

<https://dorl.net/dor/20.1001.1.20080026.1400.15.2.6.8>**اثر آنتی باکتریایی و آنتی اکسیدانی نایسین بر فیله ماهی قزل آلائی رنگین کمان****(*Oncorhynchus mykiss*) بسته بندی شده با روش اتمسفر اصلاح شده (MAP)**سیدابراهیم حسینی<sup>۱\*</sup>، ابوالقاسم کمالی<sup>۱</sup>، عباسعلی مطلبی<sup>۲</sup>، رضا پورغلام<sup>۳</sup> و رضا صفری<sup>۳</sup><sup>۱</sup> گروه علوم و صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران<sup>۲</sup> مؤسسه تحقیقات شیلات ایران، تهران، ایران<sup>۳</sup> پژوهشکده اکولوژی خزر، ساری، ایران

تاریخ دریافت: ۹۹/۱۰/۵؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱/۱۸

**چکیده**

در این مطالعه اثر آنتی باکتریایی و آنتی اکسیدانی نایسین در ۳ سطح ۰، ۰/۱۵ و ۰/۲۵ گرم در کیلوگرم در فیله ماهی قزل آلائی رنگین کمان بسته بندی شده با اتمسفر اصلاح شده (۵۰ درصد نیتروژن، ۴۵ درصد دی اکسید کربن و ۵ درصد اکسیژن) و بسته بندی در خلاء (تیمار شاهد) در مدت ۲۰ روز نگهداری در دمای یخچال (۱±۴ درجه سانتی گراد) مورد بررسی قرار گرفت. در این آزمایش، شاخص های شیمیایی فساد (عدد پراکسید، میزان تیوباربیتوریک اسید، مقدار بازهای ازته فرار و pH)، پارامترهای میکروبی (شمارش کلی باکتری ها، شمارش باکتری های سرماگرا و باکتری های اسید لاکتیک) و همچنین ویژگی های حسی فیله ها شامل فاکتورهای بو، رنگ، بافت و قابلیت پذیرش کلی در روزهای ۰، ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ دوره نگهداری مورد سنجش قرار گرفت. تیمار نایسین ۰/۲۵ گرم در کیلوگرم با میزان شاخص عدد پراکسید، میزان تیوباربیتوریک اسید، مقدار بازهای ازته فرار و pH به ترتیب برابر ۹/۹۵ (میلی اکی والان اکسیژن بر کیلوگرم گوشت ماهی)، ۱/۱۹ (میلی گرم مالون آلدهید بر کیلوگرم گوشت ماهی)، ۳۰/۴ (میلی گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم گوشت ماهی) و ۶/۷۳ و از نظر پارامترهای میکروبی (شمارش کلی باکتری ها، شمارش باکتری های سرماگرا و باکتری های اسید لاکتیک) به ترتیب برابر ۶/۶۴، ۶/۹۱ و ۵/۸۱ logcfu/g به طور معنی داری کمترین تیمار از نظر شاخص های ذکر شده نسبت به سایر تیمارها بود. همچنین از نظر ویژگی های حسی فیله ها شامل فاکتورهای بو، رنگ، بافت و قابلیت پذیرش کلی به ترتیب با امتیاز (۵، ۵/۴، ۵/۳ و ۵/۳) بیشترین تیمار از نظر ویژگی های حسی بود. براساس حداکثر سطح توصیه شده برای این پارامترها، حداکثر زمان ماندگاری برای این فیله ها، ۱۶ روز بود. بنابر نتایج به دست آمده از این پژوهش، استفاده از نایسین و بسته بندی فیله ها با اتمسفر اصلاح شده بر بهبود کیفیت فیله ماهی قزل آلائی رنگین کمان در زمان نگهداری در یخچال اثر مثبت داشت.

**واژه های کلیدی:** نایسین، زمان ماندگاری، ماهی قزل آلا (*Oncorhynchus mykiss*)، بسته بندی با اتمسفر اصلاح شده (MAP)

**مقدمه**

میزان، نیم درصد آن ها دچار مرگ و میر می شوند (FDA/CFSAN<sup>۱</sup>، ۲۰۰۸). در ایران نیز آلودگی غذایی سالانه حدوداً جان ۳۵ هزار نفر از جمعیت

سالانه ۲۰ درصد کل جمعیت جهان دچار بیماری های ناشی از مصرف غذا می شوند که از این

ارزیابی شدت واکنش‌های آنزیمی، درجه حرارت و تعداد و نوع میکروارگانیسم‌های مولد فساد تعیین می‌شود (Huss, ۱۹۹۵). یکی از عوامل افزایش زمان ماندگاری، استفاده از روش‌های بسته‌بندی مناسب می‌باشد. از مهم‌ترین برتری‌های بسته‌بندی می‌توان به افزایش کیفیت ماهی، جلوگیری از اکسیداسیون چربی، حفظ تازگی، سهولت در انبارداری و حمل و نقل و در نهایت فروش راحت‌تر محصول اشاره نمود. یکی از روش‌های بسته‌بندی ماهی، استفاده از اتمسفر اصلاح شده می‌باشد. در این روش که (MAP)<sup>۳</sup> نامیده می‌شود، اتمسفر اصلاح شده با ترکیب گازی معین (دی‌اکسیدکربن، ازت و اکسیژن)، جایگزین هوا در بسته شده و سپس عمل بسته‌بندی انجام می‌گیرد. مطالعات نشان داده که درصد افزایش ماندگاری در سیستم MAP در مقایسه با نگهداری در معرض هوا از صفر (بدون افزایش) تا ۲۸۰ درصد متغیر می‌باشد (Sivertsvik و همکاران، ۲۰۰۲؛ Lyhs و همکاران، ۲۰۰۷) گونه ماهی انتخابی در این پژوهش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با نام علمی *Oncorhynchus mykiss* از خانواده آزادماهیان است، این ماهی جزو ماهیان پرچرب بوده و کاهش کیفیت در ماهیان چرب در مرحله اول به‌خاطر فعالیت میکروارگانیسم‌ها و اکسیداسیون چربی‌ها می‌باشد (Rezaei و Hosseini, ۲۰۰۸). بنابراین در نگهداری کوتاه‌مدت گوشت ماهی، انجماد نه تنها هزینه بالایی را تحمیل خواهد کرد، بلکه بازاری‌پسندی آن را نیز کاهش می‌دهد. از راه‌های مؤثر در کاهش اکسیداسیون چربی‌های ماهی استفاده از اتمسفر تغییر یافته می‌باشد. براساس آمار، میزان تولید این ماهی در سال ۱۳۸۹ به میزان ۹۱۵۱۹ تن در کشور بوده که سهم استان‌های شمالی، ۱۴۱۹۲ تن بوده است. هدف از انجام این پژوهش، افزودن ناپسین به فیله ماهی قزل‌آلا و بسته‌بندی آن با استفاده

۷۰ میلیونی کشور را می‌گیرد (رضوی‌لر، ۱۳۸۹). نگهداری در یخچال از روش‌هایی است که در مراکز عرضه ماهی و یا برای انتقال ماهی از مراکز پرورش تا مراکز فروش استفاده می‌گردد. نگهداری ماهی در یخچال سبب کاهش سرعت فعالیت‌های آنزیمی، شیمیایی و فعالیت موجودات ذره‌بینی خواهد شد اما به دلیل توانایی نداشتن دمای یخچال (۴ درجه سانتی‌گراد) برای کاهش دمای ماهی به مقدار لازم، تغییرات نامطلوبی از جمله اکسیداسیون و هیدرولیز چربی به آرامی صورت گرفته، باعث کاهش کیفیت محصولات می‌گردد. بنابراین استفاده از موادی مناسب با فعالیت آنتی‌باکتریایی و آنتی‌اکسیدانی به‌منظور بهبود کیفیت، افزایش عمر ماندگاری گوشت و در عین حال جلوگیری از ضررهای اقتصادی، ضروری و مفید به‌نظر می‌رسد (Kashiri و همکاران، ۲۰۱۱) از این رو استفاده از نگهدارنده‌های ضد میکروبی در بسیاری از محصولات غذایی به‌منظور جلوگیری از آلودگی ماده غذایی پس از تولید بسیار رایج است و باعث افزایش زمان ماندگاری و حفظ کیفیت غذا می‌شود (Ojagh و همکاران، ۲۰۱۰). از جمله این مواد ضد میکروبی می‌توان به انواع بیولوژیک اشاره نمود که باکتری‌های لاکتیک و انواع متابولیت‌های میکروبی که از این گروه و یا گروه‌های وابسته تولید می‌شوند، جزو این دسته هستند. باکتری‌های لاکتیک طیف وسیعی از باکتریوسین‌ها را ترشح می‌کنند که می‌توان به ناپسین، پدیوسین، لاکتاسین، دایورجین، دیپلوسین، لاکتواسترپتوسین و... اشاره نمود. ناپسین تنها باکتریوسینی است که اجازه استفاده بی‌خطر آن در مواد غذایی داده شده و یک ماده نگهدارنده بی‌خطر (GRAS)<sup>۱</sup>: عنوانی که سازمان غذا و داروی آمریکا به مواد افزودنی غذایی بی‌خطر و سالم داده است) می‌باشد (FDA, ۱۹۸۸). زمان ماندگاری<sup>۲</sup> ماهی با

1- Generally Recognized As Safe

2- Shelf Life

3- Modified Atmosphere Packaging

از اتمسفر اصلاح شده برای افزایش مدت زمان ماندگاری آن در دمای یخچال می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

**تهیه ماهی:** ماهیان قزل‌آلای مورد استفاده در این پروژه از یک استخر پرورشی واقع در شهرستان ساری در زمان کم‌تر از ۳۰ دقیقه در کنار یخ به پژوهشکده اکلوزی آبزیان دریای خزر حمل شدند. ماهی‌ها در آزمایشگاه بلافاصله تخلیه شکمی و سر و دم‌زنی شدند و به فیله‌های با میانگین وزنی بین ۵۵-۵۰ گرم تبدیل شده و دوباره آب‌کشی شدند.

**آماده‌سازی نایسین:** در این پژوهش، نایسین ۲/۵ درصد (Serva، آمریکا) در اسید کلریدریک (Merck، آلمان) ۰/۰۲ نرمال حل شد و در ظرف استریل توسط فیلتر ۰/۴۵ میکرومتر، استریل شده و مقدار موردنظر آن را برداشته و به ظروف شامل آب مقطر استریل افزوده و پس از مخلوط شدن با دو غلظت ۰/۱۵ و ۰/۲۵ گرم بر کیلوگرم بر روی فیله‌های ماهی اسپری شد.

**بسته‌بندی نمونه‌ها با اتمسفر اصلاح شده:** پس از آغشته ساختن نمونه‌ها به نایسین، فیله‌ها به کمک دستگاه بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده بسته‌بندی شدند. براساس مطالعات انجام شده، ترکیب گازی شامل ۴۵ درصد دی‌اکسیدکربن، ۵۰ درصد نیتروژن و ۵ درصد اکسیژن به‌عنوان بهترین فرمول، زمان نگهداری ماهی را افزایش می‌دهد (Masniyom، ۲۰۱۰)، از این‌رو این ترکیب گازی برای بسته‌بندی نمونه‌ها در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفت. بسته‌بندی در کیسه‌های نایلونی سه‌لایه با ابعاد ۴۰×۲۰ سانتی‌متر که لایه میانی از جنس پلی‌وینیلیدن کلراید (PVDC) و دو لایه خارجی از جنس پلی‌اتیلن (PE) است، انجام شد. در این روش، با دستگاه بسته‌بندی (Multivac، A300/16، آلمان)، ابتدا هوای داخل بسته تخلیه شده و سپس با تزریق مخلوطی از گازها

به داخل بسته، سر کیسه‌ها به‌طور اتوماتیک توسط دستگاه دوخته شد (تیمارهای M<sub>1</sub> (بدون نایسین)، M<sub>2</sub> (۰/۲۵) گرم بر کیلوگرم نایسین) و M<sub>3</sub> (۰/۱۵) گرم بر کیلوگرم نایسین). برای بسته‌بندی فیله‌ها در خلاء، ابتدا فشار داخلی بسته به صفر میلی‌متر جیوه رسید، سپس عمل دوخت به سرعت به‌طور اتوماتیک انجام شد (تیمار V). سپس نمونه‌ها داخل یخچال در دمای ۱±۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۶ روز نگهداری شده و هر ۴ روز یک‌بار یعنی در روزهای ۰، ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ نمونه‌هایی به‌صورت تصادفی برای انجام همه آزمایش‌های شیمیایی، میکروبی و حسی انتخاب شدند.

### آزمایش‌های میکروبی

**شمارش کلی باکتری‌ها (TPC):** تعیین بار میکروبی بر طبق روش (Siskos و همکاران، ۲۰۰۷) صورت پذیرفت. به این منظور، ۵ گرم نمونه با ۴۵ میلی‌لیتر آب مقطر به کیسه استریل استومیکر منتقل گردید و توسط دستگاه استومیکر (استومیکر ۴۰۰ ساخت شرکت Seward انگلیس) به‌صورت هموژن درآمد. سپس نمونه تا رقت ۱۰۵ میلی‌لیتر رقیق گردید. ۱ میلی‌لیتر از هر رقت در پلیت قرار داده شد و محیط کشت پلیت کانت آگار (PCA) به آن افزوده شد. هر پلیت به‌منظور توزیع همگن نمونه به دقت تکان داده شد. بعد از چند دقیقه همه پلیت‌ها وارونه شده و در انکوباتور به مدت ۴۸ ساعت با دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. بعد از ۴۸ ساعت همه کلونی‌ها شمارش شدند.

**شمارش باکتری‌های سرماگرا (PTC):** برای شمارش تعداد باکترهای سرمادوست، کشت به‌صورت سطحی بر روی محیط کشت پلیت کانت آگار انجام شد و بعد از نگهداری پلیت‌ها در دمای ۱۰ درجه

۱- Total Plate Count

۲- Psychrotrophic Count

مالون آلدهید (MDA) به دست آمده از تقطیر، با دو مولکول تیوباریتوریک اسید (TBA) اضافه شده به محلول به دست آمده از تقطیر، صورت پذیرفت. نتایج براساس میلی‌گرم مالونالدهید در کیلوگرم نمونه بیان گردید.

**تعیین میزان پراکسید (PV):** ۱۰ گرم از نمونه هموژن شده فیله ماهی درون یک ارلن‌مایر ۲۵۰ میلی‌لیتری ریخته و به آن ۲ گرم شن و ۲۰ گرم سولفات سدیم افزوده و کاملاً مخلوط گردید. بعد از تبخیر رطوبت، به همراه ۲۰ سانتی‌مترمکعب از حلال اترودپترول شده و به مدت ۲۴ ساعت در تاریکی قرار گرفت. روز بعد، محلول را صاف کرده و محلول صاف شده را داخل بالن سوکسله که قبلاً توزین شده بود، ریخته و در دستگاه روتاری (Buchi EL) 141 قرار داده شد. در نتیجه حلال‌ها جدا شده و چربی باقی‌مانده به همراه بالن دوباره توزین شد و از تفاوت وزن بالن خالی و بالن همراه با نمونه چربی، مقدار چربی به دست آمد. سپس ۵ گرم چربی استخراج شده در یک ارلن ۲۵۰ میلی‌لیتری درب‌دار به طور دقیق توزین و مقدار ۳۰ میلی‌لیتر اسیداستیک و کلروفرم که قبلاً مخلوط شده بودند، به آن افزوده و به مقدار ۰/۵ سانتی‌مترمکعب محلول نشاسته ۱ درصد به آن اضافه شد و توسط تیوسولفات سدیم ۰/۱ نرمال تا بی‌رنگ شدن کامل تیترا گردید. مقدار پراکسید چربی بر حسب میلی‌اکی‌والان پراکسید در ۱۰۰۰ گرم چربی از رابطه زیر به دست آمد (Pearson, ۱۹۹۴).

**ارزیابی حسی:** برای انجام ارزیابی حسی فیله‌های ماهی قزل‌آلا در طول دوره نگهداری از روش (Goulas و Kontominas, ۲۰۰۷) استفاده گردید. به این منظور از یک گروه پنل ۷ نفره استفاده شد. ارزیابی حسی در مورد بو، رنگ و بافت انجام گرفت.

سانتی‌گراد به مدت ۷ روز تعداد کلنی‌های موجود بر روی پلیت شمارش شد (استاندارد ملی ایران، ۱۳۷۸). شمارش باکتری‌های اسید لاکتیک (LAB): به منظور شمارش باکتری‌های گروه لاکتیک، از محیط کشت MRS (deMan, Rogosa and Sharpe) آگار (Merck, آلمان) استفاده شد. ۱ میلی‌لیتر نمونه با میکروسپلر به پتری‌دیش خالی منتقل شد و سپس یک لایه محیط کشت مایع آماده شده به نمونه اضافه شده و پتری‌دیش را به‌طور سینوسی تکان داده تا نمونه با محیط کشت مخلوط شود و پس از سرد شدن، لایه باریک دیگری به لایه اولیه اضافه شد. برای ایجاد یک محیط بی‌هوازی پلیت‌های کشت داده شده در جای بی‌هوازی شامل ۲ گازپیک C قرار داده شدند و در انکوباتور ۳۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲-۳ روز نگهداری و سپس شمارش شدند (Jones و همکاران، ۲۰۰۸).

#### آزمایش‌های شیمیایی

**سنجش مجموع بازهای نیتروژنی فرار (TVB-N):** تعیین میزان TVB-N به روش (Pearson, ۱۹۹۷) انجام شد. ۱۰ گرم نمونه چرخ‌شده ماهی در بالن شامل ۲ گرم اکسید منیزیم و ۳۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر و سنگ جوش قرار داده شد. بخارهای تقطیر شده وارد محلول ۲ درصد اسید بوریک شامل چند قطره معرف متیل رد و بروموکرزول سبز شده و در پایان توسط اسید سولفوریک ۰/۱ نرمال (A) تیترا شد. مقدار مواد از ته فرار توسط رابطه محاسبه گردید ( $TVB-N=A \times 14$ ).

**سنجش تیوباریتوریک اسید (TBA):** برای اندازه‌گیری شاخص تیوباریتوریک اسید، از روش (Egan و همکاران، ۱۹۹۷) استفاده شد. این روش براساس مقادیر اسپکتروفتومتری (HACH, DR/2000, USA) کمپلکس صورتی به دست آمده از واکنش یک مولکول

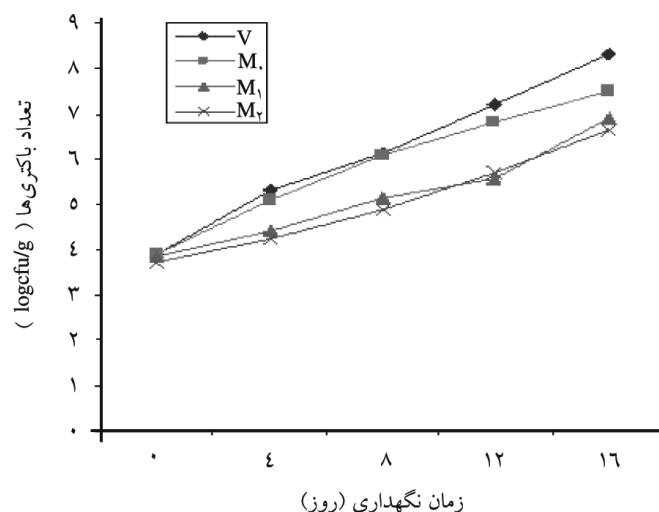
دانکن در سطح اطمینان ۵ درصد استفاده گردید (Zar, ۱۹۹۹). آزمون غیرپارامتریک کروسکال-والیس مقایسه شاخص‌های حسی مورد استفاده قرار گرفت.

### نتایج

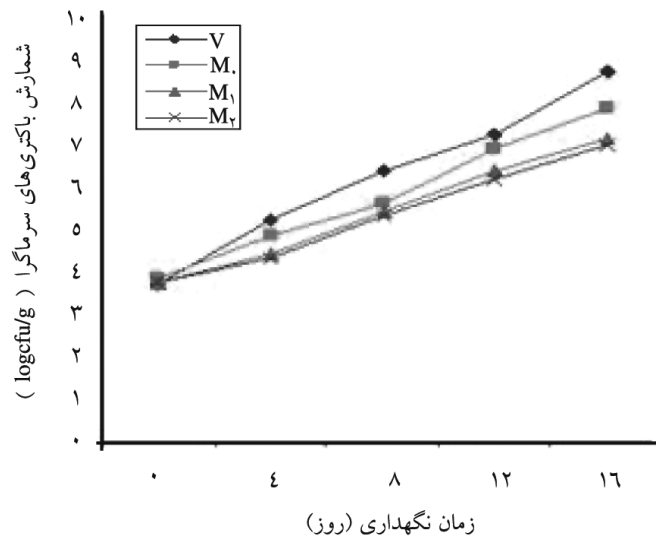
**آنالیز میکروبی:** مقدار TPC در تمامی تیمارهای این آزمایش در روز ۱۶، بیش‌ترین میزان و در روز صفر کم‌ترین میزان بود و بین زمان‌های مختلف آزمایش در همه تیمارها از نظر آماری اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. بین تیمارهای آزمایشی در زمان صفر، اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. در روز ۱۶، تیمار شاهد و کیوم با میزان TPC برابر (۸/۳۲) بیش‌ترین و تیمار (نایسین ۰/۲۵) با TPC برابر (۶/۶۴) کم‌ترین تیمار بودند و تیمار شاهد MAP با TPC برابر (۷/۴۹) دومین میزان TPC را بعد از شاهد و کیوم دارا بود. تیمار نایسین ۰/۱۵ با میزان TPC برابر (۶/۹۰۵) با تیمار نایسین ۰/۲۵ اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ۱).

نمونه فیله تازه ماهی قزل‌آلا در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد ذخیره گردید و در زمان انجام ارزیابی حسی به‌عنوان معیار بالاترین امتیاز در نظر گرفته شد. ارزیابی حسی تحت شرایط مشابه نور و دمایی انجام گرفت. برای امتیازدهی از یک مقیاس ۰ تا ۱۰ استفاده شد، به‌نحوی که ۱۰ بیش‌ترین امتیاز و ۰ کم‌ترین امتیاز را داشت. محصول با امتیاز کم‌تر از ۶ به‌عنوان محصول غیرقابل پذیرش تعریف گردید.

**تجزیه و تحلیل آماری:** تجزیه و تحلیل داده‌های به‌دست آمده با نرم‌افزار SPSS 18 انجام پذیرفت. به‌منظور تجزیه و تحلیل مقادیر کمی به‌دست آمده از آزمایش‌های شیمیایی و آزمایش‌های میکروبی پس از کنترل نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون (Kolomogorav-Smirnov) کولموگراف-اسمیرنوف از تجزیه واریانس دوطرفه در قالب طرح آماری فاکتوریل کاملاً تصادفی استفاده گردید. همچنین برای تعیین تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌ها در تیمارهای مختلف از آزمون LSD و مقایسه در زمان‌های مختلف از آزمون



شکل ۱- تغییرات بار میکروبی کل طی دوره نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد. تیمار V (شاهد بسته‌بندی در خلأ)، M (شاهد بسته‌بندی با MAP)، M<sub>1</sub> (نایسین ۰/۱۵ بسته‌بندی با MAP) و M<sub>2</sub> (نایسین ۰/۲۵ بسته‌بندی با MAP).



شکل ۲- تغییرات شمارش باکتری‌های سرماگرا طی دوره نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد. تیمار V (شاهد بسته‌بندی در خلاء)، M. (شاهد بسته‌بندی با MAP)، M<sub>1</sub> (نایسین ۰/۱۵ بسته‌بندی با MAP) و M<sub>2</sub> (نایسین ۰/۲۵ بسته‌بندی با MAP).

وکیوم دارا بود. تیمار نایسین ۰/۱۵ با میزان TPC برابر (۵/۷۴) به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از تیمار نایسین ۰/۲۵ و کم‌تر از شاهد MAP بود (شکل ۳).

#### آنالیز شیمیایی

شاخص پراکسید (PV): میزان PV در تمامی تیمارها در طول زمان روند افزایشی داشت. تیمار V از نظر شاخص پراکسید به‌طور معنی‌داری بیش‌ترین تیمار و تیمار M. بعد از آن به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از دو تیمار M<sub>1</sub> و M<sub>2</sub> بود که شامل نایسین بودند اما میان دو تیمار M<sub>1</sub> و M<sub>2</sub> از نظر آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۴).

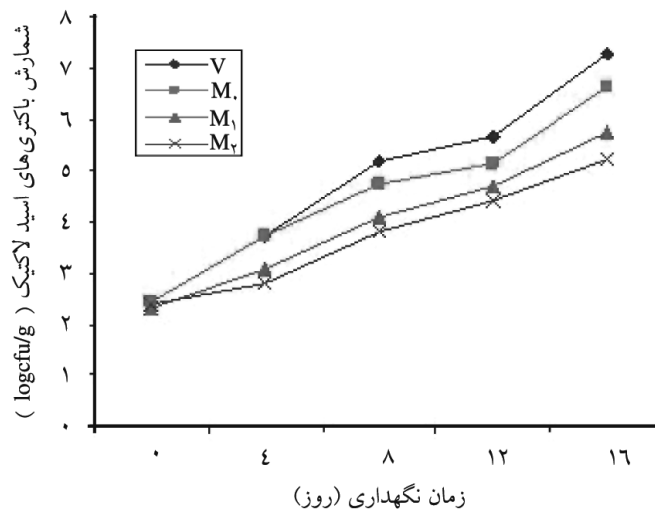
شاخص تیوباربتوریک اسید (TBA): تغییرات مقادیر TBA بین تیمارها در زمان صفر اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. طبق نتایج، در روز ۱۶، تیمارهای شاهد وکیوم، شاهد MAP، نایسین ۰/۱۵ و نایسین ۰/۲۵ با مقدار TBA به‌ترتیب برابر ۲/۲۵، ۱/۷۴، ۱/۴۲ و ۱/۱۹ mg MA/kg بیش‌ترین تا کم‌ترین تیمارها بودند اما بین تمامی این تیمارها اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده شد (شکل ۵).

در بررسی میزان شمارش ابتدایی PTC، بین تیمارهای آزمایشی در زمان صفر اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. مقدار PTC در تمامی تیمارهای این آزمایش در روز ۱۶ بیش‌ترین میزان و در روز صفر کم‌ترین میزان بود و بین زمان‌های مختلف آزمایش در همه تیمارها از نظر آماری اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. در روز ۱۶، تیمارهای شاهد وکیوم، شاهد MAP، نایسین ۰/۱۵ و نایسین ۰/۲۵ با میزان TPC به‌ترتیب برابر ۸/۶۸، ۷/۸۳، ۷/۱۱ و ۶/۹۱ بیش‌ترین تا کم‌ترین تیمار بودند اما بین تیمارهای نایسین ۰/۱۵ و نایسین ۰/۲۵ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۲).

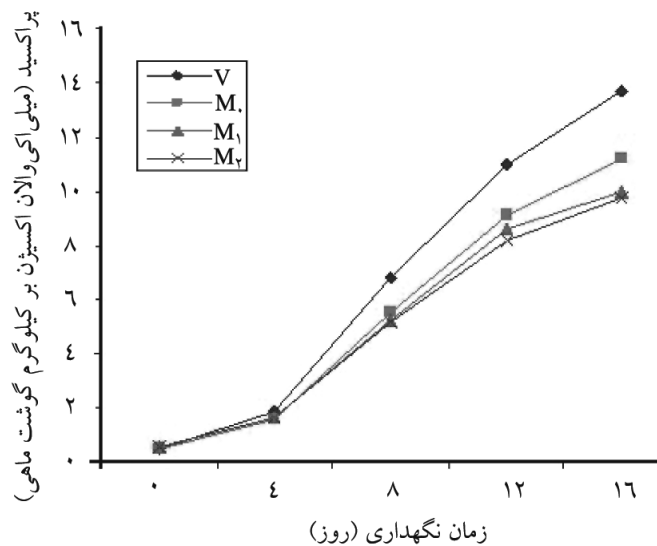
مقدار LAB (شمارش باکتری‌های اسید لاکتیک) به‌طور معنی‌داری در تمامی روزهای آزمایش افزایش یافت. میزان ابتدایی LAB، بین تیمارهای آزمایشی در زمان صفر اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. در روز ۱۶، تیمار شاهد وکیوم با میزان LAB برابر (۷/۲۸) بیش‌ترین و تیمار (نایسین ۰/۲۵) با LAB برابر (۵/۲۳) کم‌ترین تیمار بودند و تیمار شاهد MAP با TPC برابر (۶/۶۱) دومین میزان TPC را بعد از شاهد

تیمارهای شاهد (V و M) کاهش معنی داری از نظر آماری نشان دادند (شکل ۶).

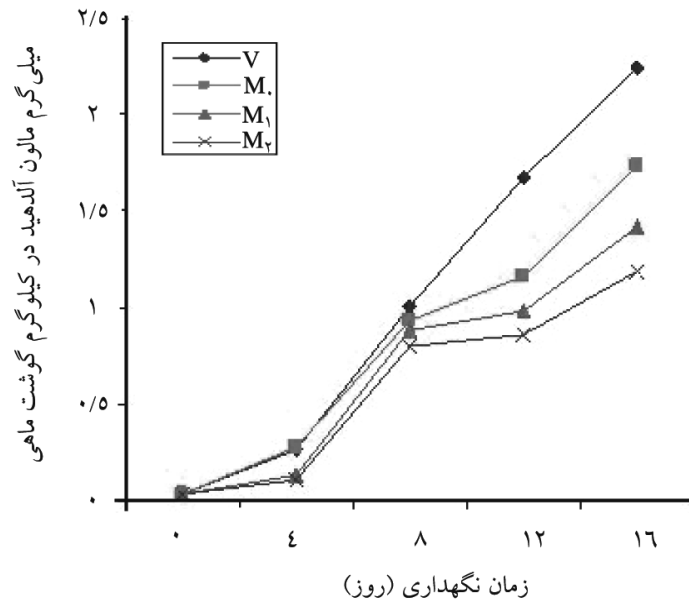
در بررسی مقدار کل بازهای نیتروژنی فرار (TVB-N)، بین دو تیمار نایسین از نظر آماری تفاوت معنی دار وجود نداشت اما هر دو این تیمار نسبت به



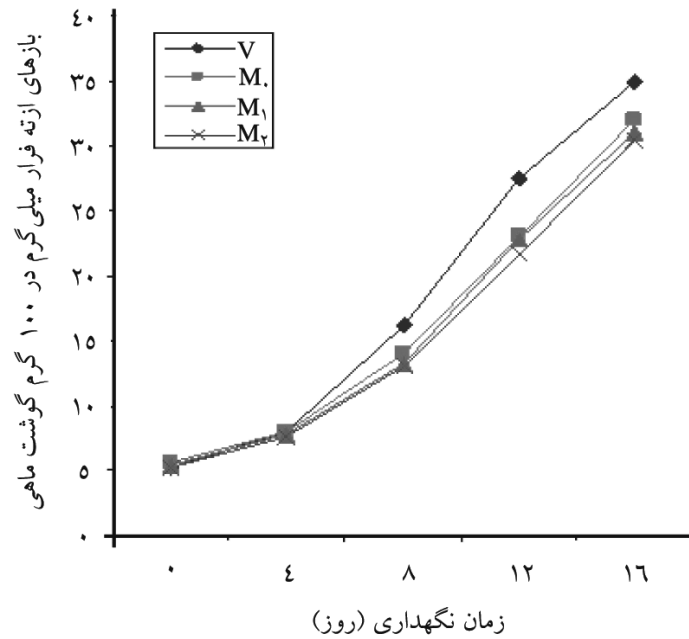
شکل ۳- تغییرات میزان LAB طی دوره نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد. تیمار V (شاهد بسته‌بندی در خلاء)، M<sub>1</sub> (شاهد بسته‌بندی با MAP)، M<sub>2</sub> (نایسین ۰/۱۵ بسته‌بندی با MAP) و M<sub>3</sub> (نایسین ۰/۲۵ بسته‌بندی با MAP).



شکل ۴- مقادیر شاخص پراکسید طی دوره نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد. تیمار V (شاهد بسته‌بندی در خلاء)، M<sub>1</sub> (شاهد بسته‌بندی با MAP)، M<sub>2</sub> (نایسین ۰/۱۵ بسته‌بندی با MAP) و M<sub>3</sub> (نایسین ۰/۲۵ بسته‌بندی با MAP).



شکل ۵- تغییرات مقدار TBA طی دوره نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد تیمار V (شاهد بسته‌بندی در خلاء)، M (شاهد بسته‌بندی با MAP)، M<sub>1</sub> (نایسین ۰/۱۵ بسته‌بندی با MAP) و M<sub>2</sub> (نایسین ۰/۲۵ بسته‌بندی با MAP).



شکل ۶- مقادیر شاخص TVB-N طی دوره نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد. تیمار V (شاهد بسته‌بندی در خلاء)، M (شاهد بسته‌بندی با MAP)، M<sub>1</sub> (نایسین ۰/۱۵ بسته‌بندی با MAP) و M<sub>2</sub> (نایسین ۰/۲۵ بسته‌بندی با MAP).



باشد. از روز ۴ تا ۱۶ آزمایش‌ها، همواره تیمار شاهد و کیوم (V) به‌طور معنی‌داری بیش‌ترین میزان TPC را در مقایسه با سایر تیمارها و تیمار شاهد MAP داشت که علت این امر را می‌توان تفاوت در نوع بسته‌بندی این تیمارها دانست. در بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده، گاز CO<sub>2</sub> سبب کندشدن فعالیت میکروارگانیسم‌ها و در نتیجه سبب کندشدن سرعت رشد و نمو آن می‌شود (Oguzhan و Angis، ۲۰۱۲؛ Sivertsvik و همکاران، ۲۰۰۲). در پژوهش Hudecová و همکاران (۲۰۱۰) کاهش معنی‌داری در میزان رشد میکروبی در تیمار MAP با ترکیب گازی (۳۰ درصد CO<sub>2</sub> و ۷۰ درصد N<sub>2</sub>) در مقایسه با بسته‌بندی در شرایط خلاء مشاهده شد (P<۰/۰۵). کاهش میزان TPC در تیمارهای در معرض نایسین نشان‌دهنده اثرات بازدارندگی معنی‌دار نایسین بر کل باکتری‌های فیله ماهی می‌باشد (P<۰/۰۵).

**نتایج ارزیابی حسی:** بر طبق نتایج به‌دست آمده در هر سه شاخص بو، رنگ و بافت در تمامی تیمارهای این آزمایش در روز ۱۶ کم‌ترین میزان و در روز صفر بیش‌ترین میزان بود و بین زمان‌های مختلف آزمایش در همه تیمارها از نظر آماری اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. در روز ۱۶ در هر سه شاخص بو، رنگ و بافت تیمار M<sub>2</sub> به‌طور معنی‌داری بیش‌ترین امتیاز را کسب کرد و تیمار M. کاهش معنی‌داری نسبت به تیمار M<sub>1</sub> و M<sub>2</sub> از نظر هر سه شاخص نشان داد اما میان تیمارهای M<sub>1</sub> و M<sub>2</sub> از نظر هیچ‌یک از شاخص‌ها در پایان آزمایش‌ها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین در روز صفر تیمار V به‌طور معنی‌داری کم‌ترین تیمار از نظر هر سه شاخص بود.

### بحث

میزان TPC اولیه گوشت فیله‌های ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در این پژوهش در تمامی تیمارها تقریباً برابر ۳/۸۳±۰/۰۳ بود که می‌تواند نشانه تازگی ماهی

جدول ۱- تغییرات امتیاز بو، رنگ و بافت فیله ماهیان قزل‌آلای طی ۱۶ روز نگهداری در دمای یخچال.

صفات کیفی	زمان نگهداری (روز)	۰	۴	۸	۱۲	۱۶
بو	V	۱۰±۰ <sup>a</sup>	۸/۲±۰/۸۳ <sup>b</sup>	۵/۸±۰/۸۳ <sup>c</sup>	۴/۸±۰/۵۴ <sup>c</sup>	۳/۸±۰/۵۴ <sup>c</sup>
	M.	۹/۸±۰/۴۴ <sup>a</sup>	۸/۴۱±۰/۵۴ <sup>ab</sup>	۷±۰/۷۰ <sup>b</sup>	۵/۶±۰/۵۴ <sup>b</sup>	۴/۲۱±۰/۴۴ <sup>b</sup>
	M <sub>1</sub>	۱۰±۰ <sup>a</sup>	۸/۸۲±۰/۴۴ <sup>ab</sup>	۷/۶±۰/۵۴ <sup>a</sup>	۶/۴۴±۰/۵۴ <sup>ab</sup>	۵±۰/۵۴ <sup>ab</sup>
	M <sub>2</sub>	۹/۸±۰/۴۴ <sup>a</sup>	۹±۰/۵۳ <sup>a</sup>	۷/۸۹±۰/۳۲ <sup>a</sup>	۶/۹۱±۰/۲۴ <sup>a</sup>	۵/۳۴±۰/۳۶ <sup>a</sup>
رنگ	V	۹/۹۳±۰/۴۸ <sup>a</sup>	۸/۲±۰/۸۳ <sup>b</sup>	۶/۲۸±۰/۵۴ <sup>b</sup>	۵/۲۱±۰/۳۷ <sup>b</sup>	۳/۶±۰/۷۰ <sup>c</sup>
	M.	۱۰±۰ <sup>a</sup>	۸/۶±۰/۵۴ <sup>ab</sup>	۷/۶±۰/۴۰ <sup>a</sup>	۶/۲±۰/۱۳ <sup>a</sup>	۵±۰/۱۱ <sup>b</sup>
	M <sub>1</sub>	۱۰±۰ <sup>a</sup>	۸/۸۶±۰/۱۳ <sup>ab</sup>	۷/۴۸±۰/۵۴ <sup>a</sup>	۶/۳۴±۰/۴۳ <sup>a</sup>	۵/۳۷±۰/۷۰ <sup>ab</sup>
	M <sub>2</sub>	۱۰±۰ <sup>a</sup>	۸/۹۴±۰/۲۴ <sup>a</sup>	۷/۸۲±۰/۳۷ <sup>a</sup>	۶/۷۸±۰/۲۱ <sup>a</sup>	۵/۶۲±۰/۴۰ <sup>a</sup>
بافت	V	۱۰±۰ <sup>a</sup>	۸/۱۴±۰/۲۷ <sup>a</sup>	۶/۴۸±۰/۵۴ <sup>c</sup>	۵±۰/۳۷ <sup>c</sup>	۳/۹۳±۰/۷۰ <sup>c</sup>
	M.	۱۰±۰ <sup>a</sup>	۸/۲±۰/۸۳ <sup>a</sup>	۷/۰±۰/۴۰ <sup>b</sup>	۶/۲۱±۰/۸۰ <sup>b</sup>	۴/۸±۰/۲۶ <sup>b</sup>
	M <sub>1</sub>	۱۰±۰ <sup>a</sup>	۸/۴۳±۰/۸۹ <sup>a</sup>	۷/۶۳±۰/۵۳ <sup>a</sup>	۶/۴±۰/۲۷ <sup>ab</sup>	۵/۳۷±۰/۶۲ <sup>ab</sup>
	M <sub>2</sub>	۱۰±۰ <sup>a</sup>	۸/۶۲±۰/۴۲ <sup>a</sup>	۷/۶۸±۰/۱۷ <sup>a</sup>	۶/۹۲±۰/۳۶ <sup>a</sup>	۵/۸±۰/۳۴ <sup>a</sup>

تذکر: حروف کوچک متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در یک روز بین تیمارهای مختلف می‌باشد.

۹/۴ در روز ۱۰ رسید. در حالی که در تیمار MAP رشد باکتری‌های سرماگرا کم‌تر و در روز ۱۰ برابر  $\log\text{CFU/g}$  ۶/۷ بود. در روز پایانی آزمایش‌ها، تیمار نایسین ۰/۱۵ و ۰/۲۵ به‌طور معنی‌داری PTC کم‌تری از تیمارهای شاهد داشتند. بنابر نظر Shirazinejad و همکاران (۲۰۱۰)، میزان تأثیر نایسین بر رشد میکروبی در محصولات فرآوری شده ماهی احتمالاً به فاکتورهای متعددی مثل غلظت نایسین مورد استفاده، روش استفاده از نایسین، گونه ماهی، نوع محصول، درجه آلودگی میکروبی و وضعیت نگهداری بستگی دارد. در روز ۱۲ آزمایش‌ها، میزان PTC در تیمار شاهد و کیوم از حد  $\log\text{CFU/g}$  ۷ (بیش‌ترین حد پیشنهاد شده برای PTC توسط ICMSF، ۱۹۸۶؛ Rezaee و Hosseini، ۲۰۰۸) گذشت. براساس این شاخص، عمر ماندگاری فیله‌ها در تیمارهای  $M_1$ ،  $M_2$  و  $M_3$  به ترتیب ۱۱، ۱۳، ۱۵ و ۱۶ روز محاسبه شد.

میزان LAB اولیه گوشت فیله‌های ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در این پژوهش کم‌تر از میزان باکتری کل و باکتری‌های سرماگرا بود. صفری و سعیدی اصل (۱۳۹۰) تأثیر نایسین A و بنزوات سدیم را بر رفتار لیستریامونوستیوژنز و برخی از پارامترهای میکروبی و شیمیایی در فیله ماهی فیتوفاگ (*Hypophthalmichthys molitrix*) نگهداری شده در دمای ۴ درجه سلسیوس بررسی کردند و گزارش کردند که روند رشد LAB در تیمارهای شاهد و تیمار دارای بنزوات سدیم به‌صورت منفرد سریع‌تر از تیمارهای دارای مواد نگهدارنده ترکیبی و تیمار نایسین به تنهایی بود. مشابه همین نتایج نیز در این پژوهش به‌دست آمد و تیمارهای شامل نایسین به‌طور معنی‌داری میزان LAB کم‌تری از تیمار شاهد داشتند. Castellano و همکاران (۲۰۰۸)، علت این امر را تأثیر باکتریوسایدی<sup>۱</sup> (باکتری‌کش) نایسین بر روی بیش‌تر باکتری‌های گروه

بیش‌ترین حد پیشنهاد شده برای TPC در فیله ماهیان  $\log\text{CFU/g}$  ۷ است (ICMSF، ۱۹۸۶؛ Sallam، ۲۰۰۷). همچنین Ojagh و همکاران (۲۰۱۰) در مطالعه‌ای که بر روی فیله‌های ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در زمان نگهداری یخچال داشتند، مشاهده کردند که تیمار کنترل در روز ۱۲ به‌میزان TPC برابر  $\log\text{CFU/g}$  ۷/۸۸ رسید و عمر نگهداری تیمار کنترل را در دمای  $4 \pm 1$  درجه سانتی‌گراد، ۹-۱۰ روز تخمین زدند. در روز ۱۲ آزمایش‌ها، میزان TPC در تیمار شاهد و کیوم از حد  $\log\text{CFU/g}$  ۷ گذشت. این نشان می‌دهد که عمر ماندگاری فیله‌ها در تیمار شاهد و کیوم در دمای یخچال از نظر شاخص TPC برابر ۱۲ روز می‌باشد. در روز ۱۶ میزان TPC تیمار شاهد MAP به  $7/49$  رسید که نشان می‌دهد عمر ماندگاری فیله‌ها در این دو تیمار کم‌تر از ۱۶ روز و بین ۱۴-۱۵ روز می‌باشد. عمر ماندگاری تیمارهای  $M_1$  و  $M_2$  براساس میزان TPC به ترتیب ۱۶ و ۱۷ روز محاسبه شد.

باکتری‌های سرمادوست گرم منفی، گروه اصلی میکروارگانیزم‌های مسئول فساد ماهی تازه نگهداری شده در دمای یخچال هستند (Gram و Huss، ۱۹۹۶). میزان PTC اولیه گوشت فیله‌های ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در این پژوهش در تمامی تیمارها تقریباً برابر  $3/77 \pm 0/06$  بود که می‌تواند نشانه تازگی ماهی باشد و با نتایج Ojagh و همکاران (۲۰۱۰) در میزان PTC اولیه فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان همخوانی دارد. از روز ۴ تا ۲۰ آزمایش‌ها همواره تیمار V به‌طور معنی‌داری بیش‌ترین میزان PTC را در مقایسه با سایر تیمارها و تیمار M داشت که علت این امر را می‌توان تفاوت در نوع بسته‌بندی این تیمارها دانست. در پژوهش Hudecová و همکاران (۲۰۱۰)، میزان PTC از  $\log\text{CFU/g}$  ۳/۶ (اولیه) در تیمار بسته‌بندی در خلاء به  $\log\text{CFU/g}$

1- Bactericide

Jassour و همکاران، ۲۰۱۱). از این رو می‌توان عمر ماندگاری فیله‌ها در تیمارهای V، M<sub>1</sub>، M<sub>2</sub> و M<sub>3</sub> نظر شاخص PV به ترتیب ۱۱، ۱۳، ۱۶ و ۱۷ روز محاسبه نمود.

به منظور ارزیابی درجه اکسیداسیون چربی در ماهیان، از شاخص TBA نیز استفاده می‌شود که میزان محصولات ثانویه اکسیداسیون به‌ویژه آلدهیدها (مالون آلدهید) را نشان می‌دهد (Nishimoto و همکاران، ۱۹۸۵). میزان TBA اولیه گوشت فیله‌های ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در این پژوهش در تمامی تیمارها تقریباً برابر  $0.037 \pm 0.002$  بود که با نتایج سایر پژوهش‌گران بر روی میزان TBA اولیه گوشت ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان تقریباً برابر می‌باشد (Jasour و همکاران، ۲۰۱۱؛ Chytiri و همکاران، ۲۰۰۴؛ ذوالفقاری و همکاران، ۱۳۹۰؛ Ojagh و همکاران، ۲۰۱۰) مانند سایر شاخص‌های میکروبی و شیمیایی اندازه‌گیری شده دیگر در این پژوهش از روز ۴ تا ۱۶ آزمایش‌ها همواره تیمار شاهد و کیوم به‌طور معنی‌داری بیش‌ترین میزان TBA را در مقایسه با سایر تیمارها و تیمار شاهد MAP داشت که علت این امر را می‌توان افزایش در نوع بسته‌بندی این تیمارها دانست. بیش‌ترین حد پیشنهادی برای میزان TBA ۲ میلی‌گرم مالون آلدهید بر کیلوگرم چربی ماهی می‌باشد (Lakshmanan، Rezaee و Hosseini، ۲۰۰۷؛ Ojagh و همکاران، ۲۰۱۰). از این رو می‌توان عمر ماندگاری فیله‌ها را برای تیمار V بین ۱۶-۱۵ روز و برای تیمارهای M<sub>1</sub>، M<sub>2</sub> و M<sub>3</sub> بیش‌تر از ۱۶ روز محاسبه نمود. TVB-N شاخص مناسبی برای ارزیابی تازگی ماهی می‌باشد. مقدار TVB-N به دلیل فعالیت باکتری‌های عامل فساد و آنزیم‌های داخلی افزایش می‌یابد (Ruiz-Capillas و Moral، ۲۰۰۵؛ Ozogul و همکاران، ۲۰۰۴). میزان TVB-N اولیه گوشت فیله‌های ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در این پژوهش

لاکتیک دانستند. همچنین تیمار V در روز ۱۶ بیش‌ترین میزان LAB را نسبت به سایر تیمارها داشت و ماندگاری این تیمار در مقایسه با حد قابل قبول LAB ( $7 \log \text{CFU/g}$ ، ICMSF، ۱۹۸۶؛ Faghani و همکاران، ۲۰۱۱)، ۱۵ روز محاسبه شد در حالی‌که سایر تیمارها تا روز ۱۶ هیچ‌یک به حد غیرقابل مصرف نرسیدند.

اکسیداسیون چربی توسط واکنش‌های متنوع غیرآنزیمی و آنزیمی (آنزیم‌های باکتریایی، بین‌سلولی، هضم‌کننده) کنترل می‌شود که این واکنش‌ها به‌طور اساسی به گونه ماهی و دمای نگهداری بستگی دارد (Huss، ۱۹۹۵a). از روز ۴ تا ۱۶ آزمایش‌ها همواره تیمار شاهد و کیوم به‌طور معنی‌داری بیش‌ترین میزان PV را در مقایسه با سایر تیمارها و تیمار شاهد MAP داشت که علت این امر را می‌توان وجود گاز CO<sub>2</sub> (۴۵ درصد در این پژوهش) در بسته‌بندی و خواص مهارکننده آن در رشد باکتری‌ها و قارچ‌ها دانست. گاز دی‌اکسیدکربن به علت حلالیت در آب و چربی می‌تواند به درون هسته اصلی میکروارگانیسم‌ها نفوذ کرده و باعث کاهش pH درون هسته گشته و سبب کندشدن فعالیت میکروارگانیسم‌ها و در نتیجه سبب کندشدن سرعت رشد و نمو آن‌ها گردد، در نتیجه تا حدودی می‌تواند روی میزان تولید پراکسید ناشی از آنزیم‌های باکتریایی تأثیر گذاشته و آن را کاهش دهد (Cakli، ۲۰۰۶). همچنین در این پژوهش، میزان PV در روز ۱۶ در تیمارهای شامل نایسین به‌طور معنی‌داری کم‌تر از تیمارهای شاهد بود علت این امر را می‌توان تأثیر نایسین در کاهش فعالیت باکتری‌های لیپولیتیک که ترشح‌کننده آنزیم لیپاز و مولد فساد و اکسیداسیون چربی می‌باشند، دانست (Faghani و همکاران، ۲۰۱۱). حد قابل قبول پیشنهادی برای میزان پراکسید ۱۰ میلی‌اکی‌والان پراکسید بر کیلوگرم چربی ماهی می‌باشد (Huss، ۱۹۹۵a؛

به دلیل خاصیت ضدباکتریایی خود بر روی این گروه از باکتری‌ها تأثیر گذاشته و باعث کاهش ظرفیت باکتری‌ها برای دی‌آمینیشن اکسیداتیو ترکیبات نیتروژن غیرپروتئینی (NPN) می‌شود (Ojagh و همکاران، ۲۰۱۰؛ Ruiz-Capillas و Moral، ۲۰۰۵). در مطالعه کنونی، پایین‌تر بودن میزان TVB-N در تیمارهای آغشته به باکتریوسین نسبت به تیمارهای شاهد، این مطلب را تأیید می‌کند. بررسی‌های پروانه (۱۳۷۷) با استفاده از روش پیرسون روی کیفیت ماهی و مقدار تولید TVB-N در دمای زیر صفر نشان داد که اگر مقدار TVB-N کم‌تر از ۱۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم نمونه باشد می‌توان آن را تازه دانست و در صورتی که بیش‌تر از ۳۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم بود ماهی غیرقابل مصرف خواهد بود (Ojagh و همکاران، ۲۰۱۰). براساس این محدوده زمان ماندگاری تیمارهای V، M<sub>1</sub>، M<sub>2</sub> از نظر شاخص TVB-N به ترتیب ۱۳، ۱۴، ۱۵ تا ۱۶ و ۱۶ روز محاسبه شد.

نوعی رابطه نزدیک بین افزایش میزان TVB-N و بوهای تعفن ناشی از فساد وجود دارد. از روز ۴ تا ۱۶ آزمایش‌ها، همواره تیمار شاهد و کیوم به‌طور معنی‌داری کم‌ترین میزان شاخص‌های بو، رنگ و بافت را در مقایسه با سایر تیمارها داشت که علت این امر را می‌توان تفاوت در نوع بسته‌بندی این تیمار با سایر تیمارها دانست. همچنین Manju و همکاران (۲۰۰۷) نشان داد که بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده و تیمار ۲ درصد استات سدیم موجب بهبود شاخص‌های حسی فیله‌های ماهی دانه مرواریدی (*Etroplus suratensis*) افزایش ماندگاری فیله‌ها تا ۱۵ روز در دمای ۲ درجه سانتی‌گراد شد. همان‌طور که در نتایج تمامی آزمایش‌های شیمیایی و میکروبی این پژوهش مشاهده شد، تیمار V بیش‌ترین میزان رشد میکروبی، فساد اکسیداتیو و TVB-N را نسبت به سایر تیمارها داشته که نتیجه آن افت کیفی فیله‌ها از نظر

در تمامی تیمارها تقریباً برابر  $5/30 \pm 0/13$  بود که با چند امتیاز اختلاف به نتایج سایر پژوهش‌گران بر روی میزان TVB-N اولیه گوشت ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان تقریباً نزدیک می‌باشد (Jasour و همکاران، ۲۰۱۱؛ Chytiri و همکاران، ۲۰۰۴؛ Rezaee و Hosseini، ۲۰۰۷؛ Ojagh و همکاران، ۲۰۱۰). از آن‌جا که TVB-N به‌طور عمده در اثر تجزیه باکتریایی گوشت ماهی ایجاد می‌شود، افزایش بار باکتریایی در طول دوره دلیلی بر افزایش TVB-N خواهد بود. علاوه بر این، افزایش این شاخص هنگام نگهداری در دمای یخچال احتمالاً در نتیجه دامیلاسیون اسیدهای آمینه نیز می‌تواند باشد (Pacheco-Aquilar و همکاران، ۲۰۰۰). مانند نتایج سایر شاخص‌های شیمیایی و میکروبی در این مطالعه، میزان TVB-N تیمار شاهد و کیوم به‌طور معنی‌داری از تیمارهای بسته‌بندی شده با MAP بیش‌تر بود. بنابر نظر Samelis و همکاران (۲۰۰۵) اثر ضد میکروبی CO<sub>2</sub> در بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده به دلیل کاهش pH به کم‌تر از محدوده رشد بسیاری از میکروارگانیسم‌ها است که منجر به توقف رشد بسیاری از آن‌ها می‌شود. اسید ضعیف تولید شده این توانایی را دارد که از غشاء سلولی میکروارگانیسم‌ها عبور کند و فضای داخلی سلول را اسیدی کند. برتری مهم دیگری که استفاده از روش بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده دارد این است که در صورتی که برای افزایش ماندگاری ماده غذایی داخل بسته از مقدار کمی نایسین استفاده شود، CO<sub>2</sub> با نایسین همکاری مثبت داشته و کارایی نایسین را افزایش خواهد داد (Samelis و همکاران، ۲۰۰۵). Shirazinejad و همکاران (۲۰۱۰)، بیان کردند که نایسین فعالیت دیواره سلولی باکتری‌ها را از طریق تشکیل حفرات و اثر بر روی اجزاء زنجیره انتقال الکترونی مختل می‌کند. باکتری‌های پروتولیتیک سبب افزایش تولید ترکیبات فرار بازی می‌شوند. نایسین

نمودند و این امر نشان‌دهنده تأیید ارزیابی حسی بر نتایج اندازه‌گیری فاکتورهای شیمیایی و میکروبی می‌باشد زیرا در تمامی شاخص‌های شیمیایی و میکروبی تیمارهای شامل نایسین کاهش معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد نشان دادند.

شاخص‌های بو، رنگ و بافت در این تیمار نسبت به تیمارهای بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده بوده و در نتیجه کم‌ترین امتیاز را نیز توسط ارزیابان کسب نمودند. همچنین در روز پایانی فیله‌های تیمارهای در معرض نایسین بیش‌ترین امتیاز را در مقایسه با تیمارهای شاهد از نظر شاخص‌های حسی کسب

### منابع

- استاندارد ۲۶۲۹، ۱۳۷۸. روش شمارش میکروارگانیسم‌های سرماگرا و سرما دوست. مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. پروانه، و، ۱۳۷۷. کنترل کیفی و آزمایش‌های شیمیایی مواد غذایی، انتشارات تهران، ۳۲۵ ص.
- ذوالفقاری، م.، شعبانپور، ب.، و فلاح‌زاده، س.، ۱۳۹۰. بررسی روند تغییرات شیمیایی، میکروبی و حسی فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان برای تعیین مدت زمان ماندگاری آن در دمای یخچال. نشریه شیلات، ۶۴ (۲)، ۱۰۷-۱۱۹.
- رضوی‌لر، و، ۱۳۸۹. میکروبی‌های بیماری‌زا در مواد غذایی و اپیدمیولوژی مسمومیت‌های غذایی. چاپ سوم. انتشارات دانشگاه تهران، ۳۲۲ ص.
- Cakli, S., Kilinc, B., Dincer, T., Tolasa, S., 2006. Comparison of the shelf lives of map and vacuum packaged hot smoked rainbow trout (*Onchoryncus mykiss*). European Food Research and Technology 224, 19-26.
- Castellano, P., Belfiore, C., and Fadda, S., 2008. A review of bacteriocinogenic lactic acid bacteria used as bioprotective cultures in fresh meat produced in Argentina. Meat Science, 79, 483-499.
- Chytiri, S., Chouliara, I., Savvaidis, I.N., and Kontominas, M.G., 2004. Microbiological, chemical and sensory assessment of iced whole and filleted aquacultured rainbow trout. Journal of Food Microbiology 21, 157-165.
- Egan, H., Krik, R.S., Sawyer, R., 1997. Pearsons Chemical Analysis of Foods. 9, 609-634.
- Faghani Langroudi, H., Soltani, M., Kamali, K., Ghomi, M.R., Hoseini, S.E., Benjakul, S., Heshmatipour, Z., 2011. Effect of *Listeria monocytogenes* inoculation, sodium acetate and nisin on microbiological and chemical quality of grass carp *Ctenopharyngodon idella* during refrigeration storage. African Journal of Biotechnology 10 (42), 8484-8490.
- FDA, 1988. Nisin preparation: Affirmation of GRAS status as a direct human food ingredient. In 21 CFR Parts 184, FDA, Ed, pp. 11247-11251.
- FDA/CFSAN, 2008. Food-borne pathogens: Microorganisms and natural toxins. USA: International Medical Publication.
- Goulas, A.E., Kontominas, M.G., 2007. Combined effect of light salting, modified atmosphere packaging and oregano essential oil on the shelf-life of sea bream (*Sparus aurata*): Biochemical and sensory attributes. Food Chemistry 100, 287-296.
- Gram, L., Huss, H.H., 1996. Microbiological spoilage of fish and fish products. Journal of Food Microbiology 33, 121-137.
- Hudecová, K., Buchtová, H., Steinhauserová, I., 2010. The effects of modified atmosphere packaging on the microbiological properties of fresh Common Carp (*Cyprinus carpio* L.). Acta Vet. BRNO. 79, 93-100.
- 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.
- ICMSF (International Commission on Microbiological Specification for Foods), 1986. Microorganisms in foods. Sampling for microbiological analysis: principles and specific

- applications. Buffalo, NY: University of Toronto Press.
- Jasour, M.S., Rahimabadi, E.Z., Ehsani, A., Rahnama, M., Arshadi, A., 2011. Effects of refrigerated storage on fillet lipid quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) supplemented by  $\alpha$ -Tocopheryl Acetate through diet and direct addition after slaughtering. *Journal of Food Processing and Technology* 2, 124.
- Jones, R., Hussein, H.M., Zagorec, M., 2008. Isolation of lactic acid bacteria with inhibitory activity against pathogens and spoilage organisms associated with fresh meat *Food Microbiology* 25, 228-234.
- Kashiri, H., Haghparast, S., Shabanpour, B., 2011. Effects of sodium salt solutions (Sodium Acetate, Lactate and Citrate) on physico-chemical and sensory characteristics of Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) fillets under refrigerated storage. *Journal of Agricultural Technology* 13, 89-98.
- Lakshmanan, P.T., 2000. Fish spoilage and quality assessment. In: T.S.G. Iyer, M.K. Kandoran, M. Thomas, and P.T. Mathew (Eds.). *Quality assurance in seafood processing*. P 26-40. Cochin: Society Fisher Techno (India).
- Lyhs, U., Lahtinen, J., Schelvis-Smit, R., 2007. Microbiological quality of matjes herring stored in air and under modified atmosphere at 4 and 10°C. *Food Microbiology* 24, 508-516.
- Manju, S., Srinivasa Gopal, T.K., Ravishankar, C.N., Jose, L., 2007. Effect of sodium acetate dip treatment and vacuum-packaging on chemical, microbiological, texture and sensory changes of Pearsot (*Etroplus suratensis*) during chill storage. *Food Chemistry* 102 (1), 27-32.
- Masniyom, P., 2010. Deterioration and shelf-life extension of fish and fishery products by modified atmosphere packaging. *Journal of Science and Technology* 33 (2), 181-192.
- Nishimoto, J., Suwetja, I.K., Miki, H. 1985. Estimation of keeping freshness period and practical storage life of mackerel muscle during storage at low temperatures. *Memoirs of the Faculty of Fisheries Kagoshima University* 34 (1), 89-96.
- Oguzhan, P., Angis, S., 2012. Effect of salting and packaging treatments on fresh rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets during storage at refrigerator temperatures. *Journal of Veteriner Fakultesi Dergisi* 28, 54-63.
- Ojagh, S.M., Rezaei, M., Razavi, S.H., Hosseini, S.M.H., 2010. Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout. *Food Chemistry* 120, 193-198.
- Pacheco-Aquilar, R., Lugo-Sanchez, M.E., Robles-Burgueno, M.R., 2000. Post mortem biochemical and functional characteristic of Monterey sardine muscle stored at 0 °C. *Journal of Food Science* 65 (1), 40-47.
- Pearson, D., 1997. *Laboratory technic in food analysis*. Butter Worth. London, UK. pp. 256-270.
- Rezaei, M., Hosseini, S.F., 2008. Quality assessment of farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) during chilled storage. *Journal of Food Science* 73, 93-96.
- Ruiz-Capillas, C., Moral, A., 2005. Sensory and biochemical aspects of quality of whole bigeye tuna (*Thunnus obesus*) during bulk storage in controlled atmospheres. *Food Chemistry* 89 (3), 347-354.
- Sallam, Kh.I., 2007. Antimicrobial and antioxidant effects of Sodium Acetate, Sodium Lactate and Sodium Citrate in refrigerated sliced salmon. *Food Control* 18 (5), 566-575.
- Samelis, J., Bedie, G.K., Sofos, J.N., Belk, K.E., Scanga, J.A., Smith, G.C., 2005. Combinations of Nisin with organic acids or salts to control *Listeria monocytogenes* on sliced Pork Bologna stored at 4 °C in vacuum packages. *LWT Food Science and Technology* 38, 21-28.
- Shirazinejad, A., Noryati, R., Rosma, A., Darah, I., 2010. Inhibitory effect of lactic acid and Nisin on bacterial and spoilage of chilled shrimp. *World Academy of Science Engineering and Technology* 65, 163-167.
- Siskos, L., Zotos, A., Melidou, S., Tsikritzi, R., 2007. The effect of liquid smoking of fillets of trout (*Salmo gairdnerii*) on sensory, microbiological and chemical changes during chilled storage. *Food Chemistry* 101, 458-464.
- Sivertsvik, M., Jeksrud, W.K., Rosnes, J.T., 2002. A review of atmosphere packaging of fish and fishery products: significance of microbial growth, activities and safety. *Inter. J. Food Sci. Technol.* 37, 107-127.

**Antibacterial and antioxidant effect of Nisin on rainbow trout fillets  
(*Oncorhynchus mykiss*) packed with modified atmosphere packaging (MAP)**

**S.E. Hoseini<sup>1\*</sup>, A.Gh. Kamali<sup>1</sup>, A.A. Motalebi<sup>2</sup>,  
R. Pourgholm<sup>3</sup> and R. Safari<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Dept. of Food Science and Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

<sup>2</sup> Iranian Fisheries Research Organization, Tehran, Iran,

<sup>3</sup> Caspian Sea Ecology Research Center, Sari, Iran

---

**Abstract**

In this research, the antibacterial and antioxidant effect of Nisin was conducted in three levels of 0, 0.15 and 0.25 (g/kg) in rainbow trout fillets packed with modified atmosphere packaging (50% N<sub>2</sub>, 45% CO<sub>2</sub> and 5% O<sub>2</sub>) and vacuume packed (control group) and kepted for 20 days in refrigerator (4±1 °C). In this experiment, chemical indices of spoilage (PV, TBA, TVBN and pH), microbial parameters (TPC, PTC, LAB) and also sensorial aspects of fillets (smell, color, texture and total acceptance) were determined in days of 0, 4, 8, 12 and 16. The 0.25 (g/kg) Nisin treatment was the lowest treatment for PV (9.95 meq O<sub>2</sub>/kg), TBA (1.19 mgM/kg), TVBN (30.4 mg N<sub>2</sub>/100 g), pH (6.73) and its microbial parameters (TPC, PTC, LAB) was 6.64, 6.91 and 5.81 log cfu/g, respectively. This treatment was highest treatment in sensorial aspects of fillets (smell, color, texture and total acceptance) with 5, 5.4, 5.4 and 5.3), respectively. According to the maximal recommended level for these parameters, the maximum shelflife for these fillets was 16 days. In conclusion, the use of Nisin and modified atmosphere packaging had a posetive effect on quality of rainbow trout fillets during refrerator storage.

**Keywords:** Nisin; Shelflife, Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), Modified atmosphere packaging

---

\* Corresponding Authors; Email: ebhoseini@srbiau.ac.ir