

اثر نمک سود کردن، بسته‌بندی در خلاء و تأثیر توأمان آن‌ها بر ماندگاری فیله ماهی قزل آلائی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) طی نگهداری در دمای $4 \pm 1^\circ\text{C}$

مهدی ذوالفقاری^{۱*}، بهاره شعبانپور^۲، ساناز فلاح زاده^۳

۱-دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۲-دانشیار گروه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۳-دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

(تاریخ دریافت: ۸۸/۶/۲ تاریخ پذیرش: ۸۸/۱۰/۲۱)

چکیده

نمک سود و وکیوم کردن هر کدام به تنهایی دارای معایبی برای نگهداری ماهی در حالت غیر منجمد دارند. این پژوهش به منظور بررسی اثر نمک سود رقیق، بسته‌بندی وکیوم و اثر توأمان آن‌ها بر ماندگاری فیله قزل آلائی رنگین کمان در دمای $4 \pm 1^\circ\text{C}$ صورت پذیرفت. بدین منظور فیله ماهی قزل آلا در آب نمک ۱۰ درصد، آب نمک‌گذاری شد و سپس وکیوم گردید. اندازه‌گیری شاخص‌های pH، مجموع بازهای نیتروژنی فرار (TVB-N)، تیوباریتوریک اسید (TBA)، بار میکروبی کل (TVC) و ارزیابی‌های حسی، طی ۱۸ روز نگهداری در دمای یخچال صورت پذیرفت. نتایج به دست آمده نشان داد که همه‌ی شاخص‌های شیمیایی و میکروبی طی دوره نگهداری افزایش یافتند. شاخص‌های PH، TVB-N، TBA و رشد میکروبی در تیمار وکیوم نمک سود شده کمتر از تیمارهای دیگر بود و در تیمار نمک سود رقیق (به جز شاخص TBA) کمتر از گروه کنترل بود ($P < 0.05$). نتایج ارزیابی‌های حسی نشان داد که نمک سود رقیق فیله قزل آلا سبب بهبود وضعیت این شاخص‌ها طی دوره نگهداری نسبت به گروه کنترل شد. همچنین تیمارهای وکیوم نمک سود شده دارای امتیاز بهتری در ارزیابی‌های حسی نسبت به گروه نمک سود داشتند ($P < 0.05$). با توجه به حدود مجاز شاخص‌های TVB-N (۲۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم فیله) و بار میکروبی کل (6 Log cfu/g) و همچنین ارزیابی‌های حسی، تیمار نمک سود رقیق در حدود ۳ روز و تیمار وکیوم نمک سود حدود ۷ روز زمان ماندگاری فیله قزل آلا در دمای 4°C را افزایش داده و همچنین اشکالات عمده هر یک از روش‌های نمک سود و وکیوم کردن مرتفع شد.

کلید واژه‌گان: قزل آلائی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)، ماندگاری، بسته‌بندی وکیوم، نمک سود رقیق، شاخص‌های

شیمیایی، بار میکروبی

۱- مقدمه

می‌گردد که از بازارپسندی بالایی برخوردار است. ماهیان آب شیرین به خاطر ترکیبات بیولوژیکی‌شان، محصولاتی بسیار فسادپذیر می‌باشند. فساد گوشت ماهی نتیجه

پرورش ماهی، راهی جهت عرضه ماهی در طول تمام فصول سال به بازار می‌باشد و در این میان قزل آلائی رنگین کمان از مهم‌ترین ماهیان پرروشی ایران محسوب

* مسئول مکاتبات: zolfaghari.mz@gmail.com

عنوان روش‌های قابل اعتماد و راهبردی در نگهداری کوتاه مدت ماهی تازه مورد استفاده قرار داد. بنابراین هدف از این پژوهش بررسی اثر نمک سود رقیق، بسته‌بندی وکیوم و اثر توأمان آن‌ها بر ماندگاری فیله قزل آلی رنگین کمان در 4°C و تعیین زمان مجاز نگهداری ماهی با استفاده از این روش می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- تهیه ماهی

ماهی قزل‌آلی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) مورد نیاز از مزارع پرورش قزل آلی استان گلستان در اسفند ماه تهیه شده و بلافاصله همراه یخ به محل آزمایشگاه فرآوری شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان منتقل گردید. پس از وزن کردن ماهی سر و باله‌ها جدا و شکم ماهی خالی گردید و ماهی‌ها به شکل پروانه‌ای فیله شدند. وزن ماهی‌های استفاده شده در این آزمایش به طور متوسط 300 گرم بود.

۲-۲- نمک سود و وکیوم کردن

جهت نمک سود کردن سبک فیله قزل آلا از روش گلاس و کنتامیناز [۷] با کمی تغییرات استفاده گردید. بدین منظور از آب نمک با غلظت 10% درصد استفاده شد و فیله‌ها به نسبت 1 به 3 (ماهی به آب نمک) به مدت 1 ساعت در دمای محیط آزمایشگاه (حدود 18°C) در آب نمک قرار داده شدند. برای بسته‌بندی وکیوم، فیله‌های نمک سود شده در در کیسه‌های پلاستیکی مخصوص وکیوم، با استفاده از دستگاه بسته‌بندی وکیوم (Boxer 42, Henkelman, Nehterlands)، بسته‌بندی گردید. پس از اتمام نمک سود و بسته‌بندی وکیوم فیله‌ها، همه نمونه‌های فیله (شاهد، نمک سود شده و وکیوم نمک سود شده) به یخچال با دمای $1^{\circ}\text{C} \pm 1$ منتقل شدند.

۲-۳- آزمایشات شیمیایی

۲-۳-۱- ویژگی‌های شیمیایی و نمک فیله‌ها

جهت تعیین ترکیب تقریبی فیله ابتدا کل فیله چرخ شده و کاملاً همگن گردید. برای تعیین خاکستر از روش، خاکستر کردن خشک و به منظور تعیین رطوبت از روش خشک کردن در آون در معرض هوا [۸] استفاده گردید. اندازه‌گیری پروتئین به روش کلدال [۹] با استفاده از دستگاه Kjeldtherm مدل

تغییرات ناشی از واکنش‌های بیولوژیکی در آن، از قبیل اکسیداسیون چربی‌ها، فعالیت‌های آنزیم‌های خود ماهی و فعالیت‌های متابولیکی میکروارگانیسم‌های موجود در گوشت می‌باشد. این تغییرات منجر به ماندگاری کوتاه مدت ماهی و دیگر محصولات غذاهای دریایی می‌گردد [۱]. اما همیشه از موقع برداشت تا مصرف ماهی به دلایل مختلف فاصله‌ی زمانی، هر چند کوتاهی، وجود دارد. همه‌ی این موارد استفاده از روش‌های نگهداری را ناگزیر می‌سازد. با وجود این که انجماد ماهی یکی از بهترین روش‌های نگهداری ماهی در مقابل فساد است، اما همیشه مناسب‌ترین روش جهت نگهداری ماهی به شمار نمی‌آید. امروزه تقاضا برای ماهی تازه نسبت به منجمد شده افزایش یافته است. بنابراین استفاده از روش‌های افزایش ماندگاری ماهی غیر منجمد، هم به لحاظ قیمت ماهی غیر منجمد نسبت به ماهی منجمد و هم از نظر بازارپسندی بیشتر ماهی غیر منجمد، سودمندتر خواهد بود [۲]. یکی از قدیمی‌ترین و موثرترین روش‌های نگهداری ماهی نمک سود کردن آن می‌باشد. اما این روش نگهداری دارای معایبی است که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به غلظت بالای نمک مورد استفاده اشاره نمود. علاوه بر این که مقدار بالای نمک در فرآورده نمک سود به روش سنتی، مصرف کنندگان این فرآورده را محدود می‌کند، اخیراً سازمان بهداشت جهانی^۱ کاهش مصرف نمک را به عنوان یکی از راهکارهای کاهش بیماری‌های قلبی - عروقی اعلام کرده است [۳]. اما کاهش میزان نمک در فرآورده نمک سود، نیاز به استفاده از روش‌های دیگر محافظت‌کنندگی را افزایش می‌دهد. یکی از جدیدترین و کارآمدترین روش‌های نگهداری ماهی استفاده از اتمسفرهای تغییر یافته است. بسته‌بندی وکیوم یک نوع بسته‌بندی در اتمسفر تغییر یافته است که در آن فقط اکسیژن از محیط گوشت حذف می‌گردد [۴]. اما این روش نیز دارای معایبی است که از جمله می‌توان به رشد باکتری‌های بی‌هوازی خطرناکی همچون سویه‌های غیر پروتئولیتیک کلسترییدیوم بوتولینوم و یا دیگر باکتری‌های بی‌هوازی نامطلوب اشاره نمود [۵]. از دیگر معایب بسته‌بندی وکیوم، کاهش کیفیت ظاهر گوشت ماهی در اثر جمع شدن آب‌چک درون بسته‌بندی آن است [۶]. با توجه به موارد ذکر شده هر کدام از روش‌های مذکور دارای معایبی می‌باشند، که در صورت رفع آن‌ها، این روش‌ها را می‌توان به

1. World Health Organization

۲-۴- بار میکروبی

تعیین بار میکروبی بر طبق روش سیسکوس [۱۳] صورت پذیرفت. بدین منظور ۱۰ گرم نمونه با ۹۰ میلی‌لیتر آب مقطر به کیسه استریل استومیکر منتقل گردید و توسط دستگاه استومیکر (استومیکر ۴۰۰ ساخت شرکت Seward انگلیس) به صورت هموژن درآمد. سپس نمونه تا رقت 10^{-6} گرم در میلی‌لیتر رقیق شد. ۱ میلی‌لیتر از هر رقت در پلیت قرار داده شد و محیط کشت PCA (پلیت کانت آگار) به آن افزوده شد. هر پلیت به منظور 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 قرار داده شدند. بعد از ۴۸ ساعت همه کلونی‌ها شمارش شدند.

۲-۵- ارزیابی‌های حسی

جهت انجام ارزیابی حسی فیله‌های ماهی قزل‌آلا در طول دوره نگهداری از روش گالاس و کنتامیناز [۷] استفاده گردید. بدین منظور از یک گروه پنل ۷ نفره استفاده شد. که طی همه دوره آزمایش ثابت بودند. ارزیاب‌ها همه از دانشجویان شیلات بودند که قبل از شروع آزمایش، ۳ جلسه برای ارزیابی حسی مورد نظر، آموزش دیدند. ارزیابی حسی در مورد رنگ، بو و بافت انجام گرفت. نمونه‌های فیله تازه ماهی قزل‌آلا در 20°C ذخیره شدند و در زمان انجام ارزیابی حسی به عنوان معیار بالاترین امتیاز در نظر گرفته شد. ارزیابی حسی تحت شرایط مشابه نور و دمایی انجام گرفت، که این شرایط طی همه دوره آزمایش ثابت بودند. جهت امتیازدهی از یک مقیاس ۰ تا ۱۰ استفاده شد به نحوی که ۱۰ بیشترین امتیاز و ۰ کمترین امتیاز را داشت. محصول با امتیاز کمتر از ۶ به عنوان محصول غیر قابل پذیرش تعریف گردید. این شیوه امتیازدهی کاملاً منطبق با رفرنس گالاس و کنتامیناز [۷] بود.

۲-۷- آنالیز آماری

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با نرم افزار SPSS انجام شد. جهت بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف اسمیرنوف و برای بررسی همگنی واریانس‌ها از آزمون Levene استفاده گردید. به منظور بررسی اثر تیمارهای اعمال شده از روش تجزیه واریانس استفاده شد. جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۹ و ۹۵ درصد استفاده شد. آزمون Mann-Wallis و Kruskal-Wallis و Mann-Witney U جهت بررسی تفاوت معنی‌دار در خصوصیات حسی تیمارها استفاده شد.

Vap 40 ساخت شرکت Gerhardt آلمان انجام شد. میزان نیتروژن به دست آمده پس از ضرب در عدد ۶/۲۵ به عنوان پروتئین در نظر گرفته شد. سنجش چربی به روش سوکسله [۹] با استفاده از حلال اتر پترولیوم با استفاده از دستگاه Soxtec مدل SE 416 ساخت شرکت Gerhardt آلمان صورت پذیرفت.

۲-۳-۲- کلرید سدیم

نمک بافت ماهی با روش ولهارد [۸] اندازه‌گیری و نتایج به صورت درصد بیان گردید.

pH

pH

با استفاده از روش محمود و همکاران [۱۰] اندازه‌گیری گردید. بدین منظور پس از هموژن کردن تمام نمونه ۵ گرم از نمونه با ۴۵ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط گردید و با استفاده از یک گاز استریل صاف گردید و در دمای اتاق نمونه‌ها با استفاده از دستگاه pH متر مدل ۷۱۳ ساخت شرکت Metrohm اندازه‌گیری گردید.

۲-۳-۳- مجموع بازهای نیتروژنی فرار (TVB-N)

تعیین TVB-N به روش پروانه [۱۱] انجام شد. ۱۰ گرم نمونه چرخ شده ماهی در بالن حاوی ۲ گرم اکسید منیزیم و ۳۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر و سنگ جوش قرار داده شد بخارات تقطیر شده وارد محلول ۲ درصد اسید بوریک حاوی چند قطره معرف (متیل رد و بروموکرزول سبز) شده و در پایان توسط اسید سولفوریک ۰/۱ نرمال (A) تیترا شد. میزان مواد از ته فرار طبق این رابطه محاسبه گردید.

$$N=A \times$$

۲-۳-۴- تیوباربتوریک اسید (TBA)

برای اندازه‌گیری شاخص تیوباربتوریک اسید از روش ایگان و همکاران [۱۲] استفاده شد. این روش بر اساس مقادیر اسپکتروفتومتر (مدل HACH, DR/2000, USA) کمپلکس صورتی حاصل از واکنش یک مولکول مالون‌آلدهید (MDA) حاصل از تقطیر، با دو مولکول تیوباربتوریک اسید (TBA) اضافه شده به محلول حاصل از تقطیر، صورت پذیرفت. نتایج بر اساس میلی گرم مالون‌آلدهید در کیلوگرم نمونه بیان گردید.

۳- نتایج و بحث

ویژگی‌های شیمیایی فیله

مقادیر ویژگی‌های شیمیایی و نمک فیله ماهی قزل آلا در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- ویژگی‌های شیمیایی (درصد)* فیله ماهی قزل آلا

ترکیب	میانگین (درصد)
پروتئین (درصد)	۱۹/۱
چربی (درصد)	۵/۴
خاکستر (درصد)	۱/۵
رطوبت (درصد)	۷۱/۳
نمک (درصد)	۱/۳±۰/۳

*مقادیر داده شده حاصل میانگین سه تکرار می باشد.

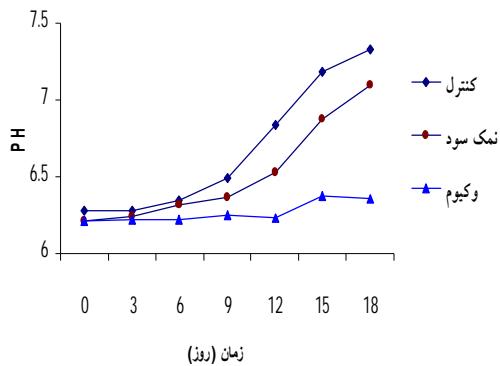
۳-۱- pH

تغییرات pH فیله قزل آلا رنگین کمان طی نگهداری در دمای ۴°C در شکل ۱ نشان داده شده است. طبق این نتایج pH اولیه فیله ۶/۲۲±۰/۰۴ بود. طی دوره نگهداری pH نمونه‌ها به میزان کمی افزایش یافت. که با نتایج دیگر مطالعات انجام شده در این زمینه مطابقت دارد [۱۴]. یکی از خصوصیات اصلی گوشت ماهی، pH بالای آن پس از مرگ است. بیشتر ماهیان حاوی فقط مقدار اندکی کربوهیدرات (<۰/۵٪) در بافت ماهیچه‌ی خود می‌باشند و پس از مرگشان فقط مقدار کمی اسید لاکتیک در عضلا و کیوم نمک سود طی دوره نگهداری pH گوشت ماهی افزایش می‌یابد، که ممکن است به خاطر تولید ترکیبات بازی، از قبیل آمونیاک، تری متیل آمین‌ها و همچنین دیگر آمین‌های بیوژنیک که توسط باکتری‌های عامل فساد در ماهی تولید می‌شوند، باشد [۱۵].

۳-۲- بازهای نیتروژنی فرار (TVB-N)

بازهای نیتروژنی فرار (TNB-N) یک شاخص شیمیایی میزان فساد غذاهای دریایی است که بسیار مورد استفاده قرار می‌گیرد. افزایش TVB-N به فعالیت باکتری‌های موجود در گوشت، همچنین آنزیم‌های موجود در خود گوشت ارتباط دارد [۱۶]. تغییر در TNB-N در فیله قزل آلا در شکل ۲ نشان داده شده است. میزان TNB-N به صورت تدریجی طی دوره نگهداری در همه‌ی تیمارها افزایش یافت. کمترین میزان

TNB-N در تیمار وکیوم نمک سود و بیشترین میزان آن در تیمار کنترل مشاهده گردید. این نتایج با گزارش‌های قبلی در این زمینه مطابقت دارد [۷، ۱۷] طبق نمودارها میزان TNB-N در روزهای اولیه با سرعت کمی افزایش یافت. این امر به خاطر عامل تولید کننده TNB-N، یعنی باکتری‌ها بود. در روزهای اولیه جمعیت باکتری‌های مختلف در فاز پایه^۱ قرار دارند و با سرعت کمی افزایش می‌یابند و پس از این مرحله به سرعت افزایش می‌یابند [۱۵]. بنابراین TNB-N پس از روزهای اولیه به سرعت افزایش یافت. نمک سود و وکیوم کردن فیله‌ها طول فاز اولیه رشد فلور میکروبی را افزایش داد، بنابراین در روزهای اولیه میزان تولید TNB-N سرعت کمی داشت. مقدار قابل قبول TNB-N برای ماهی قزل آلا رنگین کمان تا حدود ۲۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم فیله گزارش شده است [۱۷]. بنابراین نمونه‌های گروه کنترل بر اساس استاندارد میزان TNB-N تا روز ۶ قابلیت مصرف داشتند، در حالیکه نمونه‌های گروه نمک سود تا حدود روز ۹ و تیمار وکیوم نمک سود تا حدود روز ۱۳ برای مصرف قابل قبول بودند. نمک با کاهش فعالیت آبی (a_w) در بافت فیله، سبب کاهش میزان فعالیت میکروارگانیسم‌ها شده که منجر به کاهش تولید TNB-N می‌گردد [۱۸].



شکل ۱ تغییرات pH طی دوره نگهداری در دمای ۴°C

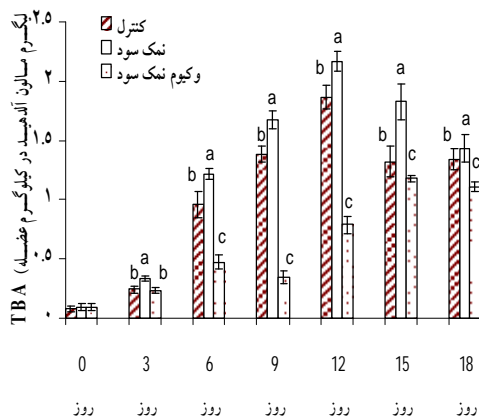
۳-۳- شاخص تیوباریتوریک اسید^۲ (TBA)

شاخص تیوباریتوریک اسید از جمله شاخص‌هایی است که جهت برآورد میزان اکسایش چربی‌ها در گوشت ماهی مورد استفاده قرار می‌گیرد [۱۹]. میزان TBA طی دوره نگهداری در همه‌ی تیمارها به صورت تدریجی افزایش یافت. اما میزان این

1. Laga Phase
2. Tiobarbitoric acid

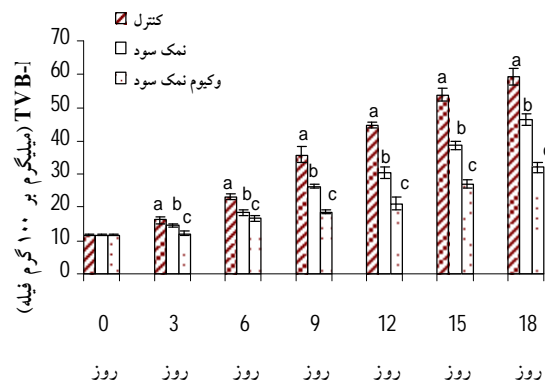
۳-۴- بار میکروبی کل (TVC)

میکروارگانیزم‌ها از دلایل اصلی فساد مواد غذایی به شمار می‌روند. تغییرات بار میکروبی کل در فیله قزل آلا طی نگره-داری در دمای 4°C در شکل ۴ نشان داده شده است. بار میکروبی کل اولیه قابل رشد در فیله قزل آلا رنگین کمان $3/54 \text{ Log cfu/g}$ در گروه کنترل مورد محاسبه قرار گرفت. هر دو تیمار نمک سود رقیق و وکیوم نمک سود رقیق، طی دوره نگهداری نسبت به تیمار کنترل بار میکروبی کمتری داشتند ($p < 0/05$). نمک سود کردن در همان ابتدا، پس از اعمال تیمار نمک سود سبب کاهش در بار میکروبی فیله قزل آلا شد ($p < 0/05$). از روز ۳ تا آخر بار میکروبی نمونه‌های وکیوم شده نسبت به تیمارهای کنترل و نمک سود به طور معنی‌داری کمتر بود ($p < 0/05$). این نتایج با نتایج به دست آمده توسط دیگر پژوهش‌گران در این زمینه هم‌خوانی دارد [۲]. حد نهایی بار میکروبی کل قابل رشد برای ماهی قزل آلا رنگین کمان، که برای مصرف مجاز شمرده می‌شود،^۱ 10^6 cfu/g گزارش شده است [۱۷، ۲۴]. طبق این استاندارد، فیله‌های گروه کنترل تا حدوداً بین روز ۶-۳، گروه نمک سود رقیق حدود روز ۹-۶ و فیله‌های گروه وکیوم نمک سود حدود روز ۱۵-۱۲ از نظر بار میکروبی قابل مصرف بودند.

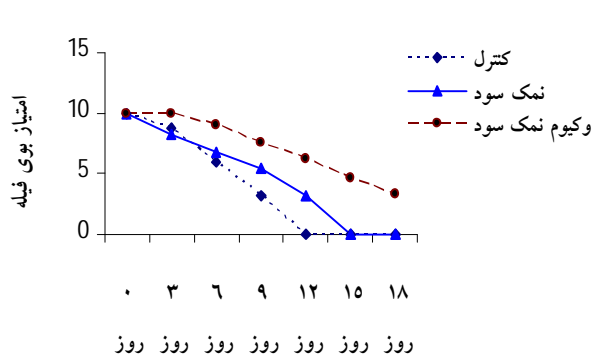


شکل ۳ تغییرات شاخص تیوباربتوریک اسید طی دوره نگهداری در دمای 4°C ، حروف متفاوت در هر روز نمونه‌گیری نشان دهنده وجود تفاوت معنی‌دار ($P < 0/05$) بین تیمارها می‌باشد.

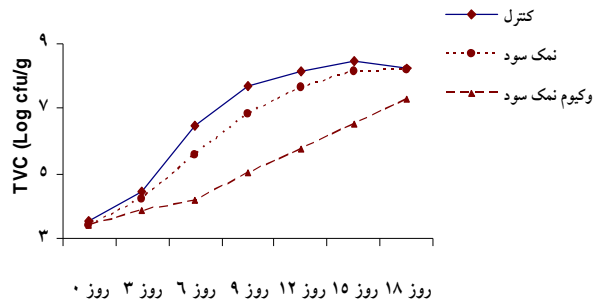
شاخص در فیله‌های نمک سود شده بالاتر از گروه کنترل و وکیوم نمک سود بود. میزان این شاخص در گروه وکیوم نمک سود در روز ۳ با گروه کنترل تفاوت معنی‌داری نداشت، اما از روز ۶ به بعد میزان TBA گروه وکیوم نمک سود کمتر از گروه کنترل بود. طبق این نتایج نمک سود رقیق سبب کاهش ثبات چربی‌های فیله قزل آلا در مقابل اکسیداسیون شده است. این نتایج با گزارش‌های قبلی در این زمینه مطابقت دارد [۷، ۲۰]. مطالعات لیو و همکاران (۱۹۹۷) نشان داده است که نمک سبب تحریک و تسریع اکسیداسیون چربی‌ها، از طریق فعال-سازی یون آهن که به عنوان یک کاتالیست در پدیده اکسیداسیون چربی‌ها مطرح است، می‌گردد. یون سدیم موجود در نمک ممکن است جایگزین یون آهن در ماکرومولکول‌هایی نظیر میوگلوبین گردد و یون‌های آزاد آهن پس از وارد شدن به محیط فیله، نقش خود را به عنوان کاتالیست اکسیداسیون چربی‌ها اجرا کند [۲۱]. اما در نمونه‌های وکیوم نمک سود شده، با توجه به اینکه اکسیژن از محیط فیله حذف شده است، بنابراین اکسیداسیون چربی‌ها تا حد زیادی کاهش می‌یابد. این نتایج با گزارشات قبلی، در این زمینه هم‌خوانی دارد [۴، ۱۷]. در این پژوهش میزان شاخص TBA در فیله قزل آلا طی نگره-داری در دمای یخچال ابتدا افزایش یافته و پس از مدتی سیر نزولی پیدا کرد و یا به میزان کمتری نسبت به قبل افزایش نشان داد. برخی پژوهش‌ها گزارش کرده‌اند که میزان TBA طی دوره نگهداری ابتدا افزایش یافته و پس از مدتی کاهش می‌یابد [۲۲]. این امر به دلیل واکنش بین مالون‌آلدهید و آمینواسیدهای فیله ماهی است، که به تشکیل ترکیبات کربونیل منجر می‌گردد [۲۳].



شکل ۲ تغییرات TVB-N طی دوره نگهداری در دمای 4°C ، حروف متفاوت در هر روز نمونه‌گیری نشان دهنده وجود تفاوت معنی‌دار ($p < 0/05$) بین تیمارها می‌باشد.



شکل ۵ تغییرات امتیاز بوی فیله طی دوره نگهداری در دمای ۴ °C به طوری که نمونه‌های گروه کنترل، نمک سود و وکیوم نمک سود از نظر رنگ فیله به ترتیب در روزهای حدود ۸، حدود ۷ و ۱۲ به امتیاز محدودیت مصرف رسیدند. اما از نظر بافت فیله گروه کنترل در حدود روز ۵ و گروه‌های نمک سود و وکیوم نمک سود در روزهای ۹ و ۱۲ غیر قابل پذیرش شدند. با توجه به نتایج رنگ و بو مشاهده می‌گردد که گروه کنترل در روز ۳ رنگ و بوی بهتری نسبت به گروه نمک سود داشت. اما این نتایج معنی‌دار نبود ($P > 0.05$). این نتایج با نتایج دیگر پژوهش‌گران در این زمینه هم‌خوانی دارد [۷] این نتایج با روند تغییر شاخص TBA در ۳ روز اول مطابقت دارد. با توجه به این امر که نمک موجب تحریک اکسیداسیون چربی‌ها شده و میزان TBA در نمونه‌های نمک سود بالاتر از گروه کنترل می‌باشد و از طرفی تولید TVB-N در چند روز اول ناچیز بوده است، بنابراین بوی نامطبوع فیله‌ها در روز ۳ بیشتر ناشی از فساد چربی‌ها بود. ولی پس از این روز با توجه به افزایش سریع‌تر TVB-N در گروه کنترل، بوی نامطبوع حاصل از آن نمایان‌تر شده و کاهش امتیاز سریع‌تری را از نظر بو نسبت به گروه نمک سود نشان داد. اما امتیاز رنگ در گروه نمک سود در طول دوره کمتر از دیگر تیمارها بود. این امر به خاطر اکسایش بیشتر چربی‌ها در طول دوره نسبت به دیگر تیمارها بود. هیدروپروکسیدها محصولات اولیه اکسیداسیون چربی‌ها می‌باشند [۲۷]. این ترکیبات با رنگدانه‌های موجود در فیله واکنش داده و سبب کاهش رنگ آن می‌شوند [۲۸]. اما کاهش کیفیت بافت ماهی روندی متفاوت با کاهش کیفیت بو و رنگ فیله ماهی داشت، به نحوی که بافت فیله در تیمار نمک سود در طول دوره امتیاز بالاتری نسبت به گروه کنترل و تیمار وکیوم نمک سود داشت. این امر به دلیل کاهش فعالیت آنزیم‌های پروتئولیتیک در گوشت ماهی در اثر نمک سود، می‌باشد.



شکل ۴ تغییرات TVC طی دوره نگهداری در دمای ۴ °C نمک از طریق کاهش فعالیت آبی در فیله سبب کاهش رشد و فعالیت میکروارگانیسم‌ها می‌گردد [۱۸]. علاوه بر این تغییر غلظت یونی و فشار اسمزی فیله‌ای نمک سود شده برای باکتری‌هایی که با شرایط آب شیرین در ماهی قزل‌آلا سازگار هستند، مطلوب نمی‌باشد. بسته‌بندی در شرایط خلاء سبب ممانعت از رشد باکتری‌های هوازی می‌گردد. مهم‌ترین میکروارگانیسم‌های عامل فساد ماهی باکتری‌های گرم منفی، در ابتدا گونه‌های زودمواناس، می‌باشند، که شرایط بی‌هوازی به شدت از رشد آن‌ها ممانعت می‌کند. بنابراین نقشی در فیله‌های وکیوم شده ندارند. اما باکتری‌های گرم منفی همچون *Phosphoreum* به عنوان مسئول فساد ماهی در شرایط بی-هوازی شناخته شده‌اند [۲۵]. البته خطرناکترین پاتوژن در فیله-های وکیوم شده باکتری *Clostridium botulinum* می‌باشد که چنانچه دمای نگهداری کمتر از ۱۰ °C و مدت زمان نگهداری آن کمتر از ۱۰ روز باشد، خطر آن کاهش می‌یابد [۲۶]. بنابراین استفاده از روش نمک سود کردن در ترکیب با نگهداری در دمای ۴ °C در این پژوهش می‌تواند نقش مهمی در کنترل پاتوژن‌ها در شرایط بسته‌بندی در خلاء داشته باشد.

۳-۵- ارزیابی‌های حسی

نتایج بررسی ارزیابی‌های حسی در شکل‌های ۵، ۶ و ۷ نشان داده شده است. امتیاز سه فاکتور مورد بررسی در ارزیابی حسی یعنی بو، رنگ و بافت فیله، طی دوره نگهداری به تدریج کاهش یافت. کمترین امتیاز قابل قبول جهت مصرف ۶ در نظر گرفته شد و فیله‌های دارای کمتر از این امتیاز خارج از حد پذیرش در نظر گرفته شدند. حداقل قابلیت پذیرش فیله قزل‌آلا از نظر بو در گروه کنترل، نمک سود و وکیوم نمک سود به ترتیب در روز ۶، ۹ و ۱۲ بود. اما کیفیت رنگ نمونه‌ها با سرعت کمتری نسبت به بوی آن‌ها کاهش یافت.

۴- نتیجه گیری

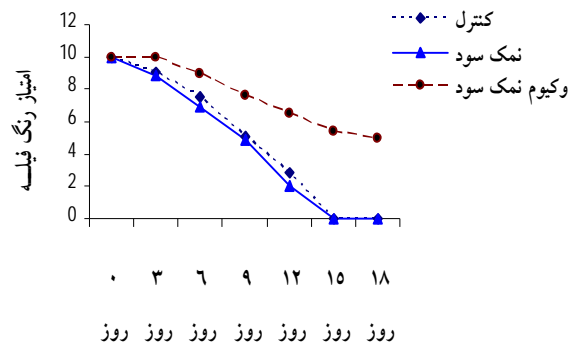
در این پژوهش ماندگاری فیله ماهی قزل آلا با استفاده از روش نمک سود رقیق (۱۰ درصد) به مدت ۳ روز و با استفاده از روش نمک سود به همراه وکیوم کردن به مدت ۷ روز افزایش یافت. از معایب وکیوم کاهش کیفیت ظاهری فیله است که این نقیصه با استفاده از نمک سود کردن آن قبل از بسته‌بندی وکیوم مرتفع گردید. همچنین نمک سود به کاهش بار میکروبی فیله ماهی کمک می‌کند. از طرفی بسته‌بندی وکیوم نیز نیاز به استفاده از نمک سود سنگین را مرتفع کرده و همچنین اکسیداسیون چربی‌های ماهی قزل آلا را که نمک سود موجب تسریع آن می‌شود، کاهش می‌دهد.

۵- سپاسگزاری

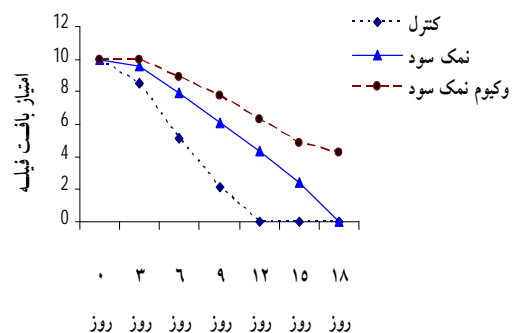
در اینجا لازم است از اساتید محترم گروه شیلات و صنایع غذایی و همچنین آقای مهندس نعیمی و خانم مهندس ابراهیمی، مسئولین محترم آزمایشگاه فرآوری گروه شیلات و میکروبیولوژی گروه صنایع غذایی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان که ما را در انجام این تحقیق یاری نمودند، سپاس‌گذاری نمایم.

۶- منابع

- [1] Gobantes, I., Choubert, G., Gomez, R. 1998. Quality of pigmented (Astaxanthin and Canthaxanthin) rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets stored under vacuum packaging during chilled storage. *Journal of Agriculture Food and Chemistry*. 46: 4358–4362.
- [2] Duun, A.S., Rustad, T. 2008. Quality of superchilled vacuum packed Atlantic salmon (*Salmo salar*) fillets stored at -1.4 and -3.6°C. *Journal of Food Chemistry*. 106: 122–131.
- [3] Burt, S. 2004. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods. *International Journal of Food Microbiology*. 94: 223–253.
- [4] Ibrahim, S.M., Nassar, A.G., and El-Badry, N. 2008. Effect of modified atmosphere packaging and vacuum packaging methods on some quality aspects of smoked mullet (*Mugil cephalus*). *Global Veterinaria*. 2 (6): 296-300.



شکل ۶ تغییرات امتیاز رنگ فیله طی دوره نگهداری در دمای ۴ °C جی‌وانادام و همکاران [۲۲] گزارش کرد که نمک سود کردن ماهی قبل از پرتو دهی آن سبب کیفیت بالاتر بافت فیله طی نگهداری آن می‌گردد. کائولیرا و همکاران [۱۹] نیز نتایج مشابهی را برای فیله ماهی شانک که قبل از پرتو دهی نمک سود شده بود، بیان کردند. بسته‌بندی وکیوم معایبی دارد، که یکی از آن‌ها اثر نامطلوب بسته‌بندی وکیوم بر ظاهر فیله می‌باشد که در اثر آب چک ایجاد می‌گردد. در این پژوهش با ترکیب نمک سود و بسته‌بندی وکیوم، این نقیصه تا حد زیادی مرتفع گردید و در نهایت منتج به کیفیت بهتر بافت فیله‌های تیمار وکیوم نمک سود نسبت به گروه کنترل گردید. این نتایج با نتایج سایر پژوهش‌گران [۲۲، ۷] در این زمینه مطابقت دارد. علاوه بر این بسته‌بندی وکیوم با توجه به فعالیت کمتر میکروارگانیسم‌ها در شرایط وکیوم، تخریب بافت گوشت کاهش یافته که در نهایت منجر به حفظ بیشتر کیفیت بافت فیله می‌گردد [۱۹].



شکل ۷ تغییرات امتیاز بافت فیله طی دوره نگهداری در دمای ۴ °C

- [18] Leroi, F., Joffraud, J.J., and Chevalier, F. 2000. Effect of salt and smoke on the microbiological quality of cold-smoked salmon during storage at 5°C as estimated by the factorial design method. *Journal of Food Protection*. 63(4): 502–508.
- [19] Chouliara, I., Savvaidisa, I.N., Panagiotakisb, N., and Kontominasa, M.G. 2004. Preservation of salted, vacuum-packaged, refrigerated sea bream (*Sparus aurata*) fillets by irradiation: microbiological, chemical and sensory attributes. *Journal of Food Microbiology*. 21: 351–359.
- [20] Guillen, M. D., and Ruiz, A. 2004. Study of the oxidative stability of salted and unsalted salmon fillets by ¹H nuclear magnetic resonance. *Food Chemistry*. 86: 297–304.
- [21] Liu, H.F., Booren, A.M. and Gray, J.I. 1997. Influence of salt concentration and salt ions on non-haem iron concentrations and lipid oxidation in ground pork. In *Proceedings of the 43rd international congress of meat science and technology*, (pp. 426– 427). Auckland, New Zealand: Meat Industry Research Institute of New Zealand.
- [22] Jeevanandam, K., Kakatkar, A., Doke, S.N., Bongiwari, V., and Venugopal, V. 2001. Influence of salting and gamma irradiation on the shelf-life extension of threadfin bream in ice. *Food Res. Int.* 34: 739–746.
- [23] Silva, J.L., and Ammerman, G.R. (1993). Composition, Lipid changes, and sensory evaluation of two sizes of channel catfish during frozen storage. *Journal of applied aquaculture*. 2(2): 39–49.
- [24] Rezaei, M., Hosseini, S.F., Ershad Langrudi, H., Reza Safari, R., and Hosseini, S.V. 2008. Effect of delayed icing on quality changes of iced rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Food Chemistry*. 106: 1161–1165.
- [25] Dalgaard, P. 1995. Qualitative and quantitative characterization of spoilage bacteria from packed fish. *International Journal of Food Microbiology*. 26: 319–333.
- [26] Gibson, D.M. and Davis, H.K. 1995. Fish and shellfish products in sous vide and modified atmosphere packs. In: *Principles of Modified Atmosphere and Sous-Vide Product Packaging* (edited by J.M. Farber
- [6] Venugopal, V. 2006. Sea food processing, adding value through quick freezing, retortable packaging cook- chilling. Taylor Francis group press. pp 485.
- [7] Goulas, A.E., and 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. *Journal of Food Chemistry*. 100, 287–296.
- [8] AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 2005. Official methods of analysis, Arlington, Virginia.
- [9] James, C.S. 1995. Analytical chemistry of foods. Blackie academic and Professional press. pp 90–92.
- [10] Mahmoud, B.S.M., Yamazakia, K., Miyashitab, K., Il-Shik, S., Dong-Sukd, C. and Suzukia, T. 2004. Bacterial microflora of carp (*Cyprinus carpio*) and its shelf-life extension by essential oil compounds. *Food Microbiology*. 21: 657–666.
- [11] Parvaneh, V. 1998. Quality control and the chemical analysis of food. Tehran university. Press. 325 p.
- [12] Egan, H., Kirk, R.S. and Sawyer, R. 1997. *Pearson's chemical Analysis of Foods*. 9th edition. Churchill Livingstone, Edingburgh, Scotland, UK. Pp. 609–643.
- [13] 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. *Journal of Food chemistry*. 101: 458–464.
- [14] Sigholt, T., Erikson, U., Rustad, T., Johansen, S., Nordtvedt, T. S., and Seland, A. 1997. Handling stress and storage temperature affect meat quality of farmed-raised Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Journal of Food Science*. 62(4): 898–905.
- [15] Gram, L., Huss, H. 1996. Microbiological spoilage of fish and fish products. *Int. J. Food Microbiol.* 33: 589–595.
- [16] Razavi Shirzi, H. 2007. *Seafood technology, principles of handling and processing* (1). Pars negar .Press, 325 p.
- [17] Arashisar, S., Hisar, O., Kaya, and 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.

- fisheries and aquatic sciences, No. 1448. p 148.
- [28] Li, S.J., Seymour, T.A., King, A.J., and Morrissey, M.T. 1988. Color stability and lipid oxidation of Rock fish as affected by antioxidant from shrimp shell waste. *Journal of Food Science*. 63 (3): 438-441.
- and K.L. Dodds). Pp. 153-174. Lancaster, Penn: Technomic Publishing Co.
- [27] Woyewoda, A.D., Shaw, S.J., Ke, P.J., and Burns, B.G. 1986. Recommended laboratory methods for assessment of fish quality. Canadian technical report of

The effect of light salting, vacuum packaging and their synergistic effect on shelflife of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillet during storage at 4°C±1

Zolfaghari, M.^{1*}, Shabanpour B.², Fallahzadeh, S.³

1. M.sc. student, dept. of Fisheries, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran.
2. Associate Prof., Dept. of Fisheries, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran.
3. M.sc. student, dept. of Fisheries, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran.

(Received: 88/6/2 Accepted:88/10/21)

Salting and vacuum packaging, each of them has disadvantages for fish preservation in non-frozen mode. This study was aimed to investigate the The effect of light salting, vacuum packaging and their synergistic effect on on shelflife of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillet during storage at 4°C±1. For this purpose the rainbow trout fillets were brined in 10 salt solution and vacuum packaged. Measuring of PH, total volatile bases nitrogen compounds (TVB-N), tiobarbitoric acid (TBA), total viable microbial count (TVC) and sensory evaluations, were performed during 18 days in refrigerator temperature. Obtained results showed that all of chemical and microbial indices increased during storage period. PH, TBA and TVB-N indices and microbial growth in salted, vacuum packaged was lower than other treatments and in light salted treatment was lower than control group (p<0.05). The results of sensory evaluations showed that light salting of rainbow trout fillet situation improved these indices rather than control group. Salted vacuum packaged treatments had a better sensory evaluations scores than salted treatment (p<0.05). with regarded to allowable restrict of TVB-N indices (25 mg/100g fillet) and total viable count (6 Log cfu/g) and also sensory evaluations, light salting and salted vacuum package treatments increased the shelflife of rainbow trout fillet in 4°C about 3 and 7 days, respectively and the major problems of each method of salting and vacuum packaging was removed.

Keywords: rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), shelflife, vacuum packaging, light salting, chemical indices, microbial count

*Corresponding author E-mail Address: zolfaghari.mz@gmail.com