.K., 1996, Spoilage and shelf-life extension of fresh fish and shellfish. Journal of Food Science and Nutrition, 36, 87-121.

Cakli, S., Kilinc, B., Cadun, A., Dincer, T., Tolasa, S., 2006, Effects of gutting and ungutting on microbiological, chemical, and sensory properties of aquacultured sea bream (Sparus aurata) and sea bass (Dicentrarchus labrax) stored in ice. Journal of Food Science and Nutrition, 46, 519-527.

Chomnawang, C., Nantachai, K., Yongsawatdigul, J., 2007, Chemical and biochemical changes of hybrid catfish fillet stored at 40C and its gel properties. Journal of Food Chemistry, 103, 420-427.

Erkan, N., Ozden, O., Alakavuk, D.U., Yildirim, S.Y., Lnugur M., 2006, Spoilage and shelf life of sardines (Sardina plichardus) packed in modified atomosphere. Journal of European Food Research Technological, 222, 667-673.

Galli, A., Franzetti, L., Carelli, S., Piergiovanni, L., Fava, P., 1993, Microbiological Quality and Shelf-life of Chilled Cod Fillets in Vacuum-skin and Modified Atmosphere Packaging. Journal of Packaging Technology and Science, 6, 147-157.

Hernandez, M.D., Lopez, M.B., Alvarez, A., Ferrandini, E., Garcia Garcia, B., Garrido, M.D., 2009, Sensory, physical, chemical and microbiological changes in aquacultured meagre (Argyrosomus regius) fillets during ice storage.

Journal of Food Chemistry, 114, 237-245.

Huff-Lonergan, E., Lonergan, S.M, 2005, Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changas. Journal of Meat Scienc, 71, 194-204.

Kilinc, B., Cakli, S., Dincer, T., Cadun, A., 2007, Effects of phosphates treatment on the quality of frozen-thawed fish species. Journal of Muscle Foods, 20, 377-391.

Kilinc, B., Cakil, S., Csdun, A., Sen, B., 2009, Effect of phosphate dip treatments on chemical, microbiological, color, textural, and sensory changes of rainbow trout (Onchoryncus mykiss) fillets during refrigerated storage. Journal of Food Product Technology, 18, 108-119.

Maca, J.V., Miller, R.K., Maca, J.D., Acuff, G.R. 1997. Microbiological, Sensory and Chemical Characteristics of Vacuum-Packaged Cooked Beef Top Rounds Treated with Sodium Lactate and Sodium Propionate. Journal of Food Science, 62, 586-590.

Manju, S., Jose, L., Srinivasa Gopal, T.K., Ravishankar, C.N., Lalitha, K.V., 2007, Effects of sodium acetate dip treatment and vacuum-packaging on chemical, microbiological, textural and sensory changes of Pearlspot (Etroplus suratensis) during chill storage. Journal of Food Chemistry, 102, 27-35.

Masniyom, P., Soottawat, B., Visessanguan, W., 2005, Combination effect of phosphate and modified atmosphere on quality and shelf-life extension of refrigerated seabass slices. Journal of Food Science and Technology, 38, 745-756.

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. Journal of Food Science and Technology, 43, 1678-1687.

Namulema, A., Muyonga, J., Kaaya, A. 1999. Quality deterioration in frozen Nile perch (Lates niloticus) stored at -13 and -27°C. Journal of Food Research, 32,151-156.

Ozogul, F., Polat, A., Ozogul, Y., 2004, The effects of modified atmosphere packaging and vacuum packaging on chemical, sensory and microbiological changes of sadines (Sardina plichardus). Journal of Food Chemistry, 85, 49-57.

Ozogul, F., Taylor, K.D.A., Quantick, P., Ozogul, Y., 2000, Chemical, microbiological and sensory evaluation of Atlantic herring (Clupea harengus) stored in ice, modified atmosphere and vacuum pack. Journal of Food Chemistry, 71, 267-273.

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.

Rajesh, B.R., Shankar, C.N.R., Gopal, T.K.S., Varma, P.R.G., 2002, Effect of vacuum packaging and sodium acetate on the shelf life of seer fish during iced storage. Journal of Packaging Technology and Science, 15, 241-245.

Reddy, N.R., Villanueva, M., Kautter, D.A., 1995, Shelf life of modified-atmosphere-packaged fresh Tilapia fillets stored under refrigeration and temperature-abuse conditions. Journal of Food Protection, 58, 908-914.

Sahoo, J., Kumar, N., 2005, Quality of vacuum packaged muscle foods stored under frozen cinditions : A review. Journal of Food Science and Technology, 42, 209-213.

Sallam, K.I., Samejima, K., 2004, Microbiological and chemical quality of ground beef treated with sodium lactate and sodium chloride during refrigerated storage. Journal of Lebensm-Wiss. u-Technol, 37, 865–871.

Shakila, R., Jeyasekaran, G., Vijayalakshmi, S., 2005, Effect of vacuum packaging on the quality characteristics of seer fish (Scomberomorus commersonii) chunks during refrigerated storage. Journal of Food Science and Technology, 42, 438-443.

Stamatis, N., 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.

Zhuang, H., Savage, E.M., Smith, D.P., Berrang M.E., 2008, Effect of dry-air chilling on warner-bratzler shear force and water-holding capacity of broiler breast meat deboned four hours postmortem. Journal of Food Poultry Science, 7, 743-748.