علوم و فنون شیلات

فصلنامه علمی ـ پژوهشی دورهٔ ۳، شمارهٔ ٤، زمستان ۱۳۹۳، صفحه ۳۱- ٤۲

اثر بسته‌بندی بر برخی ویژگی‌های میکروبی، شیمیایی و فیزیکی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان پرورشی (*Oncorhynchus mykiss*) نگهداری شده در یخچال

سید شهرام شکرفروش[1*]، علی عزیزی شیرازی[2] و مریم عباس والی[3]

۱- استاد، گروه بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شیراز، شیراز

۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، دانشگاه اهواز، اهواز

۳- استادیار، گروه بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد

تاریخ دریافت:۹۳/۵/۲۸ تاریخ پذیرش:۹۳/۱۱/٤

* نویسنده مسئول مقاله: shekar@shirazu.ac.ir

چکیده:

اثر نوع بسته‌بندی بر ماندگاری ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان پرورشی (*Oncorhynchus mykiss*) بررسی شد. ماهی پس از شستشو و تخلیه احشا در دمای اتاق، به سه دسته تقسیم و در کیسه‌های پلی‌اتیلنی پلی‌آمیدی در سه حالت بسته‌بندی در حضور هوا، خلأ، و اتمسفر اصلاح شده (٦۰٪ گاز کربنیک، ۱۰٪ اکسیژن و ۳۰٪ ازت) بسته‌بندی شدند. نمونه‌ها در یخچال (^{o}C ۳) نگه‌داری و تا پانزده روز (روزهای صفر، ۳، ٦، ۹، ۱۲ و ۱۵) ارزیابی میکروبی، شیمیایی و فیزیکی شدند. در مدت نگه‌داری تعداد باکتری‌های مزوفیل، انتروباکتریاسه و لاکتیک اسید در تیمارهای مختلف تفاوت معناداری نداشتند. تعداد باکتری‌های سرمادوست تا روز دوازدهم در تیمارهای مختلف تفاوت آماری معناداری نداشت، و در روز پانزدهم در گروه با اتمسفر اصلاح شده به‌طور معناداری کمتر از دو گروه دیگر بود. عدد اسیدی و میزان TBARS تیمارهای مختلف در طول دورهٔ نگهداری تغییرات معنادار نداشتند. مقدار تراوش در همه تیمارها با گذشت زمان افزایش یافت و در نمونه‌های تحت خلأ در روزهای دوازدهم و پانزدهم نگهداری به‌طور معناداری بیشتر بود. در همه تیمارها شاخص سفتی بافت در روز سوم نسبت به روز اول کاهش معناداری داشت و از روز سوم تا پانزدهم تغییر معناداری نداشت. این تحقیق نشان داد که اگر ماهی قزل‌آلا در شرایط بهداشتی صید، حمل و احشای آن تخلیه شود و به‌سرعت بسته‌بندی و در دمای مناسب نگه‌داری گردد، تا ۹ روز بدون توجه به نوع بسته‌بندی قابل نگه‌داری بوده و نیازی به بسته‌بندی خاصی ندارد. همچنین با توجه به شرایط مذکور بسته‌بندی‌های به‌کار رفته در این بررسی، موجب بهبود قابل‌توجهی در شاخص‌های ماندگاری ماهی قزل‌آلا نخواهد شد.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2023-01-27]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1393.3.4.7.4]

کلید واژگان: قزل‌آلای رنگین‌کمان، بسته‌بندی با اتمسفر تغییر یافته، بسته‌بندی، نگهداری

مقدمه

صنعت پرورش ماهی امروزه سهم عمده‌ای در تأمین پروتئین حیوانی مردم ایران و جهان و پُر کردن شکاف بین صید و نیاز مردم به ماهی دارد. از آنجا که فاصله بین مراکز تولید و بازار مصرف در این صنعت زیاد است و بسیاری مواقع این فراورده از کشوری به کشوری دیگر صادر می‌شود، گاهی زمان ماندگاری حتی از زمان رسیدن آنها به بازار نیز کمتر است. بخش بزرگی از این تولیدات با توجه به فساد سریع این ماده غذایی و فاصله طولانی بین صید و مصرف از بین رفته و یا کیفیت آن به‌شدت کاهش می‌یابد. این واقعیت از دیدگاه اقتصادی در حمل و نقل و ارائه ماهی به بازار اشکال ایجاد می‌کند (Otwell et al., 2006).

در حال حاضر، ماهی قزل‌آلا (*Oncorhynchus mykiss*) در سرتاسر دنیا به‌عنوان یک ماهی با ارزش اقتصادی قابل توجه، تولید می‌شود (FAO, 2010). این ماهی، تنها ماهی پرورشی سردآبی در ایران است و بر اساس آمار رسمی سازمان شیلات ایران میزان تولید آن در سال ۱۳۹۱ بالغ بر ۱۳۱ هزار تن بوده است.

فساد ماهی در اثر واکنش‌های بیولوژیک از جمله اتولیز، اکسیداسیون چربی‌ها و فعالیت میکروارگانیزم‌ها است (Gobantes et al., 1998). سرعت فساد ماهی به کیفیت اولیه و شرایط نگهداری آن بستگی دارد. دمای نگهداری، نوع فراوری و نوع بسته‌بندی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در ماندگاری هستند. بسته‌بندی با اتمسفر تغییریافته (Modified atmosphere packaging, MAP)، نقش به‌سزایی در افزایش ماندگاری غذاهای حساس به فسادِ نگهداری شده در دمای یخچال دارد (Parry, 1993). در این روش بسته‌بندی، مخلوطی از گازهای مختلف جایگزین هوای داخل بسته غذا می‌شود. اکسیژن، دی‌اکسیدکربن و ازت اصلی‌ترین گازهای استفاده شده در بسته‌بندی MAP هستند (Gimenz et al., 2002). محققان نشان داده‌اند که استفاده از بسته‌بندی MAP می‌تواند مدت ماندگاری ماهی در دمای یخچال را افزایش دهد. آنها دلیل این امر را تأثیر گاز CO_2 در مهار رشد باکتری‌های فسادزا عنوان کرده‌اند (Maqsood and Benjakul, 2010; Provinciala et al., 2010). نقش گاز اکسیژن نیز در این بسته‌ها مهار رشد باکتری‌های بی‌هوازی مطلق است (Rutherford et al., 2007). علاوه بر ترکیب گاز، جنس و ویژگی‌های بسته و گونه ماهی از دیگر عوامل مؤثر در ماندگاری ماهی هستند (Otwell et al., 2006).

تحقیقات نشان می‌دهند که ماندگاری محصولات دریایی با استفاده از روش MAP تا حد بالایی افزایش می‌یابد. اما با توجه به اینکه ترکیب بافت‌های ماهی و همچنین شرایط نگهداری آنها در مناطق و فصول مختلف متفاوت است، ترکیب این گازها و آثار آنها برای دستیابی به شرایط بهینه متفاوت است. از این‌رو، دستیابی به بهترین شرایط برای نگهداری طولانی‌تر و سالم‌تر این ماده غذایی ارزشمند، برای جلوگیری از اتلاف سالیانه مقادیر زیادی از آن و رساندن محصولات هرچه سالم‌تر و غنی‌تر به‌دست مصرف‌کنندگان ضرورت دارد (Otwell et al., 2006). بنابراین صنایع شیلاتی همیشه در جستجوی فناوری‌هایی است که بتواند زمان ماندگاری فراورده‌های شیلاتی را افزایش دهد.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2023-01-27]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1393.3.4.7.4]

هدف از این پژوهش بررسی اثر نوع بسته‌بندی بر ماندگاری ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان پرورشی نگهداری شده در دمای یخچال از طریق ارزیابی برخی شاخص‌های میکروبی، شیمیایی و فیزیکی است.

مواد و **روش‌ها**

آماده‌سازی و بسته‌بندی نمونه‌ها

٥٤ قطعه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان به‌صورت زنده با میانگین وزن ۲۳ ± ۳۰۵ گرم، از یکی از مزارع پرورش ماهی قزل‌آلای واقع در شهرستان سپیدان صید و در کنار پودر یخ (به نسبت حدود یک به یک) و در کمتر از ۳ ساعت به آزمایشگاه منتقل شدند. در آزمایشگاه، در دمای اتاق، پس از شستشو با آب شیر، احشای آنها به‌صورت دستی تخلیه و مجدد شسته شد و به مدت ۵ دقیقه روی صفحه مشبک قرار داده شدند تا آب آنها خارج شود. سپس ماهی‌ها به‌صورت تصادفی به سه دسته تقسیم و به‌صورت تکی در کیسه‌های سه لایه پلی‌اتیلنی پلی‌آمیدی ۳۰ × ۱۵ سانتی‌متر با ضخامت ۸۵ میکرومتر و دانسیته ۰/۹٦ گرم در میلی‌لیتر (نفوذپذیری نسبت به اکسیژن، نیتروژن، گازکربنیک و رطوبت به‌ترتیب ۳٦/۵، ۱۰/۰، ۷۵/۳ و ۳/۰ میلی‌لیتر در مترمربع در ۲٤ ساعت در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد) قرار داده شدند و به شرح زیر بسته‌بندی شدند:

۱- بسته‌بندی در حضور هوا: کیسه‌ها در حالی که حاوی هوا به نسبت ۲ به ۱ (حجم هوا / وزن ماهی) بودند، با المنت مخصوص دربندی شدند (Double heat-sealed).

۲- بسته‌بندی خلأ: کیسه‌ها با استفاده از دستگاه بسته‌بندی وبوماتیک (Webomatic C 15-HLD, Germany)، به‌میزان ۹۹/۹ درصد خلأ و دربندی شدند.

۳- بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح‌شده: ابتدا کیسه‌ها با استفاده از دستگاه بسته‌بندی وبوماتیک به میزان ۹۹/۹ درصد خلأ شدند و سپس مخلوطی از ٦۰ درصد گاز کربنیک، ۱۰ درصد اکسیژن و ۳۰ درصد ازت به نسبت ۲ به ۱ (حجم گاز / وزن ماهی) به داخل آنها تزریق و دربندی شدند.

نمونه‌ها در دمای ۰/۵ ± ۳ درجه سانتی‌گراد نگهداری و در روزهای صفر، ۳، ٦، ۹، ۱۲ و ۱۵، ارزیابی میکروبی، شیمیایی و فیزیکی شدند.

آزمایش‌های میکروبی

در هر روز نمونه‌برداری از هر تیمار ۳ بسته ارزیابی شد. بسته‌ها در دمای اتاق و در شرایط استریل باز می‌شد و عضلات از پوست و استخوان ماهی نگهداری‌شده در هر بسته، جدا شد و در شرایط استریل چرخ می‌شدند. سپس ۲۵ گرم از نمونه یکنواخت شده با ۲۲۵ میلی‌لیتر نرمال‌سیلین حاوی ۰/۱ درصد پپتون، به مدت ۲ دقیقه در دستگاه استوماکر (Seward – Medical , England) همگن و سپس رقیق‌سازی متوالی ده‌دهی انجام شد. برای شمارش کلی (باکتری‌های مزوفیل هوازی) و سرمادوست‌ها از محیط Plate count agar (مرک، آلمان) به روش کشت مخلوط (Pour-plate) استفاده شد و به‌ترتیب در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ٤۸ ساعت و ۱۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷ روز در گرمخانه نگهداری شدند. برای شمارش انتروباکتریاسه از محیط VRBG agar (مرک، آلمان) و برای شمارش لاکتیک اسید باکتری‌ها از محیط MRS agar (مرک، آلمان) به روش کشت مخلوط استفاده شد و به‌ترتیب در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ٤۸ ساعت و ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت در گرمخانه نگهداری شدند. در پایان مرحله انکوباسیون، پرگنه‌ها شمارش، تعداد در عکس ضریب رقت ضرب و لوگاریتم آنها گرفته شد و

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2023-01-27]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1393.3.4.7.4]

به‌صورت Log CFU/g گزارش شدند. آزمایش‌ها در سه نمونه مستقل و هر نمونه در دو تکرار انجام شدند. (Azizishirazi et al., 2010)

اندازه‌گیری عدد اسیدی (مقدار اسید چرب آزاد)

برای ارزیابی فساد هیدرولیتیک چربی‌ها، عدد اسیدی نمونه‌های ماهی اندازه‌گیری گردید. عدد اسیدی نمونه‌ها پس از استخراج چربی و تیتراسیون با سود انجام و نتایج به‌صورت گرم درصد گزارش شدند (AOAC, 1990). آزمایش‌ها در سه نمونه مستقل و در هر نمونه دو تکرار انجام گردید.

اندازه‌گیری ترکیبات واکنش‌دهنده با تیوباربیتوریک اسید (TBARS)

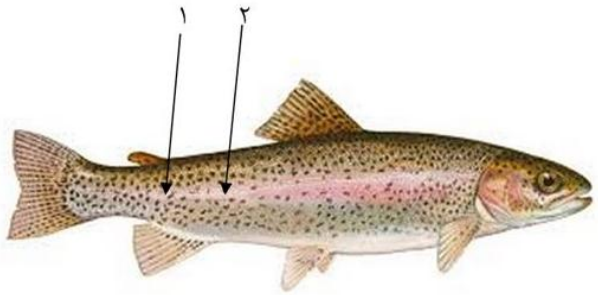
مالون‌دی‌آلدهید (MDA)، محصول نهایی فساد اکسیداتیو چربی‌ها است که با تیوباربیتوریک اسید واکنش می‌دهد و برای ارزیابی فساد اکسیداتیو چربی‌ها میزان TBARS، به روش اسپکتروفتومتری اندازه‌گیری و مقدار آن با مقایسه مقدار جذب نوری نمونه‌ها با منحنی استاندارد و برحسب میلی‌گرم MDA در کیلوگرم نمونه بیان می‌شود (Botsogln et al., 1994). آزمایش‌ها در سه نمونه مستقل و در هر نمونه در دو تکرار انجام شدند.

اندازه‌گیری میزان تراوش نمونه‌ها در روزهای مختلف آزمایش

پس از بازکردن بسته‌ها و قراردادن ماهی روی صفحه مشبک به مدت ۵ دقیقه، آنها را توزین کرده و مقدار تراوش بر اساس مقایسه وزن نهایی به وزن اولیه (در روز بسته‌بندی) محاسبه و به‌صورت درصد تراوش گزارش گردید (Oyelese, 2007).

اندازه‌گیری قوام بافت

قوام عضلات ماهی در روزهای مختلف نگهداری با استفاده از دستگاه آنالیز بافت (Stevens-Lfra, England)، اندازه‌گیری شد. به این منظور، دو نقطه روی بدن ماهی مشخص گردید: ۱- محاذات خط جانبی و بالچه چربی، ۲- محاذات خط جانبی و مقعد (تصویر ۱). پوست ناحیه با اسکالپل برداشته شد و در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد پروب دستگاه روی محل قرار داده شد. میزان فرو رفتن میله در بافت ۵ میلی‌متر و سرعت حرکت آن ۰/۵ میلی‌متر در ثانیه تنظیم گردید. نتایج بر اساس میانگین شیب نیرو در مقابل زمان (The slope of forces versus time) محاسبه و به‌عنوان شاخص سفتی بافت عضله ماهی گزارش شد. هر آزمایش در سه نمونه مستقل انجام گردید (Alvarez et al., 2002).



شکل ۱ محل قرارگیری پروب دستگاه آنالیز قوام بافت. ۱- محاذات خط جانبی و بالچه چربی، ۲- محاذات خط جانبی و مقعد.

تجزیه و تحلیل آماری

برای مقایسه میانگین داده‌های به‌دست آمده از آزمون‌های مذکور، ابتدا طبیعی بودن داده‌ها با آزمون کولموگروف-

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2023-01-27]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1393.3.4.7.4]

اسمیرنوف چک شد و سپس آزمون آماری آنالیز واریانس و آزمون تعقیبی دانکن انجام شد. سطح معناداری در حد ۰/۰۵ در نظر گرفته شد. برای انجام آزمون‌ها از نرم‌افزار SPSS ۱۱/۵ استفاده گردید.

نتایج

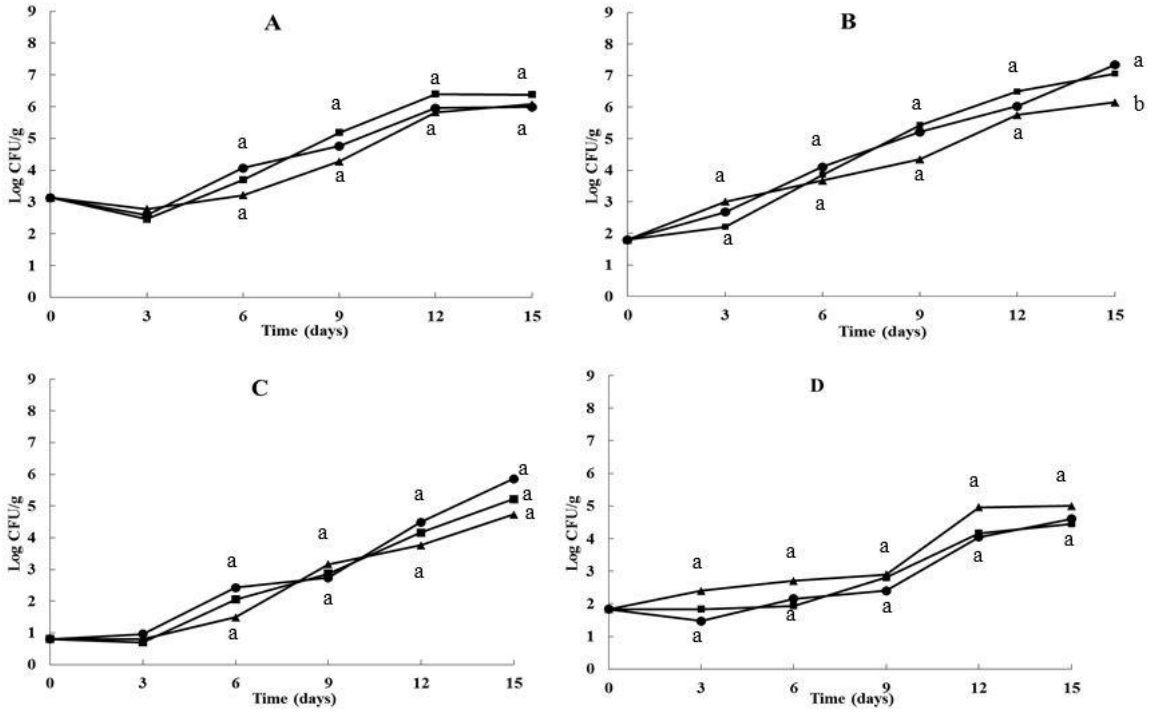
آزمایش‌های میکروبی

تعداد باکتری‌های مزوفیل در روز صفر ۳/۲ Log CFU/g بود و در مدت سه روز مقدار آن اندکی کاهش و پس از آن دوباره افزایش یافت، به‌طوری‌که در روز پانزدهم به ٦/٠ تا ٦/٤ Log CFU/g رسید. تعداد باکتری‌های مزوفیل در شرایط مختلف نگهداری تفاوت معناداری با هم نداشتند (p>۰/۰۵) (شکل ۲A).

تعداد باکتری‌های سرمادوست در روز صفر ۱/۸ Log CFU/g بود که در انتهای دورهٔ نگهداری به ٦/٢ تا ۷/۳ Log CFU/g رسید. تا روز دوازدهم تعداد باکتری‌های سرمادوست در تیمارهای مختلف تفاوت آماری معناداری نداشت (p>۰/۰۵) و در روز پانزدهم تعداد آن در گروه MAP به‌طور معناداری کمتر از دو گروه دیگر بود (p<۰/۰۵) (شکل ۲B).

تعداد باکتری‌های انتروباکتریاسه در ابتدای آزمایش کمتر از ۱۰ باکتری در هر گرم بود و در مدت نگهداری افزایش معناداری داشت. تعداد انتروباکتریاسه در تیمارهای مختلف تفاوت آماری معناداری نداشت (p>۰/۰۵) (شکل ۲C).

تعداد لاکتیک اسید باکتریا در روز صفر Log CFU/g ۱/۸ بود که پس از ۱۵ روز به ٤/٥ تا ٥/٠ Log CFU/g رسید. تفاوت آماری معناداری بین تیمارهای مختلف مشاهده نشد (p>۰/۰۵) (شکل ۲D).



[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2023-01-27]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1393.3.4.7.4]

شکل ۲ تعداد باکتری‌های مزوفیل (A)، سرمادوست (B)، انتروباکتریاسه (C) و لاکتیک اسید باکتریا (D) در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان پرورشی بسته‌بندی شده در شرایط مختلف و نگهداری‌شده در دمای ۳ درجه سانتی‌گراد.● : بسته‌بندی حاوی هوا، ■: بسته‌بندی تحت خلأ، ▲: بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده (٦۰ درصد گاز کربنیک، ۱۰ درصد اکسیژن و ۳۰ درصد ازت).

در هر زمان حروف متفاوت نشانگر تفاوت آماری معناداری است (p<۰/۰۵).

عدد اسیدی عدد اسیدی تیمارهای مختلف درحد پایینی بود و در طول دورهٔ نگهداری نیز تغییرات اندکی داشتند، ولی این تغییرات معنادار نبودند (p>۰/۰۵) (جدول ۱).

جدول ۱ تغییرات میانگین (± انحراف از معیار) عدد اسیدی (اسیدهای چرب آزاد) بر حسب گرم اسید چرب آزاد در صد گرم نمونه در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان پرورشی بسته‌بندی شده در شرایط مختلف و نگهداری‌شده در دمای ۳ درجه سانتی‌گراد

نوع بسته‌بندی	مدت نگهداری (روز)						ارزش P
	۰	۳	٦	۹	۱۲	۱۵	
حاوی هوا	۰/۰۵±۰/۰۰٤	۰/۰٦±۰/۰۱۱	۰/۰۷±۰/۰۰۸	۰/۰۷±۰/۰۰۵	۰/۰٦±۰/۰۰۱	۰/۰٦±۰/۰۰٦	۰/۳۸
خلأ	۰/۰۵±۰/۰۰۷	۰/۰٦±۰/۰۱۳	۰/۰٦±۰/۰۰۹	۰/۰٦±۰/۰۰۸	۰/۰۸±۰/۰۱۲	۰/۰۹±۰/۰۱٤	۰/۱۱
اتمسفر اصلاح‌شده[1]	۰/۰۵±۰/۰۰۲	۰/۰٦±۰/۰۰٤	۰/۰٦±۰/۰۰۵	۰/۰٤±۰/۰۱۳	۰/۰٤±۰/۰۱۰	۰/۰٤±۰/۰۱٦	۰/۲۳

۱- ٦۰ درصد گاز کربنیک، ۱۰ درصد اکسیژن و ۳۰ درصد ازت

ترکیبات واکنش‌دهنده با تیوباربیتوریک اسید (مالون دی‌آلدهید)

میزان مالون دی‌آلدهید در تیمارهای مختلف در مدت نگهداری نوسانات زیادی داشت، به‌طوری که در بعضی روزها معنادار و در بعضی روزها غیرمعنادار بود. در بعضی روزها روند کاهشی و سپس افزایشی داشت، اما در پایان دوره نگهداری (روزهای ۱۲ و ۱۵) تفاوت معناداری بین تیمارها مشاهده نشد (p>۰/۰۵) (جدول ۲).

جدول ۲ تغییرات میانگین (± انحراف از معیار) مالون دی‌آلدهید (mg/Kg) در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان پرورشی بسته‌بندی شده در شرایط مختلف و نگهداری شده در دمای ۳ درجه سانتی‌گراد

نوع بسته‌بندی	مدت نگهداری (روز)						ارزش P
	۰	۳	٦	۹	۱۲	۱۵	
حاوی هوا	۰/۸٦ ± ۰/٦۰	۱/۱٤ ± ۰/۰۹[a]	۰/۵۱ ± ۰/۱۷	۰/٤۱ ± ۰/۰۷[a]	۱/٤٦ ± ۱/۰۵	۱/۰۲ ± ۰/۷۷	۰/٦۷
خلأ	۰/۸٦ ± ۰/٦۰	۰/۹۹ ± ۰/۳۹[ab]	۰/٦۸ ± ۰/٦۲	۰/۷۸ ± ۰/۲٤[b]	۱/۷٦ ± ۰/۰٦	۱/٦۹ ± ۰/۵۰	۰/۳۰
اتمسفر اصلاح‌شده[1]	۰/۸٦ ± ۰/٦۰	۰/۵٤ ± ۰/۲۰[b]	۱/٦۵ ± ۰/۸٦	۲/۱۵ ± ۰/۸۲[b]	۲/۰٤ ± ۱/۱٤	۱/٦٤ ± ۱/۰۰	۰/۱۵

۱- ٦۰ درصد گاز کربنیک، ۱۰درصد اکسیژن و ۳۰ درصد ازت.

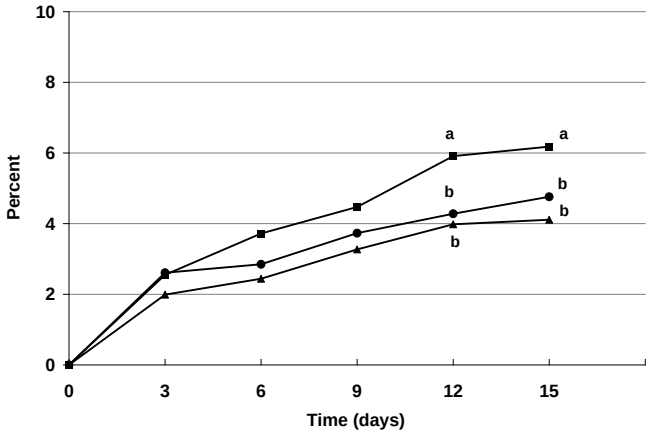
در هر ستون حروف کوچک متفاوت نشانگر تفاوت معنادار است (p<۰/۰۵).

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2023-01-27]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1393.3.4.7.4]

میزان تراوش

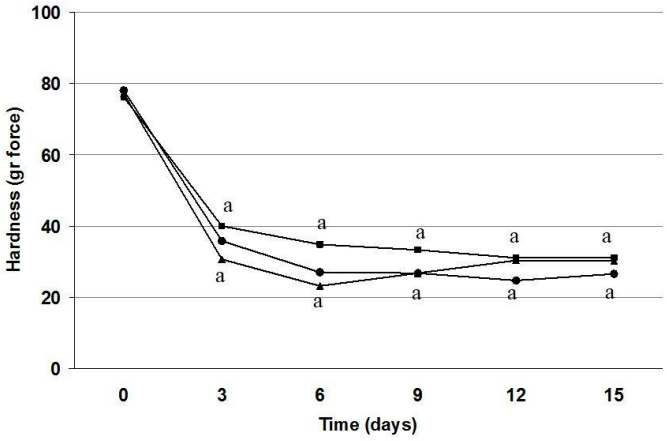
مقدار تراوش در همه تیمارها با گذشت زمان به‌طور معناداری افزایش یافت و در روز پانزدهم نگهداری در نمونه‌های بسته‌بندی شده حاوی هوا، خلأ و اتمسفر اصلاح‌شده به‌ترتیب ٤/٧٦، ٦/١٨ و ٤/١١ درصد بود. میزان تراوش در نمونه‌های خلأ در روزهای دوازدهم و پانزدهم نگهداری به‌طور معناداری بیشتر از دو گروه دیگر بود (p<۰/۰۵) (شکل ۳).



شکل ۳ میزان تراوش (درصد) ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان پرورشی بسته‌بندی شده در شرایط مختلف و نگهداری‌شده در دمای ۳ درجه سانتی‌گراد. ●: بسته‌بندی حاوی هوا، ■: بسته‌بندی تحت خلأ، ▲: بسته‌بندی اتمسفر اصلاح‌شده (٦٠ درصد گاز کربنیک، ۱۰ درصد اکسیژن و ۳۰ درصد ازت). در هر زمان حروف متفاوت نشانگر تفاوت آماری معناداری است (p<۰/۰۵).

قوام بافت

در همه تیمارها شاخص سفتی بافت در روز سوم نسبت به روز اول کاهش معناداری داشت و از روز سوم تا پانزدهم تغییر معناداری نداشت. سفتی عضلات در تیمارهای مختلف در طول دورهٔ نگهداری تفاوت آماری معناداری نداشت (p>۰/۰۵) (شکل ٤).



شکل ٤ سفتی عضلات ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان پرورشی بسته‌بندی‌شده در شرایط مختلف و نگهداری‌شده در دمای ۳ درجه سانتی‌گراد. ●: بسته‌بندی حاوی هوا، ■: بسته‌بندی تحت خلأ، ▲: بسته‌بندی اتمسفر اصلاح‌شده (٦٠ درصد گاز کربنیک، ۱۰ درصد اکسیژن و ۳۰ درصد ازت). در هر زمان حروف متفاوت نشانگر تفاوت آماری معناداری است (p<۰/۰۵).

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2023-01-27]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1393.3.4.7.4]

بحث

در این تحقیق تعداد باکتری‌های مزوفیل، سرمادوست، انتروباکتریاسه و لاکتیک اسید باکتریا، در تیمارهای مورد مطالعه تا ۱۲ روز نگهداری در دمای ۳ درجه سانتی‌گراد تفاوت آماری معناداری نداشتند (شکل ۲). هرچند که بسته‌بندی تحت خلأ و MAP شرایط را برای رشد باکتری‌های هوازی نامناسب می‌کنند (Maqsood and Benjakul, 2010; Provinciala et al., 2010) و انتظار می‌رود که تعداد باکتری‌های مزوفیل و سرمادوست این تیمارها کمتر از گروه کنترل باشد، اما با توجه به اینکه در این بسته‌ها شرایط برای رشد باکتری‌های بی‌هوازی و بی‌هوازی اختیاری مهیاست، احتمالاً فلور غالب نمونه‌ها بیشتر از این باکتری‌ها بوده‌اند. از سوی دیگر، شرایط بهداشتی در آماده‌سازی و بسته‌بندی نمونه‌ها موجب شده که تعداد باکتری‌های اولیه اندک باشد و در مدت نگهداری در دمای ۳ درجه سانتی‌گراد نیز نتواند رشد زیادی داشته باشند. اعتمادی و همکاران (2013) در تحقیق خود روی ماهی قزل‌آلای تخلیه احشا شده و بسته‌بندی شده در شرایط هوا و تحت خلأ و نگهداری شده در یخچال (۲ درجه سانتی‌گراد) مشاهده نمودند که تعداد باکتری‌های مزوفیل تا ۱۰ روز نگهداری کمتر از ۷ لوگ در هر گرم بود و بین دو روش بسته‌بندی تفاوت آماری وجود نداشت ($p>۰/۰۵$). آنها همچنین نشان دادند که تعداد باکتری‌های سرمادوست در دو تیمار تا روز نهم نگهداری کمتر از ۷ لوگ در هر گرم بوده و تفاوت آماری معناداری نداشتند، اما در روز پانزدهم نگهداری تعداد باکتری‌های سرمادوست نمونه‌های تحت خلأ به‌طور معناداری کمتر از گروه دیگر بود ($p<۰/۰۵$) (Etemadi et al., 2013) که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد.

تجزیه چربی به عوامل متعددی مانند میزان چربی، نوع اسیدهای چرب و میزان اسیدهای چرب غیراشباع موجود در آن، عوامل بیرونی مانند در معرض نور و گرما بودن، اشعه ماورای‌بنفش، حضور اکسیژن و وجود محرک‌های شیمیایی بستگی دارد. این تجزیه به‌صورت اولیه و ثانویه است و هر کدام محصولات متفاوتی دارند (Dimitrios et al., 2007). باکتری‌ها در طول مدت نگهداری علاوه بر پروتئین‌ها، چربی‌ها را هم تجزیه می‌کنند (Bykowski and Dutkiewicz, 1996).

با توجه به اینکه چربی ماهی شامل مقدار زیادی اسیدهای چرب چند غیراشباعی است، که بسیار مستعد فساد هستند، یکی از شاخص‌های اصلی فساد ماهی‌های پرچرب مثل قزل‌آلا فساد اکسیداتیو و هیدرولیتیک چربی‌ها است. تغییرات عدد اسیدی در تیمارهای مختلف در طول دوره آزمایش تغییرات اندک و غیرمعناداری داشتند ($p>۰/۰۵$). افزایش عدد اسیدی به دنبال هیدرولیز چربی، در اثر فعالیت آنزیم لیپاز ماهی و میکروارگانیزم‌های آن است (Whittle et al., 1990). با توجه به اینکه احشای ماهی‌ها تخلیه شده بودند و بار میکروبی نیز در طول آزمایش افزایش زیادی نداشت، عدم افزایش عدد اسیدی منطقی به نظر می‌رسید.

اکسیداسیون چربی در ماهی باعث تشکیل آلدهیدها و کتون‌ها می‌گردد و بوهای نامطبوعی ایجاد می‌کند که باعث کاهش کیفیت محصول می‌شود (Pearson et al., 1983). آزمایش تیوباربیتوریک اسید اغلب در صنایع غذایی برای تشخیص اکسیداسیون چربی‌ها استفاده می‌شود (Tarlagdis et al., 1960).

هرچند وجود اکسیژن موجب افزایش اکسیداسیون چربی‌ها می‌شود و ماهی قزل‌آلا جزء ماهی‌های پرچرب است و مقدار قابل توجهی اسیدهای چرب چندغیراشباعی

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2023-01-27]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1393.3.4.7.4]

دارد، اما از نظر فساد اکسیداتیو، در مدت پانزده روز نگهداری تفاوت قابل توجهی بین دو گروه بسته‌بندی شده در محیط دارای اکسیژن و گروه تحت خلأ مشاهده نشد. در واقع تغییرات مالون‌دی‌آلدئید در دو گروه مذکور در مدت ۱۵ روز باوجود اینکه دارای نوسانات زیادی بود، اما تغییرات آنها معنادار نبود (جدول ۲). دلیل نوسانات مقدار مالون‌دی‌آلدئید در طول مدت نگهداری مشخص نیست. Ortiz و همکارانش نیز در تحقیق خود روی ماهی قزل‌آلای پرورشی نگهداری شده در آب و یخ مشاهده نمودند که تغییرات مالون‌دی‌آلدئید در مدت ۱۶ روز نگهداری نوسانات زیادی داشته ولی توجیهی برای آن ارائه نکرده‌اند (Ortiz et al., 2008). اعتمادی و همکاران (2013) نیز نتایج مشابهی در ماهی قزل‌آلای بسته‌بندی شده در بسته‌بندی تحت خلأ و معمولی به‌دست آوردند (Etemadi et al., 2013).

در این تحقیق میزان تراوش ماهی‌های بسته‌بندی شده در شرایط MAP تفاوت چندانی با گروه کنترل نداشت، اما نمونه‌های تحت خلأ از روز دوازدهم میزان تراوش بیشتری نسبت به دو گروه دیگر داشتند (شکل ۳). بسته‌بندی تحت خلأ نیز نوعی MAP است که هوای داخل بسته تخلیه شده و بدون جایگزینی گاز دیگری دربندی می‌شود. در این روش، بسته به محصول چسبیده و به آن فشار می‌آورد (Ozgol and Ozgol, 2006). این تحقیق نشان داد که بسته‌بندی تحت خلأ احتمالاً به‌دلیل فشار به محصول موجب افزایش تراوش ماهی شده است و تراوش زیاد یکی از معایب این روش است.

قوام بافت از شاخص‌های مهم کیفیت محصول است که تحت تأثیر اتولیز و آنزیم‌های پروتئولیتیک باکتری‌ها و عوامل دیگری از جمله اسیدی شدن، دچار تغییر می‌شود (Alvarez et al., 2002). ارزیابی این شاخص نشان داد که نوع بسته‌بندی به‌کار رفته در این تحقیق تأثیری در کیفیت بافت نداشته است (شکل ٤).

تحقیقات متعددی نشان داده‌اند که MAP موجب افزایش ماندگاری غذاهای دریایی نگهداری‌شده در یخچال شده‌اند (Haard, 1992; Church, 1998). محققان نشان دادند که بسته‌بندی MAP (با فرمول ۷۰ درصد CO_2 + ۲۰ درصد O_2 + ۱۰ درصد N_2) بیشترین اثر ضد میکروبی در مدت ۹ روز نگهداری ماهی باس دریایی در دمای ۲ درجه سانتی‌گراد را دارد (Torrieri et al., 2006). تحقیقات برخی نیز نشان داد مدت ماندگاری گوشت ماهی هیک (*Merluccius merluccius*) نگهداری شده در پودر یخ (در بسته‌بندی MAP، با فرمول ۵۰ درصد CO_2 + ٤٥ درصد N_2 + ۵ درصد O_2)، نسبت به بسته‌بندی معمولی یک هفته افزایش یافته است (Pastoriza et al., 1998). Hovda و همکاران برای افزایش ماندگاری ماهی هالیبوت پرورشی از بسته‌بندی MAP حاوی ۵۰ درصد CO_2 و ۵۰ درصد N_2 استفاده کردند و به‌طور چشمگیری موجب افزایش ماندگاری آن شدند (Hovda et al., 2007). Fagan و همکاران با استفاده از بسته‌بندی MAP (٤٠ درصد CO_2 + ٦٠ درصد N_2) مدت نگهداری فیله ماهی سالمون یخ‌زدایی و نگهداری شده در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد را به مدت ۲ روز (۷ روز) در مقایسه با بسته‌بندی حاوی هوا (۵ روز) افزایش دادند (Fagan et al., 2004). این محققان نتیجه‌گیری کردند که بسته‌بندی MAP، تأثیر اندکی بر افزایش ماندگاری و شاخص‌های فساد (میکروبی، حسی و شیمیایی) ماهی سالمون دارد. آنها همچنین تأثیر کیفیت ماده اولیه از نظر بار میکروبی، شرایط بهداشتی فرایند، حمل و نقل و نگهداری را از عوامل بسیار مؤثر در مدت ماندگاری فیله ماهی سالمون بیان کردند. Cann و همکاران، نسبت ٦٠ درصد CO_2 + ٤٠ درصد N_2 را

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2023-01-27]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1393.3.4.7.4]

مناسب‌ترین فرمول برای بسته‌بندی MAP ماهی باس دریایی پیشنهاد نمودند (Cann te al., 1983).

از سوی دیگر، محققان بیان داشته‌اند که MAP با غلظت بالای گاز کربنیک از طریق حل شدن آن در بافت ماهی می‌تواند موجب کاهش کیفیت و افزایش تراوش آن شود (Sivertsvik et al., 2004; Fletchez et al., 2004). محققان همچنین اذعان نموده‌اند که این روش پرهزینه است و در صورت نقص در بسته، کل محصول دچار اشکال می‌گردد. به‌علاوه در شرایط MAP امکان رشد *Clostridium botulinum* نوع E و توکسین‌زایی آن وجود دارد (Sivertsvik et al., 2002).

در بسته‌بندی MAP عواملی از قبیل فرمول گاز مصرفی، نسبت حجم گاز به مقدار محصول و جنس بسته استفاده شده در افزایش ماندگاری ماهی مؤثرند. به‌علاوه متغیرهای دیگری از جمله گونه ماهی، میزان چربی، بار میکروبی، نوع میکروب‌ها، فرایندهای انجام شده روی ماهی، شرایط نگهداری و دمای نگهداری در مدت ماندگاری ماهی مؤثر هستند (Bøknæs et al., 2000; Sivertsvik et al., 2002).

با توجه به اینکه همه شاخص‌های مورد ارزیابی در این تحقیق به خصوص نتایج شمارش باکتری‌های مختلف تا روز نهم نگهداری کمتر از حد استاندارد ملی ایران بودند، نتایج نشان داد که در صورتی که ماهی قزل‌آلا در شرایط بهداشتی صید، حمل و فراوری و بلافاصله بسته‌بندی و در یخچال با دمای مناسب نگهداری شود، تا ۹ روز بدون توجه به نوع بسته‌بندی قابل نگهداری است. همچنین با توجه به شرایط مذکور، بسته‌بندی‌های به‌کار رفته در این بررسی موجب بهبود قابل‌توجهی در شاخص‌های ماندگاری ماهی قزل‌آلا نخواهد شد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله از مدیریت مزرعه پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان به‌دلیل تأمین ماهی مورد استفاده در این تحقیق، مراتب قدردانی خود را ابراز می‌دارند. همچنین از آقای دکتر عسکر فرحناکی به‌دلیل همکاری در آنالیز بافتی نمونه‌ها تشکر می‌شود.

منابع

Alvarez, M. D., Canet, W. and López, M. E. 2002. Influence of deformation rate and degree of compression on textural parameters of potato and apple tissues in texture profile analysis. *European Food Research and Technology*, 215: 13-20.

AOAC 1990. Fatty acids (free) in crude and refined oils, titration method. Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, d940.28.

Azizishirazi, A. and Shekarforoush, S. S. 2010. Unreliability of total volatile basic nitrogen (TVB-N) as a shelf-life indicator of gutted rainbow trouts packaged in different atmospheres. *Advances in Food Sciences*, 32: 41-46.

Bøknæs, N., Österberg, C., N ielsen, J. and Dalgaard, P. 2000. Influence of freshness and frozen storage temperature on quality of thawed cod fillets stored in modified atmosphere packaging. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technolologie*, 33: 244-248.

Botsoglou, N. A., Fletouris, D. J., Papageorgio, G. E., Vassilopoulos, V. N., Mantis A. J. and Trakatellis, A.G. 1994. Rapid, sensitive, and specific Thiobarbituric acid method for measuring lipid peroxidation in animal Tissue, Food, and Feedstuff samples. *Journal of Agriculture Food and Chemistry*, 42: 1931-1937.

Bykowski, P. and Dutkiewicz, D. 1996. Fresh water fish processing and equipment in small plants. *FAO Fisheries Circular No. 905 FIIU/C905*.

Cann, D. C., Smith, G. L. and Houston, N. C. 1983. Further studies on marine fish stored under modified atmosphere packaging. Aberdeen: Ministry of Agriculture Fisheries and Food, Torry Research Station, pp. 32–42.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2023-01-27]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1393.3.4.7.4]

population in modified atmosphere packaged farmed halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) based on 16S rDNA-DGGE. *Food Microbiology*, 24: 362–371.

Maqsood, S. and Benjakul, S. 2010. Synergistic effect of tannic acid and modified atmospheric packaging on the prevention of lipid oxidation and quality losses of refrigerated striped catfish slices. *Food Chemistry*, 121: 29-38.

Ortiz, J., Palma, O., González, N. and Aubourg, S. P. 2008. Lipid damage in farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) after slaughtering and chilled storage. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 110: 1127–1135.

Otwell, W. S., Kristinsson, H. G. and Balaban, M. O. 2006. Modified atmospheric processing and packaging of fish. Wiley-Blackwell publishing, Hoboken, USA, pp: 143-162.

Oyelese, O. A. 2007. Drip loss measurements, organoleptic assessment and filleting characteristics of the silver catfish *Chryisichthys nigrodigitatus* under low storage temperature conditions. *Jornal of Food Processing and Preservation*, 31: 469-479.

Ozogul, F. and Ozogul, Y. 2006. Biogenic amine content and biogenic amine quality indices of sardines (*Sardina pilchardus*) stored in modified atmosphere packaging and vacuum packaging. *Food Chemistry*, 99: 574–578.

Parry, R.T. 1993. Principles and application of modified atmosphere packaging of food. Blackie Academic and Professional, Glasgow, pp: 134-169.

Pastoriza, L., Sampedro, G., Herrera J. J. and Cabo, M. L. 1998. Infuence of sodium chloride and modified atmosphere packaging on microbiological, chemical and sensorial properties in ice storage of slices of hake (*Merluccius merluccius*). *Food Chemistry*, 61: 23-28.

Pearson, A. M., Gray, J. I., Wolzac, A. M. and Horenstein, N. A. 1983. Safety implications of oxidized lipids in muscle foods. *Food Technology.*, 37: 121-129.

Provincial, L., Gill, M., Guillen, E., Alonso, V., Roncales, P. and Beltran, J. A. 2010. Effect of modified atmosphere packaging using different CO_2 and N_2 combinations on physical, chemical, microbiological and sensory changes of fresh sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fillets. *International Journal of Food Science and Technology*, 45: 1828-1836.

Church, N. 1998. MAP fish and crustaceans—sensory enhancement. *Food Science and Technology Today*, 12 (2): 73- 83.

Dimitrios, G., loannis, A., Panagiota, K., Grorgios, B. and Spyridon, A. G. 2007. Effects of rosemary extract, chitosan and α-tocopherol on microbiological parameters and lipid oxidation of fresh pork sausage stored at 4ºC. *Meat Science*, 76: 172-181.

Etemadi, H., Rezaei, M., Abedian Kenari, A. M. and Hosseini, S. F. 2013. Combined Effect of Vacuum Packaging and Sodium Acetate Dip Treatment on Shelf Life Extension of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) during Refrigerated Storage. *J. Agr. Sci. Tech.*, 15: 929-939.

Fagan, J. D., Gormley, T. R. and Ui Mhuircheartaigh, M. M. 2004. Effect of modified atmosphere packaging with freeze-chilling on some quality parameters of raw whiting, mackerel and salmon portions. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 5: 205–214.

Food and Agriculture Organization, 2010. Cultured Aquatic Species Information Programme *Oncorhynchus mykiss*. Food and Agriculture Organization, Fisheries and Aquaculture Department, FAO Publication series.

Fletcher, G. C., Summers, G., Corrigan, V. K., Johanson, M. R. and Hedderley, D. 2004. Optimizing gas mixtures for modified atmosphere packaging of fresh king salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 13 (4): 5-28.

Gimenz, B., Roncales, P. and Beltran, J. A. 2002. Modified atmosphere packaging of filleted rainbow trout. *J. Sci. Food Agric.*, 84: 1154-1159.

Gobantes, I., Chubret, G. and Gomez, R. 1998. Quality of pigmented (Astaxantine and Canthaxantine) rainbow trout (*Oncorynchus mykiss*) fillets stored under vacuum packaging during chilled storage. *Journal of agriculture Food and Chemistry*, 46: 4358-4362.

Haard, N.F. 1992. Technological aspects of extending prime quality of seafood: a review. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 1 (3-4): 9–27.

Hovda, M. B., Sivertsvik, M., Lunestad, B. T., Lorentzen, G. and Rosnes, J. T. 2007. Characterisation of the dominant bacterial

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2023-01-27]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1393.3.4.7.4]

Tarladgis, B. G., Watts B. M. and Younathan, M. T. 1960. A distillation method for the quantitive determination of malonaldehyde in rancid foods. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 37 (1): 44-48.

Torrieri, E., Cavella, S., Villani, F. and Masi, P. 2006. Influence of modified atmosphere packaging on the chilled shelf life of gutted farmed bass (*Dicentrarchus labrax). Journal of Food Engineering*, 77: 1078–1086.

Whittle, K., Hardy, R. and Hobbs, G. 1990. Chilled fish and fishery products. In T. Gormley (Ed.), Chilled foods. The state of the art (pp. 87-116). New York (USA): Elsevier Applied Science.

Rutherford, T. J., Marshell, D. L., Andrews, L. S., Coggins, P. C., Schilling, M. W. and Gerard, P. 2007. Combined effect of packaging atmosphere and storage temperature on growth of *Listeria monocytogenes* on ready-to-eat shrimp. *Food Microbiology*, 24: 703-710.

Sivertsvik, M., Jeksrud, W. K. and Rosnes, M. J. T. 2002. A review of modified atmosphere packaging of fish and fishery products—significance of microbial growth, activities and safety. *International Journal of Food Science and Technology*, 37: 107–127.

Sivertsvik, M., Rosnes, J. T. and Jeksrud, W.K. 2004. Solubility and absorption rate of carbon dioxide into non-respiring foods. Part 2: raw fish fillets. *Journal of Food Engineering*, 63: 451-458.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2023-01-27]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1393.3.4.7.4]