



# تأثیر عصاره هیدروالکلی رزماری (*Rosmarinus officinalis*) بر شاخص‌های شیمیایی، میکروبی و حسی فیله ماهی هامور معمولی (*Epinephelus coioides*) طی نگهداری در یخچال (۴°C)

مریم نارویی<sup>۱</sup>، امین اوجی فرد<sup>۲\*</sup>، دارا باقری<sup>۳</sup>، حسن حبیبی<sup>۴</sup>

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه شیلات، دانشکده علوم و فناوری نانو و زیستی، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران

۲. دانشیار گروه شیلات، دانشکده علوم و فناوری نانو و زیستی، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران

۳. استادیار گروه شیلات، دانشکده علوم و فناوری نانو و زیستی، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران

۴. استادیار گروه دامپروزی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۱۸

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۱۵

## چکیده

مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر عصاره هیدروالکلی رزماری (*Rosmarinus officinalis*) بر شاخص‌های شیمیایی، میکروبی و حسی ماهی هامور معمولی (*Epinephelus coioides*) در شرایط نگهداری در یخچال انجام گرفت. چهار تیمار شامل: تیمار شاهد (پوشش با استفاده از آب مقطر) و تیمارهای فیله‌های پوشش داده شده با رزماری در غلظت‌ها ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۴ درصد مورد بررسی قرار گرفت. جهت پوشش‌دهی، نمونه‌های ۱۰۰ گرمی از فیله ماهی هامور در تیمارهای آزمایشی غوطه‌ور گردیدند. سپس نمونه‌ها به مدت ۱۵ روز در دمای یخچال (۴ درجه سانتی‌گراد) نگهداری شدند. شاخص‌های شیمیایی (pH، عدد پراکسید، بازهای ازته فرار کل و تیوباربیتریک اسید)، میکروبی (باکتری‌های کلی فرم، باکتری‌های کل و باکتری‌های سرما دوست) و حسی (بافت، رنگ، بو و طعم) در روزهای صفر، ۵، ۱۰، ۱۵ مورد سنجش قرار گرفت. نتایج مطالعه نشان داد که میزان پراکسیداز (PV)، تیوباربیتریک اسید (TBA)، بازهای ازته فرار (TVN)، pH، تعداد باکتری کل و باکتری سرما دوست و نمره تحلیل حسی با افزایش دوره نگهداری فیله ماهی در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد افزایش می‌یابد ( $P < 0/05$ ). نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که استفاده از عصاره رزماری می‌تواند سبب بهبود کیفیت فیله ماهی هامور در شرایط نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد شود.

واژگان کلیدی: رزماری، هامور معمولی، عصاره هیدروالکلی، شمارش باکتریایی، آنالیز حسی



## **The effect of rosemary (*Rosmarinus officinalis*) hydroalcoholic extract on chemical, microbial and sensory indices of grouper fish fillet (*Epinephelus coioides*) during storage in refrigerator (4<sup>0</sup>c)**

**Maryam Naroei<sup>1</sup>, Amin Oujifard<sup>2\*</sup>, Dara Bagheri<sup>3</sup>, Hassan Habibi<sup>4</sup>**

1. M.Sc. Student, Department of Fisheries, Faculty of Nano and Bio science and Technology, Persian Gulf University, Bushehr, Iran
2. Associate Professor, Department of Fisheries, Faculty of Nano and Bio science and Technology, Persian Gulf University, Bushehr, Iran
3. Assistant Professor, Department of Fisheries, Faculty of Nano and Bio science and Technology, Persian Gulf University, Bushehr, Iran
4. Assistant Professor, Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Persian Gulf University, Bushehr, Iran

**Received: 05-Jan-2023**

**Accepted: 07-Feb-2024**

### **Abstract**

To investigate the effect of hydroalcoholic extract of rosemary (*Rosmarinus officinalis*) on chemical, microbial and sensory indices of grouper (*Epinephelus coioides*) in refrigerated conditions, four treatment groups: control treatment (uncoated fillets), fillet coated with rosemary 0.1%, Fillet covered with rosemary 0.2% and fillet covered with 0.4% rosemary were run. The 100 gr of samples were stored at refrigerator (4°C) for 15 days. The measurements were undertaken at 0, 5, 10 and 15 days at the beginning of the experiment. Generally, peroxide value (PV), thiobarbituric acid (TBA), total volatile base nitrogen (TVN), pH, counting total bacteria, counting cold-loving bacteria were significantly increased with storage time ( $P<0.05$ ). The results showed that the use of rosemary extract improved the quality of chilled grouper.

**Keywords:** Rosemary, Grouper, Hydroalcoholic extract, Bacterial count, Sensory analysis

## ۱. مقدمه

اقتصادی‌ترین ماهیان خلیج فارس است و در طبقه‌بندی تجاری جزء ماهیان درجه یک منطقه جنوب کشور محسوب می‌شود (Dehghani et al., 2001). همچنین به دلیل طعم مطلوب گوشت در کنار سایر پارامترها مانند رشد سریع و ضریب تبدیل غذایی مناسب، باعث افزایش مطلوبیت این گونه به‌عنوان یک گونه پرورشی دریایی در سراسر جهان شده است (Millamena, 2002; Yeh et al., 2003). به دلیل محبوبیت ماهی هامور معمولی در جنوب و نیز اهمیت نقش عصاره‌های گیاهی به‌عنوان آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی، در این تحقیق ماهی هامور معمولی به‌عنوان گونه مورد مطالعه انتخاب و اثر عصاره هیدروالکلی رزماری بر افزایش ماندگاری فیله این ماهی در شرایط نگهداری در یخچال مورد بررسی قرار گرفت.

## ۲. مواد و روش‌ها

### ۲.۱. تهیه و آماده‌سازی نمونه ماهی

جهت انجام این پژوهش ماهیان هامور معمولی با میانگین وزنی  $64 \pm 632$  گرم از بازار شهر بوشهر به‌صورت تازه تهیه گردید. سپس در یخ خرد شده با یونولیت به آزمایشگاه منتقل شد. در شروع عملیات، ماهی هامور پس از شستشو سطحی، سر زنی شد و شکم ماهی تخلیه گردید. فیله‌های ۱۰۰ گرمی ماهی با دقت جدا و با آب شرب شستشو شدند.

### ۲.۲. آماده‌سازی عصاره هیدروالکلی رزماری

جهت عصاره‌گیری از روش ماسراسیون هیدروالکلی استفاده شد. بدین‌منظور ۵۰ گرم از پودر خشک شده گیاه رزماری به ۲۰۰ میلی‌لیتر اتانول ۷۰ درصد افزوده (نسبت یک به چهار وزنی حجمی) شد و به‌مدت ۷۲ ساعت درون دستگاه تکان‌دهنده با سرعت ۹۰ دور در دقیقه قرار داده شد. عصاره تهیه شده با استفاده از کاغذ صافی واتمن و کیف بوختر تحت شرایط مکش توسط پمپ خلأ، کاملاً صاف و مواد اضافی حذف گردید. سپس توسط دستگاه تقطیر در خلأ چرخان تحت فشار منفی در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد تغلیظ و حلال به‌طور کامل از عصاره جدا شد (Meshkibaf et al., 2010). عصاره تهیه شده تا زمان انجام آزمایش در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد.

آزبان به‌ویژه ماهیان به‌دلیل محتوای بالای اسیدهای چرب غیراشباع (PUFA) از جایگاه خاصی در رژیم غذایی انسان برخوردار هستند (Gogus and Smith 2010). ماهی یکی از فسادپذیرترین محصولات غذایی دریایی است، ماندگاری چنین محصولاتی در حضور اکسیژن و میکروارگانیسم‌های هوازی محدود است (Mol et al., 2002). اکسیداسیون چربی به سری واکنش‌های زنجیره‌ای اکسیژن مولکولی با چربی‌های اشباع نشده گفته می‌شود که تشکیل پراکسیدهای چربی می‌دهد. اکسیداسیون چربی در گوشت ماهی سبب تغییر طعم، بافت و عطر غذا می‌شود (Sarkardei and Howell, 2008). استفاده از آنتی‌اکسیدان‌ها یکی از اقتصادی‌ترین و کارآمدترین روش برای کاهش اکسیداسیون چربی است (Karpínska et al., 2001). ترکیبات آنتی‌اکسیدان مصنوعی می‌توانند سبب ایجاد سمیت در ترکیبات غذایی شوند. از این‌رو محققان به دنیای گیاهان به‌ویژه گیاهان دارویی و معطر به‌عنوان نگهدارنده‌های طبیعی توجه زیادی نموده‌اند (Sengul et al., 2009).

رزماری (*Rosmarinus officinalis*) گیاهی دیپلوئید، بومی منطقه مدیترانه و از خانواده نعنائیان (Lamiaceae) (Wedgwood and Atkinson, 1872) با خاصیت آنتی‌اکسیدانی است. بازده آنتی‌اکسیدانی عصاره رزماری به‌دلیل محتوای بالای ترکیبات فنلی نظیر مونوتروپین‌ها، فنل‌های دی‌ترین (اسید کارنوزیک، کارنوزول، زمانول، اپیروسمانول و متیل کارنوزات)، اسیدهای فنلیک (اسید رزمارینیک، فلاونول‌ها و اسیدهای تری‌ترین (اسید اورسولیک، اسید اولئانولیک و اسید بوتیلینیک) است (Leung and Foster, 1996; Rižnar et al., 2006). این ترکیبات واکنش‌های زنجیره‌ای رادیکال آزاد را با اهدای اتم هیدروژن از بین می‌برند (Aruoma et al., 1992; Basaga et al., 1997). رزماری علاوه بر استفاده در آشپزی، به‌دلیل اثرات شناخته‌شده ضد التهاب، ضد افسردگی، ضد اسپاسم، ضد سرطان، چربی خون، سمیت کبدی-کلیه و تقویت‌کننده حافظه یک داروی رایج برای درمان انواع بیماری‌ها است (Ribeiro-Santos et al., 2015).

ماهی هامور معمولی (*Epinephelus coioides*) از خانواده هامورماهیان (Serranidae)، از با ارزش‌ترین و

### ۳.۲. پوشش دهی

در محیط تاریک قرار گرفت. ۳۰ میلی‌لیتر آب مقطر به محتوای ارلن اضافه گردید و مخلوط شد. مقدار ید آزاد شده با محلول تیوسولفات سدیم ۰/۰۱ نرمال تا تشکیل رنگ زرد ملایم تیترا گردید، سپس ۰/۵ میلی‌لیتر محلول نشاسته یک درصد به مجموعه افزوده شد و تیتراسیون تا تشکیل محلول بی رنگ ادامه یافت. میزان پراکسید نمونه با استفاده از رابطه زیر مورد محاسبه قرار گرفت (Egan et al., 1997).

وزن نمونه روغن/۱۰۰×نرمالیتة×حجم مصرفی تیوسولفات = PV

### ۳.۴.۲. سنجش میزان کل بازهای نیتروژندار فرار

(TVN)

سنجش بازهای نیتروژن دار فرار کل (TVN)، با استفاده از روش کجدال و با تیرتاسیون عصاره به دست آمده از تقطیر با محلول اسید سولفوریک ۰/۱ نرمال تیترا گردید و غلظت بازهای نیتروژنی فرار براساس میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم نمونه گزارش شد (Gao et al., 2010). بدین منظور ۱۰ گرم نمونه به همراه ۲ گرم اکسید منیزیم با افزودن ۵۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر به بالن کجدال متصل شد و به عصاره حاصل مقدار ۲۵ میلی‌لیتر از محلول اسید بوریک ۲ درصد و چند درصد معرف متیل قرمز اضافه شد و در زیر قیف کندانسور قرار گرفت. محلول زرد رنگ حاصله با اسید سولفوریک ۰/۱ نرمال تا حاصل شدن رنگ ارغوانی تیترا شد و میزان بازهای نیتروژن دار فرار از رابطه زیر محاسبه گردید:

بازهای ازتة فرار = حجم اسیدسولفوریک مصرفی × ۱۴

### ۴.۴.۲. سنجش تیوباربتوریک اسید (TBA)

اندازه‌گیری تیوباربتوریک اسید نمونه به روش رنگ‌سنجی صورت گرفت. مقدار ۲۰۰ میلی‌گرم از نمونه چرخ شده ماهی به یک بالن ۲۵ میلی‌لیتری انتقال یافت و سپس با ۱-بوتانل به حجم رسانده شد. مقدار ۰/۵ میلی‌لیتر از مخلوط فوق به لوله‌های خشک درب‌دار وارد شد و به آن ۵ میلی‌لیتر از معرف TBA افزوده گردید (معرف TBA به‌وسیله حل شدن ۲۰۰ میلی‌گرم از TBA در ۱۰۰ میلی‌لیتر حلال ۱-بوتانل پس از فیلتر شدن به دست آمد). لوله‌های درب‌دار در حمام آب در دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ ساعت قرار گرفت و پس از آن در دمای محیط سرد شدند. سپس مقدار جذب (As) در ۵۳۰ نانومتر در

در روز نخست (روز صفر)، بخشی از نمونه‌ها بدون افزودن عصاره به‌عنوان نمونه شاهد در نظر گرفته شد و باقی نمونه‌ها به ترتیب با غلظت ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۴ درصد با عصاره هیدروالکلی رزماری آغشته شد. برای تهیه غلظت ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۴ درصد به ترتیب ۱، ۲ و ۴ گرم از عصاره به‌صورت مجزا در ۱ لیتر آب مقطر مخلوط شد تا به غلظت مورد نظر برسد. فیله‌های آغشته شده در بسته‌های پلی‌اتیلنی در یخچال در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ روز نگهداری شدند. در فواصل ۵، ۱۰ و ۱۵ روز شاخص‌های بیوشیمیایی و میکروبی مورد سنجش قرار گرفت.

### ۴.۲. سنجش‌های فیزیکی و بیوشیمیایی

#### ۱.۴.۲. اندازه‌گیری pH

مقدار ۵ گرم نمونه چرخ شده از هر تیمار به ۴۵ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه و به مدت ۳۰ ثانیه با استفاده از هموژنایزر هموزن گردید. سپس pH نمونه‌ها، با استفاده از دستگاه pH متر دیجیتالی (SP-Vol آلمان) اندازه‌گیری شد (Sallam et al., 2004).

#### ۲.۴.۲. عدد پراکسید (PV)

به‌منظور استخراج ترکیبات چربی از فیله‌های مورد آزمایش، ۱۵ گرم نمونه را وزن کرده و به همراه ۶۰ میلی‌لیتر متانول پس از هموزن شدن در دکانتور ریخته شد. سپس مقدار ۳۰ میلی‌لیتر کلروفرم افزوده و با دقت مخلوط گردید، پس از ۵ دقیقه مجدداً ۳۰ میلی‌لیتر کلروفرم اضافه شد و به مدت ۲۴ ساعت جهت استخراج ترکیبات چربی در این حالت قرار گرفت. برای جداسازی فازها ۳۶ میلی‌لیتر آب مقطر به مخلوط بالایی اضافه گردید. و با استفاده از گاز نیتروژن، حلال مورد استفاده حذف و روغن استخراج شده برای سنجش میزان پراکسید استفاده شد. وزن چربی مورد استفاده برای سنجش پراکسید (با دقت یک میلی‌گرم) یادداشت شد. سپس ۰/۳ گرم نمونه چربی به دقت وزن و به ارلن مایر ۲۵۰ میلی-لیتری سر سمباده‌ای منتقل شد و حدود ۲۵ میلی‌لیتر از محلول اسید استیک کلروفرمی (نسبت ۳:۲ کلروفرم به اسید استیک) به محتویات ارلن اضافه شد. پس از اضافه نمودن یک میلی‌لیتر از محلول یدور پتاسیم اشباع، نمونه به مدت ۵ دقیقه

### ۳. نتایج

تغییرات مربوط به pH، TVN، PV و TBA فیله ماهی هامور معمولی تحت تأثیر تیمارهای مختلف رزماری طی نگهداری در یخچال، در جدول ۱ نشان داده شده است. براساس نتایج حاصل، میزان pH، PV، TVN و TBA با افزایش مدت زمان نگهداری افزایش پیدا کرد ( $P < 0.05$ ). اختلاف بین تیمارها به لحاظ pH در روزهای صفر، ۵ و ۱۰ معنی‌دار نبود. در روز ۱۵ تیمار شاهد بیشترین میزان pH را داشت که با تیمار ۰/۲ درصد عصاره رزماری تفاوت معنی‌داری داشت ( $P < 0.05$ ). از نظر پراکسید نیز در روز صفر، ۵ و ۱۰ بین تیمارها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین در روز ۱۵ تیمار شاهد حداکثر عدد پراکسید را داشت که با تیمار ۰/۱ درصد تفاوت معنی‌داری نداشت ( $P \geq 0.05$ )، تفاوت معنی‌داری بین میزان پراکسید نمونه‌ها در تیمارهای ۰/۲ و ۰/۴ درصد رزماری با گروه شاهد مشاهده شد ( $P < 0.05$ ). سطوح بازهای از ته فرار در روز ۱۰ و ۱۵ تفاوت معنی‌داری را بین تیمار شاهد با سایر تیمارها نشان داد ( $P < 0.05$ ).

### ۱.۳. ارزیابی میکروبی

نتایج حاصل از ارزیابی میکروبی فیله ماهی هامور معمولی تحت تأثیر تیمارهای مختلف رزماری طی دوره نگهداری در یخچال، در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که میزان کلی‌فرم، باکتری کل و سرمادوست‌ها با افزایش مدت زمان نگهداری افزایش می‌یابد ( $P < 0.05$ ). باین حال از نظر کلی‌فرم‌ها در تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ( $P \geq 0.05$ ). تعداد باکتری کل در روز ۵ در تیمار با غلظت ۰/۱ درصد عصاره رزماری تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارها نشان داد ( $P < 0.05$ ). در روز ۱۰ نیز حداقل تعداد باکتری کل مربوط به تیمارهای با غلظت ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۴ درصد بود که تفاوت معنی‌داری با گروه شاهد داشت ( $P < 0.05$ ). در روز ۱۵ کمترین میزان باکتری کل در تیمارهای با غلظت ۰/۲ و ۰/۴ درصد عصاره مشاهده شد و تفاوت معنی‌داری با تیمارهای شاهد و ۰/۱ درصد عصاره رزماری داشت ( $P < 0.05$ ). سطوح رشد باکتری‌های سرمادوست در تیمار شاهد با تیمار ۰/۲ درصد عصاره رزماری تفاوت معنی‌داری را نشان داد ( $P < 0.05$ ). سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشتند ( $P \geq 0.05$ ).

مقابل شاهد آب مقطر (Ab) خوانده شد. ترکیب مالون دآلدهید به‌عنوان استاندارد استفاده گردید (Egan et al., 1997).

### ۵.۲. آزمون‌های میکروبی

با توجه به روش استاندارد آماده‌سازی نمونه برای آزمون‌های میکروبی (Hozbor et al., 2006)، از هر فیله ۲۵ گرم نمونه برداشت شد و ۲۲۵ میلی‌لیتر از سرم فیزیولوژی به آن افزوده و به مدت ۲ دقیقه کاملاً هموزن گردید. سپس نمونه‌ها به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق نگهداری شدند تا عمل احیاء در آن‌ها انجام شود. برای تهیه محیط کشت از دو نوع محیط کشت MAC (برای باکتری‌های کلی‌فرم) و TSA (برای باکتری‌های کل و سرمادوست) استفاده شد. با استفاده از پیت پاستور یک سی‌سی از نمونه برداشت شد و کشت سطحی صورت گرفت. محیط کشت TSA برای باکتری‌های سرمادوست در یخچال در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷ روز قرار گرفت. محیط کشت‌های TSA برای باکتری‌های کل و MAC برای باکتری‌های کلی‌فرم به مدت ۱ روز در انکوباتور ۳۷ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. تعداد کلنی‌ها براساس واحد تشکیل تعداد کلونی در گرم cfu/gr گزارش شد.

### ۶.۲. آنالیز حسی

جهت اندازه‌گیری حسی ماهی در طول دوره نگهداری از یک گروه ۱۰ نفره نیمه آموزش دیده و با امتیاز ارزیابی ۵ انجام شد. امتیاز هر یک از نمونه‌ها به صورت زیر محاسبه گردید: بافت (۵)، بافت محکم و سفت؛ ۱، بافت خیلی نرم)، رنگ (۵)، بدون تغییر رنگ؛ ۱، کاملاً بی‌رنگ)، بو (۵)، کاملاً مطبوع؛ ۱، بوی فساد)، طعم (۵)، طعم ماهی تازه؛ ۱، طعم گندیدگی). نقطه بحرانی مقبولیت هر یک از ویژگی‌ها ۳ در نظر گرفته شد و پایین‌تر از آن به معنای رد خصوصیات حسی مورد نظر بود (Yingyuad et al., 2006, Fan et al., 2008).

### ۷.۲. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

کلیه آزمون‌ها در ۳ تکرار صورت گرفتند. برای ارزیابی نمونه‌ها از جدول واریانس در نرم‌افزار SAS و رویه GLM استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با روش دانکن در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت. برای آنالیز داده‌های حسی از روش ناپارامتری فریدمن و برای مقایسه بین گروه‌های مورد آزمون از روش بنفرونی (سطح احتمال ۵ درصد) استفاده شد.

جدول ۱- تغییرات مربوط به pH، PV، TVN و TBA فیله ماهی هامور معمولی تحت تأثیر تیمارهای مختلف رزماری طی نگهداری در یخچال

طول دوره نگهداری (روز)				تیمارها	شاخص‌های فیزیکی و بیوشیمیایی
۱۵	۱۰	۵	.		
۷/۹۳±۰/۱۴۵ <sup>Aa</sup>	۷/۳۱±۰/۰۷۲ <sup>Ba</sup>	۶/۸۰±۰/۰۳۹ <sup>Ca</sup>	۶/۷۳±۰/۰۶۷ <sup>Ca</sup>	شاهد	pH
۷/۹۰±۰/۰۵۸ <sup>Aab</sup>	۷/۲۱±۰/۰۶۹ <sup>Ba</sup>	۶/۷۸±۰/۰۵۸ <sup>Ca</sup>	۶/۷۳±۰/۰۶۷ <sup>Ca</sup>	۰/۱	
۷/۶۶±۰/۱۳۰ <sup>Ab</sup>	۷/۱۷±۰/۰۳۷ <sup>Ba</sup>	۶/۷۱±۰/۰۵۹ <sup>Ca</sup>	۶/۷۳±۰/۰۶۷ <sup>Ca</sup>	۰/۲	
۷/۷۸±۰/۱۸۹ <sup>Aab</sup>	۷/۱۵±۰/۰۳۰ <sup>Ba</sup>	۶/۶۸±۰/۰۸۴ <sup>Ca</sup>	۶/۷۳±۰/۰۶۷ <sup>Ca</sup>	۰/۴	
۸/۹۰±۰/۲۳ <sup>Aa</sup>	۵/۹۱±۰/۲۷ <sup>Ba</sup>	۲/۸۲±۰/۳۱ <sup>Ca</sup>	۰/۶۶±۰/۰۶ <sup>Da</sup>	شاهد	PV (میلی‌اکی‌والان گرم اکسیژن بر کیلوگرم چربی)
۸/۱۹±۰/۲۸ <sup>Aab</sup>	۵/۶۲±۰/۱۴ <sup>Ba</sup>	۲/۷۵±۰/۷۰ <sup>Ca</sup>	۰/۶۶±۰/۰۶ <sup>Da</sup>	۰/۱	
۷/۶۴±۰/۳۱ <sup>Ab</sup>	۵/۰۰±۰/۱۷ <sup>Ba</sup>	۱/۹۵±۰/۱۶ <sup>Ca</sup>	۰/۶۶±۰/۰۶ <sup>Da</sup>	۰/۲	
۷/۶۶±۰/۷۳ <sup>Ab</sup>	۵/۰۷±۰/۱۹ <sup>Ba</sup>	۲/۰۵±۰/۱۹ <sup>Ca</sup>	۰/۶۶±۰/۰۶ <sup>Da</sup>	۰/۴	
۴۲/۴۴±۱/۷۱ <sup>Aa</sup>	۲۸/۴۴±۱/۷۱ <sup>Ba</sup>	۱۲/۵۲±۱/۲۹ <sup>Ca</sup>	۷/۲۶±۰/۵۳ <sup>Da</sup>	شاهد	TVN (میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم گوشت ماهی)
۳۷/۹۵±۱/۱۳ <sup>Ab</sup>	۲۱/۴۸±۱/۱۳ <sup>Bb</sup>	۱۱/۴۹±۰/۴۳ <sup>Ca</sup>	۷/۲۶±۰/۵۳ <sup>Ca</sup>	۰/۱	
۳۰/۲۷±۳/۴۸ <sup>Ac</sup>	۲۱/۳۳±۳/۴۸ <sup>Bb</sup>	۸/۳۷±۰/۴۹ <sup>Ca</sup>	۷/۲۶±۰/۵۳ <sup>Ca</sup>	۰/۲	
۲۹/۵۷±۱/۵۹ <sup>Ac</sup>	۱۹/۹۲±۱/۵۹ <sup>Bb</sup>	۱۰/۶۶±۱/۵۹ <sup>Ca</sup>	۷/۲۶±۰/۵۳ <sup>Ca</sup>	۰/۴	
۸/۱۸±۰/۶۲۰ <sup>Aa</sup>	۲/۸۳±۰/۲۴۶ <sup>Ba</sup>	۰/۲۷±۰/۰۵۹ <sup>Ca</sup>	۰/۰۶±۰/۰۱۳ <sup>Ca</sup>	شاهد	TBA (میلی‌گرم مالون دی‌آلدئید در کیلوگرم بافت ماهی)
۶/۴۲±۰/۴۴۳ <sup>Ab</sup>	۲/۷۹±۰/۱۶۵ <sup>Ba</sup>	۰/۲۰±۰/۰۱۳ <sup>Ca</sup>	۰/۰۶±۰/۰۱۳ <sup>Ca</sup>	۰/۱	
۵/۳۶±۰/۵۶۶ <sup>Ac</sup>	۱/۸۱±۰/۲۰۷ <sup>Bb</sup>	۰/۱۹±۰/۰۲۳ <sup>Ca</sup>	۰/۰۶±۰/۰۱۳ <sup>Ca</sup>	۰/۲	
۵/۶۸±۰/۷۳۳ <sup>Abc</sup>	۲/۰۷±۰/۰۱۵ <sup>Bab</sup>	۰/۱۸±۰/۰۱۵ <sup>Ca</sup>	۰/۰۶±۰/۰۱۳ <sup>Ca</sup>	۰/۴	

حروف بزرگ انگلیسی در بالای اعداد برای مقایسه بین میانگین‌های یک ردیف (مقایسه بین روزها در یک گروه) و حروف کوچک برای مقایسه بین میانگین‌های یک ستون (مقایسه بین گروه‌ها در یک روز) استفاده شده است. تفاوت‌ها در سطح احتمال ۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفتند.

جدول ۲- نتایج آنالیز باکتری‌های کلی فرم، باکتری‌های کل و سرمادوست فیله ماهی هامور معمولی

تحت تأثیر تیمارهای مختلف رزماری طی نگهداری در یخچال

طول دوره نگهداری (روز)				تیمارها	آنالیز باکتریایی
۱۵	۱۰	۵	.		
۴/۸۸۳±۰/۱۲۸ <sup>Aa</sup>	۳/۲۰۳±۰/۰۷۲ <sup>Ba</sup>	۲/۱۵۰±۰/۰۲۴ <sup>Ca</sup>	۰/۷۴۷±۰/۳۷۷ <sup>Da</sup>	شاهد	کلی فرم
۴/۴۶۰±۰/۲۱۵ <sup>Aa</sup>	۲/۸۹۳±۰/۲۵۴ <sup>Ba</sup>	۲/۱۱۳±۰/۱۰۵ <sup>Ca</sup>	۰/۷۴۷±۰/۳۷۷ <sup>Da</sup>	۰/۱	
۴/۲۰۰±۰/۰۹۰ <sup>Aa</sup>	۲/۶۶۷±۰/۰۷۵ <sup>Ba</sup>	۱/۸۶۳±۰/۱۲۷ <sup>Ca</sup>	۰/۷۴۷±۰/۳۷۷ <sup>Da</sup>	۰/۲	
۴/۴۱۰±۰/۰۷۶ <sup>Aa</sup>	۲/۷۰۳±۰/۱۳۵ <sup>Ba</sup>	۱/۹۵۳±۰/۱۲۰ <sup>Ca</sup>	۰/۷۴۷±۰/۳۷۷ <sup>Da</sup>	۰/۴	
۷/۳۲±۰/۱۳۱ <sup>Aa</sup>	۵/۰۷±۰/۱۱۶ <sup>Ba</sup>	۲/۵۳±۰/۰۸۰ <sup>Cab</sup>	۱/۳۷±۰/۱۴۷ <sup>Da</sup>	شاهد	باکتری کل
۷/۳۴±۰/۱۸۲ <sup>Aa</sup>	۴/۷۱±۰/۲۲۰ <sup>Bab</sup>	۲/۵۸±۰/۱۴۶ <sup>Ca</sup>	۱/۳۷±۰/۱۴۷ <sup>Da</sup>	۰/۱	
۶/۳۶±۰/۰۶۹ <sup>Ab</sup>	۴/۴۳±۰/۰۶۲ <sup>Bb</sup>	۲/۱۵±۰/۱۱۸ <sup>Cb</sup>	۱/۳۷±۰/۱۴۷ <sup>Da</sup>	۰/۲	
۶/۴۹±۰/۱۶۴ <sup>Ab</sup>	۴/۵۱±۰/۰۷۴ <sup>Bb</sup>	۲/۱۷±۰/۰۷۴ <sup>Cb</sup>	۱/۳۷±۰/۱۴۷ <sup>Da</sup>	۰/۴	
۵/۶۰±۰/۲۵ <sup>Aa</sup>	۳/۷۳±۰/۲۷ <sup>Ba</sup>	۲/۲۹±۰/۲۵ <sup>Ca</sup>	۰/۸۰±۰/۴۰ <sup>Da</sup>	شاهد	سرمادوست
۵/۲۱±۰/۱۷ <sup>Aab</sup>	۳/۸۳±۰/۱۰ <sup>Ba</sup>	۲/۱۷±۰/۰۷ <sup>Ca</sup>	۰/۸۰±۰/۴۰ <sup>Da</sup>	۰/۱	
۴/۵۷±۰/۱۶ <sup>Ab</sup>	۳/۱۳±۰/۱۰ <sup>Ba</sup>	۱/۸۹±۰/۱۰ <sup>Ca</sup>	۰/۸۰±۰/۴۰ <sup>Da</sup>	۰/۲	
۴/۹۴±۰/۳۰ <sup>Aab</sup>	۳/۳۴±۰/۱۰ <sup>Ba</sup>	۲/۱۶±۰/۰۹ <sup>Ca</sup>	۰/۸۰±۰/۴۰ <sup>Da</sup>	۰/۴	

حروف بزرگ انگلیسی در بالای اعداد برای مقایسه بین میانگین‌های یک ردیف (مقایسه بین روزها در یک گروه) و حروف کوچک برای مقایسه بین میانگین‌های یک ستون (مقایسه بین گروه‌ها در یک روز) استفاده شده است. تفاوت‌ها در سطح احتمال ۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج ارزیابی حسی فیله ماهی هامور معمولی تحت تأثیر تیمارهای مختلف رزماری طی دوره نگهداری در یخچال، در

### ۲.۳. ارزیابی حسی

داد که در روز ۵ نگهداری استفاده از عصاره هیدروالکلی رزماری باعث افزایش معنی‌دار نمره طعم می‌شود. در روز ۱۰ نگهداری استفاده از تیمار ۰/۲ درصد عصاره دارای بیشترین نمره طعم بود ( $P < 0/05$ ). در روز ۱۵ مشاهده شد که تفاوت معنی‌دار بین سطوح عصاره هیدروالکلی رزماری از لحاظ نمره مربوط به طعم وجود ندارد ( $P \geq 0/05$ ). به لحاظ بافت نیز در روز ۵ نگهداری تیمارهای رزماری اختلاف معنی‌داری با شاهد داشت. در روز ۱۰ نگهداری نیز تیمار با غلظت ۰/۲ درصد رزماری دارای بیشترین امتیاز بافت بود ( $P < 0/05$ ).

جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که با گذشت زمان نگهداری، نمره مربوط به رنگ، بو، طعم و بافت کاهش می‌یابد ( $P < 0/05$ ). از نظر رنگ، در روز ۵ و ۱۵ بین تیمارها و شاهد تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ( $P \geq 0/05$ ). نتایج نشان داد که در روز ۱۰ نگهداری تیمار با غلظت ۰/۲ درصد به‌طور معنی‌داری دارای نمره رنگ بیشتری است ( $P < 0/05$ ). در روز ۱۰ نگهداری تیمار با غلظت ۰/۲ درصد بیشترین نمره بو را داشت. با این حال در روز ۱۵ نگهداری تفاوت معنی‌دار بین تیمارهای مورد آزمایش مشاهده نشد ( $P \geq 0/05$ ). نتایج نشان

جدول ۳- تأثیر غلظت‌های مختلف عصاره هیدروالکلی رزماری بر رنگ، بو، طعم و بافت فیله ماهی هامور معمولی طی دوره نگهداری در یخچال

شاخص‌های حسی	تیمارها	طول دوره نگهداری (روز)			
		۱۵	۱۰	۵	۰
رنگ	شاهد	۱±۰/۰۰ Ca	۱±۰/۱۷ Cd	۲±۰/۲۱ Ba	۵±۰/۰۰ Aa
	۰/۱	۱±۰/۰۰ Ca	۱±۰/۲۱ Cc	۴±۰/۲۶ Ba	۵±۰/۰۰ Aa
	۰/۲	۱±۰/۰۰ Ca	۳±۰/۲۱ Ba	۵±۰/۲۱ Aa	۵±۰/۰۰ Aa
	۰/۴	۱±۰/۰۰ Ca	۲±۰/۱۷ Bb	۴/۵±۰/۲۲ Aa	۵±۰/۰۰ Aa
بو	شاهد	۱±۰/۰۰ Ca	۱±۰/۰۰ Cc	۲±۰/۲۱ Bb	۵±۰/۰۰ Aa
	۰/۱	۱±۰/۰۰ Ca	۱±۰/۰۰ Cc	۴±۰/۳۱ Ba	۵±۰/۰۰ Aa
	۰/۲	۱±۰/۰۰ Ca	۳/۵±۰/۲۲ Ba	۵±۰/۳۴ Aa	۵±۰/۰۰ Aa
	۰/۴	۱±۰/۰۰ Ca	۲±۰/۱۷ Bb	۴/۵±۰/۲۲ Aa	۵±۰/۰۰ Aa
طعم	شاهد	۱±۰/۰۰ Ca	۱±۰/۰۰ Cc	۲±۰/۰۰ Bb	۵±۰/۰۰ Aa
	۰/۱	۱±۰/۰۰ Ca	۱±۰/۰۰ Bc	۴/۵±۰/۲۲ Aa	۵±۰/۰۰ Aa
	۰/۲	۱±۰/۰۰ Ca	۳±۰/۲۱ Ba	۵±۰/۲۱ Aa	۵±۰/۰۰ Aa
	۰/۴	۱±۰/۰۰ Ca	۲±۰/۲۱ Bb	۴/۵±۰/۲۲ Aa	۵±۰/۰۰ Aa
بافت	شاهد	۱±۰/۰۰ Ca	۱±۰/۰۰ Cc	۲±۰/۲۱ Bb	۵±۰/۰۰ Aa
	۰/۱	۱±۰/۰۰ Ca	۱/۵±۰/۲۲ Bc	۴±۰/۲۱ Aa	۵±۰/۰۰ Aa
	۰/۲	۱±۰/۰۰ Ca	۳±۰/۲۱ Ba	۵±۰/۱۷ Aa	۵±۰/۰۰ Aa
	۰/۴	۱±۰/۰۰ Ca	۲±۰/۲۱ Bb	۴/۵±۰/۲۲ Aa	۵±۰/۰۰ Aa

حروف بزرگ انگلیسی در بالای اعداد برای مقایسه بین میانگین‌های یک ردیف (مقایسه بین روزها در یک گروه) و حروف کوچک برای مقایسه بین میانگین‌های یک ستون (مقایسه بین گروه‌ها در یک روز) استفاده شده است. تفاوت‌ها در سطح احتمال ۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفتند.

#### ۴. بحث و نتیجه‌گیری

گوشت ماهی زنده بالای ۷ (معمولاً ۷/۳) است، اما این پارامتر بعد از مرگ ماهی کاهش می‌یابد چرا که ماهی به سمت جمود نعشی رفته و گلیکوژن موجود در بافت عضله ماهی، تحت تأثیر فعالیت‌های شیمیایی و میکروبی به اسید لاکتیک تبدیل می‌شود (Ersoy et al., 2008). در مطالعه حاضر میزان pH بافت عضله ماهی هامور معمولی با افزایش مدت زمان نگهداری افزایش پیدا کرد. در روز ۱۵ اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده شد به‌طوری‌که تیمار شاهد دارای بالاترین میزان pH

تغییرات pH یکی از تغییرات شیمیایی اولیه در فرآیند فساد گوشت ماهی است. میزان تغییرات pH برحسب گونه متغییر است. هرچند این تغییرات شاخص دقیقی برای تعیین تازگی و کیفیت گوشت ماهیان نیست و تحت تأثیر سایر فاکتورهای شیمیایی، میکروبی و حسی قرار دارد، اما به‌عنوان یک شاخص مکمل برای بررسی پارامترهای دیگر از جمله فاکتورهای مؤثر بر رشد میکروبی و فساد غذاها محسوب می‌شود. به‌طور کلی pH

کارنوزیک و اسید رزمارینیک موجود در ساختار آن ناشی می‌شود (Richheimer *et al.*, 1996).

میزان بازهای آلی فرار کل (TVN) شامل آمونیاک (تولید شده به وسیله اسیدهای آمینه و نوکلئوتیدها)، تری متیل آمین (تولید شده توسط فساد باکتریایی)، دی متیل آمین (تولید شده توسط آنزیم‌های اتولیتیک در طی مدت زمان نگهداری) و سایر ترکیبات نیتروژنی بازی فرار مرتبط با فساد محصولات دریایی است (Huss *et al.*, 1998). در مطالعه حاضر در شروع آزمایش میزان بازهای آلی فرار کل، ۷/۲۶ میلی‌گرم در هر ۱۰۰ گرم فیله ماهی بود و با افزایش مدت زمان نگهداری، میزان بازهای آلی فرار کل افزایش یافت. همچنین از روز ۱۰ نگهداری عصاره هیدروالکلی رزماری باعث ایجاد اثر مهارکنندگی در تشکیل TVN در مقایسه با گروه شاهد شد. بالاترین میزان بازهای آلی فرار کل در تیمار شاهد و کمترین آن در تیمارهای ۰/۲ و ۰/۴ درصد مشاهده شد (جدول ۱). Ghanizade و همکاران (۲۰۱۸)، با بررسی اثر عصاره نانوکپسوله رزماری بر فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان نشان دادند که میزان بازهای آلی فرار کل، در تمامی نمونه‌ها روندی افزایشی داشته ولی این روند در تیمارهای نانوکپسوله کندتر از تیمارهای دارای فرم آزاد و تیمار شاهد بود. همچنین تیمار فیله‌های فیل ماهی تحت تأثیر عصاره رزماری نشان داد که طی نگهداری در یخچال میزان TVN نمونه‌ها افزایش می‌یابد اما میزان آن نسبت به تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری کمتر است (Jafari *et al.*, 2017). چنین افزایشی ممکن است به دلیل تولید آمونیاک در نتیجه فعالیت‌های آنزیم‌های عضله و میکروبی در ماهی طی نگهداری باشد.

شاخص تیوباربیتوریک اسید (TBA) به‌منظور ارزیابی درجه اکسیداسیون چربی در ماهیان، به‌طور وسیعی کاربرد دارد. به کمک این شاخص می‌توان میزان مالون آلدهید تشکیل شده در عضله ماهی را اندازه‌گیری کرد. در مطالعه حاضر میزان TBA با افزایش مدت نگهداری افزایش یافت. بالاترین میزان TBA در تیمار شاهد مشاهده شد و از روز ۱۰ نگهداری تیمارهای ۰/۲ و ۰/۴ درصد کمترین میزان را داشتند (جدول ۱). بررسی اثر عصاره رزماری بر فیله فیل ماهی افزایش میزان تیوباربیتوریک اسید در بافت ماهی را نشان داد (Jafari *et al.*, 2017). تأثیر عصاره رزماری بر روی فیله‌های ماهی تیلایپای نیل طی نگهداری در یخچال نیز منجر به افزایش محتوای تیوباربیتوریک اسید بافت می‌گردد

بود و با تیمار ۰/۲ درصد عصاره رزماری اختلاف معنی‌دار داشت (جدول ۱). پس از مرگ ماهی بر اثر تولید اسید لاکتیک حاصل از گلیکولیز، مقدار pH کاهش می‌یابد و با افزایش مدت نگهداری به دلیل عملکرد آنزیم‌های پروتئولیک میزان آمین‌های آزاد افزایش می‌یابد که سبب افزایش میزان pH در نمونه‌ها می‌گردد (Massa *et al.*, 2005). استفاده از ۱/۵ درصد عصاره رزماری جهت تیمار فیله‌های ماهی تیلایپای نیل طی نگهداری در یخچال روند افزایشی pH را نشان داد (Khalafalla *et al.*, 2015). اثر عصاره گیاه رزماری بر ماندگاری فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان نیز افزایش pH در تمام نمونه‌ها در زمان ذخیره‌سازی را نشان داد (Mehdizadeh *et al.*, 2019). افزایش pH می‌تواند در نتیجه افزایش بازهای ازته فرار (جدول ۱) همچون آمونیاک تولیدی تحت فعالیت آنزیم‌های میکروبی و عضله باشد (Li *et al.*, 2012).

هیدروپراکسیدها محصول اولیه اکسیداسیون چربی هستند به همین دلیل اکسیداسیون اولیه چربی با استفاده از میزان پراکسید ارزیابی می‌شود (Lin and Lin, 2005). این ترکیبات موجب به‌وجود آمدن ترکیبات ثانویه مانند آلدئیدها و کتون‌ها می‌شوند که سبب تشخیص تندی اکسیداسیونی می‌شوند (Özyurt *et al.*, 2007). در تحقیق حاضر میزان عدد پراکسید با افزایش مدت زمان نگهداری افزایش پیدا کرد. به‌طور کلی بالاترین میزان عدد پراکسید در تیمار شاهد و کمترین میزان در تیمار با غلظت ۰/۲ و ۰/۴ درصد رزماری مشاهده شد (جدول ۱). عصاره رزماری از اکسیداسیون چربی در سالمون دریایی در شرایط سرد جلوگیری می‌کند (Tironi *et al.*, 2009). در مطالعه‌ای که Ghanizade و همکاران (۲۰۱۸)، تأثیر عصاره نانوکپسوله گیاه رزماری بر فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان را مورد بررسی قرار دادند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که میزان عدد پراکسید در تمامی تیمارهای مورد آزمایش با افزایش زمان (طی ۷۶ روز) روند افزایشی داشته است. میزان PV فیله‌های فیل ماهی طی نگهداری در یخچال تحت تأثیر ۰/۵ درصد عصاره رزماری تا روز ۱۲ افزایش می‌یابد اما در مقایسه با تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری کمتر است (Jafari *et al.*, 2017). PV در تعیین درجه اکسیداسیون چربی ضروری بوده و عصاره رزماری تأثیر قابل ملاحظه‌ای روی PV دارد (Pérez-Mateos *et al.*, 2006; Sarkardei and Howell, 2008; Quitral *et al.*, 2009). ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی عصاره رزماری از کارنوزول، اسید



نگهداری افزایش یافت. همچنین کمترین و بیشترین میزان باکتری‌های سرمادوست در روز ۱۵ به ترتیب در تیمار ۰/۲ درصد و شاهد مشاهده شد (جدول ۲). اعتقاد بر این است که اکثر اسانس‌ها و عصاره‌ها فعالیت‌های ضد میکروبی خود را از طریق تعامل با فرآیندهای مرتبط با غشاء سلولی باکتری‌ها از جمله انتقال الکترون، شیب یونی، جابجایی پروتئین، فسفوریلاسیون و سایر واکنش‌های وابسته به آنزیم، انجام می‌دهند (Dorman and Deans, 2000).

آنالیز حسی از محبوب‌ترین روش‌های ارزیابی تازگی ماهی است که سریع و ساده بوده و اطلاعات کیفیت ماهی را به سرعت فراهم می‌کند (Reineccius, 1991). در مطالعه حاضر، با توجه به نتیجه ارزیابی حسی، همه گروه‌ها (رنگ، بو، بافت و طعم) با افزایش مدت زمان نگهداری نمره کمتری را نشان دادند. در همین حال، تیمار حاوی عصاره ۰/۲ درصد، مقبولیت بالاتری را نشان داد (جدول ۳). روند تغییر وضعیت ویژگی‌های حسی در تیمارها طی مدت نگهداری را می‌توان به اکسیداسیون چربی نسبت داد که سبب تخریب و افت کیفیت حسی و کاهش مقدار مواد مغذی از جمله اسیدهای چرب چند غیراشباع ضروری PUFA و تولید محصولات سمی اکسیداسیون می‌شود (Kołakowska et al., 2006). در مطالعه Moslemi و همکاران (۲۰۱۹)، که به بررسی اثر نایسین و عصاره گیاه رزماری بر شاخص‌های حسی و فساد میکروبی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در شرایط نگهداری سرد پرداختند، مشاهده شد که اثر پوشش با نایسین ۰/۵ درصد و عصاره ۱ و ۲ درصد رزماری بر شاخص‌های رنگ، بو و بافت ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در طول دوره نگهداری معنی‌دار بوده است.

## ۵. نتیجه‌گیری نهایی

طبق نتایج مطالعه حاضر، ماندگاری فیله ماهی هامور با استفاده از عصاره هیدروالکلی رزماری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد افزایش یافت. عصاره هیدروالکلی رزماری در سطوح ۰/۲ و ۰/۴ درصد بهترین وضعیت را نشان داد. البته میزان TBA، باکتری سرمادوست و نیز آنالیز حسی در تیمار ۰/۲ درصد وضعیت بهتری داشت. مشخص شده است که مقادیر بسیار زیاد عصاره به دلیل تولید مقادیر بیش از حد رادیکال‌های آزاد آنتی‌اکسیدانی، به عنوان یک پرواکسیدان عمل می‌کند

(Khalafalla et al., 2015). همچنین مشخص شده است که رزماری اثرات بازدارندگی بر روی شاخص TBA دارد (Shahidi et al., 1995; Serdaroglu and Felekoğlu, 2005). گیاه رزماری حاوی ترکیبات خاصی مانند کارنوزول و کارنوسیک اسید بوده که فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالایی دارند (Offord et al., 1997).

گروه کلی‌فرم‌های باکتریایی در ماهی و فرآورده‌های شیلاتی به عنوان ارگانسیم‌های شاخص برای شرایط غیر بهداشتی در طول صید، دستکاری، فرآوری و توزیع شناخته می‌شود (Offord et al., 1997). در تحقیق حاضر اگرچه با گذشت زمان میزان کلی‌فرم‌ها افزایش یافت ولی اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد (جدول ۲). فعالیت میکروبی مسئول فساد اغلب غذاهای دریایی تازه و نگهداری شده است. به همین دلیل شمارش باکتری کل در برخی کشورهای اروپایی و ژاپن و آمریکا جزء استانداردهای اجباری غذاهای دریایی است. بالاترین حد قابل قبول شمارش باکتری کل در ماهی تازه  $10^7$  CFU/g (Foods and Roberts, 1986) و بیشینه حد مجاز این پارامتر در ماهیان نگهداری شده در یخ  $10^6$  CFU/g (Standardization, 2005) می‌باشد. نتایج به دست آمده نشان داد که میزان باکتری کل با افزایش مدت نگهداری افزایش یافته است. به طور کلی بیشترین میزان باکتری کل در تیمار شاهد و کمترین آن در تیمارهای ۰/۲ و ۰/۴ درصد مشاهده شد (جدول ۲). عصاره رزماری دارای فعالیت آنتی‌باکتریال خوبی علیه لیستریا است (Rozman and Jersek, 2009). همچنین عصاره رزماری دارای خاصیت آنتی‌باکتریال خوبی بوده و می‌تواند به عنوان یک جایگزین افزودنی غذایی برای حفظ غذا در برابر فساد و آلودگی باکتریایی استفاده شود (Bubonja-Sonje et al., 2011). شمارش باکتری‌های سرمادوست به این دلیل انجام می‌شود که این باکتری‌ها در شرایط نگهداری در دماهای پایین نیز رشد می‌کنند. باکتری‌های سرمادوست گرم منفی، گروه اصلی میکروارگانسیم‌های مسئول فساد ماهی تازه نگهداری شده به صورت سرد هستند (Goulas and Kontominas, 2005). این باکتری‌ها به ویژه گونه‌های سودوموناس، آنزیم‌های لیپاز و فسفو لیپاز تولید می‌کنند که سبب افزایش اسیدهای چرب آزاد می‌گردد (Kykkidou et al., 2009). حد مجاز تأیید شده برای باکتری‌های سرمادوست تعداد  $10^4$  cfu/ml در نظر گرفته شده است (Pons-Sánchez-Cascado et al., 2006). در مطالعه حاضر میزان باکتری‌های سرمادوست با افزایش مدت

است (Raza and John, 2005). در تحقیق حاضر با توجه به تأثیرات بهتر عصاره در دوز پایین، سطح ۰/۲ درصد پیشنهاد می‌شود.

(Halliwell and Chirico, 1993). علاوه بر این، اشاره شده است که غلظت بالای عصاره‌ها باعث آپوپتوز در بسیاری از سلول‌ها می‌شود که از دیگر اثرات مخرب عصاره‌ها در دوز بالا

## References

## ۶. منابع

- Aruoma, O., Halliwell, B., Aeschbach, R., Löligers, J., 1992. Antioxidant and pro-oxidant properties of active rosemary constituents: carnosol and carnosic acid. *Xenobiotica* 22(2), 257-268. DOI: 10.3109/00498259209046624
- Basaga, H., Tekkaya, C., Acikel, F., 1997. Antioxidative and free radical scavenging properties of rosemary extract. *LWT-Food Science and Technology* 30(1), 105-108. DOI: 10.1006/fstl.1996.0127
- Bubonja-Sonje, M., Giacometti, J., Abram, M., 2011. Antioxidant and antilisterial activity of olive oil, cocoa and rosemary extract polyphenols. *Food Chemistry* 127(4), 1821-1827. DOI: 10.1016/j.foodchem.2011.02.071
- Dehghani, R., Tagavi motlagh, S. A., Kamrani, E., 1380. Estimation of growth parameters of common grouper in Hormozgan *Journal of Marine Science and Technology* 1(1), 17-25 (In Persian) .
- Dorman, H.D., Deans, S.G., 2000. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of Applied Microbiology* 88(2), 308-316.
- Egan, H., Kirk, R., Sawyer, R., 1997. Pearson's composition and analysis of foods. 9th Edition Longman Scientific and Technical.
- Ersoy, B., Aksan, E., Özeren, A., 2008. The effect of thawing methods on the quality of eels (*Anguilla anguilla*). *Food chemistry*, 111(2), 377-380. DOI: 10.1016/j.foodchem.2008.03.081
- Fan, W., Chi, Y., Zhang, S., 2008. The use of a tea polyphenol dip to extend the shelf life of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) during storage in ice. *Food Chemistry* 108(1), 148-153. DOI: 10.1016/j.foodchem.2007.10.057.
- Foods, I. A. o. M. S. I. C. o. M. S. F., Roberts, T., 1986. *Microorganisms in Foods: Sampling for Microbiological Analysis, Principles and Specific Applications*: Blackie Acad. & Professional.
- Gao, W., Liu, Y.J., Tian, L.X., Mai, K.S., Liang, G.Y., Yang, H.J., Luo, W.J., 2010. Effect of dietary carbohydrate-to-lipid ratios on growth performance, body composition, nutrient utilization and hepatic enzymes activities of herbivorous grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). *Aquaculture Nutrition* 16(3), 327-333. DOI: 10.1111/j.1365-2095.2009.00668.x
- Ghanizade, M., Shapoori, M., Babazadeh, M., 2018. Effects of nano encapsulation of Rosmarinus officinalis on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillet shelf life in 4°C. *Quarterly Journal of Experimental Animal Biology* 6(4), 57-65. (In Persian)
- Gogus, U., Smith, C., 2010. n-3 Omega fatty acids: a review of current knowledge. *International Journal of Food Science & Technology*, 45(3), 417-436. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2009.02151.x
- Goulas, A.E., Kontominas, M.G., 2005. Effect of salting and smoking-method on the keeping quality of chub mackerel (*Scomber japonicus*): biochemical and sensory attributes. *Food Chemistry* 93(3), 511-520. DOI: 10.1016/j.foodchem.2004.09.040
- Halliwell, B., & Chirico, S. 1993. Lipid peroxidation: its mechanism, measurement, and significance. *The American Journal of Clinical Nutrition* 57(5), 715S-725S. DOI: 10.1093/ajcn/57.5.715S

- Hozbor, M., Saiz, A., Yeannes, M., Fritz, R., 2006. Microbiological changes and its correlation with quality indices during aerobic iced storage of sea salmon (*Pseudoperca semifasciata*). *LWT-Food Science and Technology* 39(2), 99-104. DOI: 10.1016/j.lwt.2004.12.008
- Huss, H. H., Boerresen, T., Dalgaard, P., Gram, L., Jensen, B., 1998. Quality and quality changes in fresh fish. FAO, Documento Tecnico de Pesca (FAO) .
- Jafari, A., Jafarpour, A., Safari, R., 2017. Influence of chitosan nanocomposite and rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) extract coating on quality of *Huso huso* fillet inoculated with *Listeria monocytogenes* during refrigerated storage. *Journal of Aquatic Food Product Technology* 26(6), 675-685. DOI: 10.1080/10498850.2016.1266427
- Karpińska, M., Borowski, J., Danowska-Oziewicz, M., 2001. The use of natural antioxidants in ready-to-serve food. *Food Chemistry* 72(1), 5-9. DOI: 10.1016/S0308-8146(00)00171
- Khalafalla, F. A., Ali, F. H., & Hassan, A.-R. H. 2015. Quality improvement and shelf-life extension of refrigerated Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fillets using natural herbs. *Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences* 4(1), 33-40. DOI: 10.1016/j.bjbas.2015.02.005
- Kořakowska, A., Zienkiewicz, L., Domiszewski, Z., Bienkiewicz, G., 2006. Lipid changes and sensory quality of whole-and gutted rainbow trout during storage in ice. *Acta Ichthyologica et Piscatoria* 36(1), 39-47. DOI: 10.3750/AIP2006.36.1.06
- Kykkidou, S., Giatrakou, V., Papavergou, A., Kontominas, M., & Savvaidis, I. 2009. Effect of thyme essential oil and packaging treatments on fresh Mediterranean swordfish fillets during storage at 4 C. *Food chemistry*, 115(1), 169-175. DOI: 10.1016/j.foodchem.2008.11.083
- Leung, A.Y., Foster, S., 1996. *Encyclopedia of common natural ingredients used in food, drugs, and cosmetics*: John Wiley & Sons, Inc.
- Li, T., Hu, W., Li, J., Zhang, X., Zhu, J., Li, X., 2012. Coating effects of tea polyphenol and rosemary extract combined with chitosan on the storage quality of large yellow croaker (*Pseudosciaena crocea*). *Food Control* 25(1), 101-106. DOI: 10.1016/j.foodcont.2011.10.029
- Lin, C.-C., Lin, C.-S., 2005. Enhancement of the storage quality of frozen bonito fillets by glazing with tea extracts. *Food Control* 16(2), 169-175. DOI: 10.1016/j.foodcont.2004.01.007
- Massa, A. E., Palacios, D. L., Paredi, M. E., & Crupkin, M. 2005. Postmortem changes in quality indices of ice-stored flounder (*Paralichthys patagonicus*). *Journal of Food Biochemistry* 29(5), 570-590. DOI: 10.1111/j.1745-4514.2005.00050.x
- Mehdizadeh, T., Tajik, H., Jafarie, S., Kaboudari, A., 2019. Effect of *Salvia officinalis* L. extract on chemical, microbial, sensory and shelf life of rainbow trout fillet. *Food Science and Biotechnology* 28(5), 1499-1506. DOI: 10.1007/s10068-019-00575-y
- Meshkibaf, M.H., Abdollahi, A., Ramandi, M.F., Sadati, S.A., Moravvej, A., Hatami, S., 2010. Antibacterial effects of hydro-alcoholic extracts of *Ziziphora tenuior*, *Teucrium polium*, *Barberis corcorde* and *Stachys inflata*. *Koomesh* 11(4), 240-245 .
- Millamena, O.M., 2002. Replacement of fish meal by animal by-product meals in a practical diet for grow-out culture of grouper *Epinephelus coioides*. *Aquaculture*, 204(1-2), 75-84. DOI: 10.1016/S0044-8486(01)00629-9
- MOL, S., ERKAN, N., & VARLIK, C. 2002. The application of hypoxanthine activity as a quality indicator of cold stored fish burgers. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences* 26(2), 363-367 .
- Moslemi, M., Salehani, R., Mehdiabadi, S., 2019. Study of the Effect of Nisin and Rosemary Extract on Sensory and Microbial Spoilage Indicators of Rainbow Trout (*Onchorynchus mykiss*) in Cold Storage Conditions. *Journal of Animal Biology* 11(4), 75-86. (In Persian)

- Offord, E., Guillot, F., Aeschbach, R., Löliger, J., Pfeifer, A., 1997. Antioxidant and Biological Properties of Rosemary Components: Implications. *Natural Antioxidants: Chemistry, Health Effects, and Applications* 88 .
- Özyurt, G., Polat, A., Tokur, B., 2007. Chemical and sensory changes in frozen (- 18 C) wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*) captured at different fishing seasons. *International Journal of Food Science & Technology* 42(7), 887-893. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2006.01302.x
- Pérez-Mateos, M., Lanier, T.C., Boyd, L.C., 2006. Effects of rosemary and green tea extracts on frozen surimi gels fortified with omega-3 fatty acids. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 86(4), 558-567. DOI: 10.1002/jsfa.2388
- Pons-Sánchez-Cascado, S., Vidal-Carou, M., Nunes, M., Veciana-Nogues, M., 2006. Sensory analysis to assess the freshness of Mediterranean anchovies (*Engraulis encrasicolus*) stored in ice. *Food Control*, 17(7), 564-569. DOI: 10.1016/j.foodcont.2005.02.016
- Quitral, V., Donoso, M.L., Ortiz, J., Herrera, M.V., Araya, H., Aubourg, S.P., 2009. Chemical changes during the chilled storage of Chilean jack mackerel (*Trachurus murphyi*): Effect of a plant-extract icing system. *LWT-Food Science and Technology* 42(8), 1450-1454. DOI: 10.1016/j.lwt.2009.03.005
- Raza, H., John, A., 2005. Green tea polyphenol epigallocatechin-3-gallate differentially modulates oxidative stress in PC12 cell compartments. *Toxicology and Applied Pharmacology* 207(3), 212-220. DOI: 10.1016/j.taap.2005.01.004
- Reineccius, G., 1991. Off-flavors in foods. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition* 29(6), 381-402. DOI: 10.1080/10408399109527534
- Ribeiro-Santos, R., Carvalho-Costa, D., Cavaleiro, C., Costa, H.S., Albuquerque, T.G., Castilho, M. C., Sanches-Silva, A., 2015. A novel insight on an ancient aromatic plant: The rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.). *Trends in Food Science & Technology* 45(2), 355-368. DOI: 10.1016/j.tifs.2015.07.015
- Richheimer, S. L., Bernart, M.W., King, G.A., Kent, M.C., Beiley, D.T., 1996. Antioxidant activity of lipid-soluble phenolic diterpenes from rosemary. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 73(4), 507-514. DOI: 10.1007/BF02523927
- Rižnar, K., Čelan, Š., Knez, Ž., Škerget, M., Bauman, D., Glaser, R., 2006. Antioxidant and antimicrobial activity of rosemary extract in chicken frankfurters. *Journal of Food Science* 71(7), C425-C429. DOI: /10.1111/j.1750-3841.2006.00130.x
- Rozman, T., Jersek, B., 2009. Antimicrobial activity of rosemary extracts (*Rosmarinus officinalis* L.) against different species of Listeria. *Acta agriculturae Slovenica* 93(1), 51.
- Sallam, K. I., Ishioroshi, M., & Samejima, K. 2004. Antioxidant and antimicrobial effects of garlic in chicken sausage. *LWT-Food Science and Technology* 37(8), 849-855. DOI: 10.1016/j.lwt.2004.040001
- Sarkardei, S., Howell, N.K., 2008. Effect of natural antioxidants on stored freeze-dried food product formulated using horse mackerel (*Trachurus trachurus*). *International Journal of Food Science & Technology* 43(2), 309-315. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2006.01435.x
- Sengul, M., Yildiz, H., Gungor, N., Cetin, B., Eser, Z., Ercisli, S., 2009. Total phenolic content, antioxidant and antimicrobial activities of some medicinal plants. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences* 22(1), 102-106 .
- Serdaroğlu, M., & Felekoğlu, E. 2005. Effects of using rosemary extract and onion juice on oxidative stability of sardine (*Sardina pilchardus*) mince. *Journal of Food Quality* 28(2), 109-120. DOI: 10.1111/j.1745-4557.2005.00016.x
- Shahedi, F., Pegg, R.B., Saleemi, Z.O., 1995. Stabilization of meat lipids with ground spices. *Journal of Food Lipids* 2(3), 145-153. DOI: 10.1111/j.1745-4522.1995.tb00038.x

- Standardization, E. O. f. 2005. Standard specifications for chilled and frozen fish fillets (3494) and (2–889). Egypt .
- Tironi, V., Tomás, M., Añón, M., 2009. Lipid and protein changes in chilled sea salmon (*Pseudoperca semifasciata*): effect of previous rosemary extract (*Rosmarinus officinalis* L.) application. *International journal of food science & Technology* 44(6), 1254-1262. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2009.01955.x
- Wedgwood, H., & Atkinson, J. C. 1872. *A dictionary of English etymology*: Trübner & Company.
- Yeh, S.-L., Kuo, C.-M., Ting, Y.-Y., Chang, C.-F., 2003 .Androgens stimulate sex change in protogynous grouper, *Epinephelus coioides*: spawning performance in sex-changed males. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology* 135(3), 375-382. DOI: 10.1016/S1532-0456(03)00136-4
- Yingyuad, S., Ruamsin, S., Reekprkhon, D., Douglas, S., Pongamphai, S., Siripatrawan, U. 2006. Effect of chitosan coating and vacuum packaging on the quality of refrigerated grilled pork. *Packaging technology and science: An international Journal* 19(3), 149-157 .DOI: 10.1002/pts.717

