اثر آنتی‌اکسیدانی عصاره موسیر (*Allium ascalonicum*)، عصاره زرد چوبه (*Curcuma Longa*) و ترکیب آنها بر تغییرات چربی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) بسته‌بندی شده در خلاء

مسعود رضایی[۱]، سمانه پزشک[۲]، هدایت حسینی[۳*]، سهیل اسکندری[۴]

۱ . دانشیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس
۲ . دانش آموخته کارشناسی ارشد فرآوری محصولات شیلاتی، دانشگاه تربیت مدرس
۳. دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
٤. استادیار مرکز تحقیقات آزمایشگاهی غذا و دارو، وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی
(تاریخ دریافت: ۸۹/٦/۵ تاریخ پذیرش: ۸۹/۷/۲۲)

چکیده

عصاره‌های گیاهی، یک منبع آنتی‌اکسیدانی طبیعی می‌باشند. نیاز به آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی در صنایع غذایی و دارویی باعث تحقیقات علمی گسترده‌ای در دهه‌های اخیر شده است. هدف از این پژوهش، بررسی تاثیر آنتی‌اکسیدانی عصاره‌های موسیر و زردچوبه و اثر ترکیبی آنها در به تاخیر انداختن فساد ماهی قزل آلای رنگین کمان بسته بندی شده در خلاء نگهداری شده در یخچال (٤±۱°C)، بود.

ماهی های تهیه شده به چهار بخش تقسیم شدند، یک بخش از نمونه ها به عنوان نمونه ی شاهد در خلاء بسته بندی گردید و بخش های دیگر در عصاره موسیر، عصاره زردچوبه و ترکیب آنها غوطه ور و سپس در خلاء بسته بندی گردید و در یخچال (٤°C) نگهداری شد. ارزیابی شیمیایی مشتمل بر اندازه گیری پرکساید (PV)، تیوباربیتوریک اسید (TBA)، اسیدهای چرب آزاد (FFA) و پروفیل اسید چرب در یک دوره ۲۰ روزه انجام پذیرفت.

بر اساس نتایج حاصل، عصاره های موسیر و زردچوبه و ترکیب آنها به طور معنی داری ($p<۰/۰۵$) اکسیداسیون لیپید را در ماهیان تیمار شده به تعویق انداخت.

نتایج حاصل نشان دهنده تاثیر آنتی اکسیدانی عصاره موسیر و عصاره زردچوبه و ترکیب آن¬ها بر قزل¬آلای رنگین کمان و افزایش عمر ماندگاری نمونه های تیمار شده با عصاره ها بود.

کلید واژگان: قزل‌آلای‌رنگین‌کمان، عصاره موسیر، عصاره زردچوبه، بسته‌بندی در خلاء

*مسئول مکاتبات: hedayat@sbmu.ac.ir

۱- مقدمه

بافت ماهی در مقایسه با بافت پستانداران و پرندگان به دلیل داشتن مقدار قابل توجهی اسیدهای چرب با چند پیوند دوگانه (PUFA)، و اکسیداسیون آنها بعد از مرگ، سریعتر دچار فساد می-گردند [۱]. اکسیداسیون سریع این نوع اسیدهای چرب و اسیدهای چرب امگا ۳ (به طور عمده شامل DHA و EPA)[۲]. و همچنین واکنش‌های هیدرولیتیک سبب کاهش عمرماندگاری در ماهیان می‌گردد [۳]. نخستین مرحله واکنش‌های هیدرولیتیک، شکسته شدن تری گلیسرید و تبدیل آن به اسیدهای چرب و گلیسرول است که این واکنش در اثر لیپازهای میکروبی یا لیپازهایی با منشا داخلی ایجاد می‌گردد. لیپوکسیذارهای موجود در بعضی از میکروارگانیسم‌ها واکنش بین اسیدچرب و اکسیژن را فعال می سازد که طعم خاص تندی چربی‌ها به دلیل وجود آلدهیدها و کتون‌ها ی ناشی از این واکنش‌ها می‌باشد[٤]. علاوه بر این فساد در محصولات دریایی تحت تاثیر فاکتورهای داخلی و خارجی مثل غلظت ترکیبات حساس به اکسیداسیون، ترکیبات آهن‌دار درونی، میوگلوبین، آنزیم‌ها، pH، درجه حرارت، قدرت یونی و وجود اکسیژن می‌باشد [٥]. جهت جلوگیری و یا به تعویق انداختن فساد ماهی و فرآورده‌های آن راهکارهای متعددی ارائه شده است که از جمله‌ی آن می‌توان به کنترل درجه حرارت و کاهش آن، بسته‌بندی تحت خلاء و همچنین افزودن آنتی‌اکسیدان اشاره نمود[٦]. تاثیر کاهش درجه حرارت در به تعویق انداختن فساد سپر ماهی (*Scophthalmus maximus*) [۷]، استفاده از پلی فنل چای به عنوان آنتی اکسیدان در ماهی ماکرل[۸] بسته بندی تحت خلا ماهی ساری (*Cololabis saira*) [۹] مورد مطالعه قرار گرفت و تاثیر آنها در به تعویق انداختن تغییرات شیمیایی و اکسیداسیونی و در نتیجه افزایش عمر ماندگاری ماهی اثبات گردید. به دلیل اثرات نامطلوب آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی امروزه استفاده از آنتی‌اکسیدان-های طبیعی به عنوان جایگزین آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی، بسیار توصیه می‌شود [۱۰]. از منابع عمده آنتی‌اکسیدانی طبیعی، می توان به عصاره‌های گیاهی اشاره نمود. گیاهان موسیر و زردچوبه از جمله گونه های گیاهی هستند که به عنوان مواد افزودنی خوراکی بسیار مورد مصرف روزانه قرار می‌گیرد. مطالعاتی که در رابطه با خواص آنتی اکسیدانی عصاره‌های این گیاهان انحام گردیده است نشان داده است که اثر آنتی‌اکسیدانی موسیر ناشی از ترکیبات ارگانوسولفوری همچون دیالی‌دی‌سولفید (DADS) و دیالی‌سولفید (DAS) می‌باشد[۱۱و ۱۲]. عصاره زردچوبه به دلیل داشتن رنگدانه زرد رنگ کورکومین خواص فوق را دارا است [۱۳]. با این وجود تا کنون مطالعات اندکی بر روی نقش این مواد در ماندگاری و حفظ کیفیت مواد غذایی دریایی صورت گرفته است. بنابراین این تحقیق سعی دارد برای اولین بار به بررسی تاثیر عصاره زرد چوبه و موسیر بر روی مدت زمان عمر ماندگاری و حفظ کیفیت گوشت ماهی قزل‌آلای‌رنگین‌کمان در شرایط بسته‌بندی تحت خلاء که در دمای یخچال(٤ ℃) نگهداری می شود، بپردازد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- تهیه ماهی و تیمار کردن نمونه‌ها: ماهی قزل-آلای‌رنگین‌کمان با میانگین وزنی ۳۵۰ گرم به تعداد ۵۱ عدد از یکی از استخرهای پرورشی شهرستان نور خریداری گردید و به آزمایشگاه دانشکده منابع طبیعی تربیت مدرس نور منتقل شد. سپس نمونه‌های ماهی با آب شستشو داده شد وتخلیه شکمی انجام پذیرفت. سه عدد از ماهی به عنوان نمونه‌های زمان صفرآزمایش انتخاب گردید و ماهی‌های باقی مانده به ٤ بخش تقسیم شدند، یک بخش از نمونه‌ها به عنوان نمونه شاهد در خلاء (دستگاه BOSS N84) بسته بندی شد. بسته‌ها از جنس پلی‌اتیلن با دانسیته کم دارای ضخامت μm ۷۵ بودند. سه بخش دیگر نمونه‌ها به مدت ۳۰ دقیقه در عصاره موسیر (۱/۵٪؛ حجمی-حجمی)، عصاره زردچوبه (۱/۵%؛ حجمی-حجمی) و تلفیقی از این دو عصاره گیاهی (۱/۵- ۱/۵٪؛ حجمی-حجمی) که از شرکت ماگنولیا (ساوه-ایران) تهیه شده بود، غوطه‌ور گردید و پس از بسته بندی در خلاء برچسب زده شد و در دمای٤ درجه سانتیگراد به مدت ۲۰ روز نگهداری شد. در زمان‌های ۲۰، ۱۵، ۱۰، ۵ دوره نگهداری سه ماهی از هر بخش به منظور بررسی فاکتورهای اکسیداسیونی و تغییرات پروفیل اسید چرب به طور تصادفی انتخاب گردید.

۲-۲- آنالیز تقریبی نمونه ها: اندازه‌گیری پروتئین و چربی نمونه‌ها به ترتیب با روش کلدال (۱٤) و Bligh و Dyer [۱۵]. انجام پذیرفت. میزان رطوبت و خاکستر به ترتیب با قرار دادن نمونه‌ها در آون و کوره در دمای ۱۰۵ °C و ۵۵۰ °C تا زمان ثابت شدن وزن انجام شد [۱٤].

۲-۳- اندازه‌گیری پراکساید: میزان پراکساید گوشت ماهی به روش Egan و همکاران (۱۹۹۷) تعیین گردید. روغن استخراج شده ماهی بدقت در یک ارلن مایر وزن گردید وحدود ۲۵ میلی‌لیتر از محلول اسیداستیک کلروفرم (نسبت کلروفرم به اسید استیک ۳:۲) به محتویات ارلن اضافه شد. سپس ۰/۵ میلی‌لیتر از محلول یدور پتاسیم اشباع، ۳۰ میلی لیتر از آب مقطر و ۰/۵ میلی-لیتر محلول نشاسته ۱درصد به مجموعه افزوده شد، مقدار ید آزاد شده با محلول تیوسولفات سدیم ۱٪ نرمال تیتر گردید[۱٦].

۲-٤- اندازه‌گیری تیوباربیتوریک اسید: میزان TBA با دستگاه اسپکتروفتومتر و به روش Antonios و همکاران (۲۰۰۵) تعیین گردید. ۲۰۰ میلی‌گرم از نمونه چرخ شده ماهی به یک بالن ۲۵ میلی‌لیتری انتقال داده شد و با ۱-بوتانول به حجم رسانده شد و ۵ میلی‌لیتر از این مخلوط را در لوله‌ی درب‌دار ریخته شد و ۵ میلی‌لیتر به آن معرف تیوباربیتویک اسید اضافه گردید. لوله‌ها در حمام آب ۹۵ °C به مدت ۲ ساعت قرار گرفتند. سپس در دمای محیط سرد شدند و مقدار جذب آن در ۵۳۰ نانومتر به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر در مقابل آب مقطر خوانده شد [۱٦].

۲-۵- اندازه‌گیری اسیدهای چرب آزاد: ۲۵ سی سی الکل اتیلیک خنثی شده به وسیله سود نرمال به نمونه روغن استخراج شده اضافه گردید. سپس در مراحل بعدی با کمک چند قطره معرف فنل فتالئین و میزان مصرفی سود نرمال مقدار اسیدیته برحسب درصد اسید اولئیک مشخص گردید [۱٦].

۲-٦- سنجش پروفیل اسید چرب: تعیین پروفیل اسید چرب در دو مرحله شامل استخراج چربی و استری کردن چربی انجام شد. جهت استخراج چربی از روش Folch و همکاران، (۱۹۵۷) [۱۷]. و برای استری کردن چربی از روش Metcalfe و همکاران، (۱۹٦۱) [۱۸]، استفاده گردید. برای بررسی و شناسایی اسیدهای چرب از دستگاه گاز کروماتوگراف (Varian, model: CP3800 Walnut Creek, Netherlands) (GC) مجهز به ستون کاپیلاری از نوع (BPX 70 SGE; 60m ×0.25 mm i.d., film thickness 0.25µm) و آشکارساز نوع FID استفاده شد. دمای آشکارساز و محل تزریق به ترتیب بر روی ۲٦۰ و ۲۳۰ درجه سانتیگراد تنظیم شد. ۱ میکرولیتر از نمونه استری با استفاده از سرنگ میکرولیتری به دستگاه گاز کروماتوگراف تزریق گردید. دمای اولیه ستون روی ۱۵۰ درجه سانتیگراد تنظیم شده که ٤/۵ دقیقه در این دما مانده و با سرعت ۲ درجه سانتیگراد در دقیقه به ۱۹۰ درجه سانتیگراد رسیده و ۹ دقیقه در این دما مانده و با سرعت ۲۰ درجه سانتیگراد در دقیقه به ۲٤۵ درجه سانتیگراد می-رسد. در این روش از گاز ازت با خلوص (۹۹/۹۹۹۹٪) به عنوان گاز حامل و هوای خشک استفاده شد. زمان اجرا عملیات دستگاه برای هر نمونه ٤۵ دقیقه بود. ترکیب پروفیل اسید چرب نمونه‌ها با مقایسه با پیک استاندارد و جهت محاسبه سطح زیر پیک از نرم افزار Chromatography Varian Star Software (version 6.41) استفاده شد و نتایج به صورت درصد گزارش گردید.

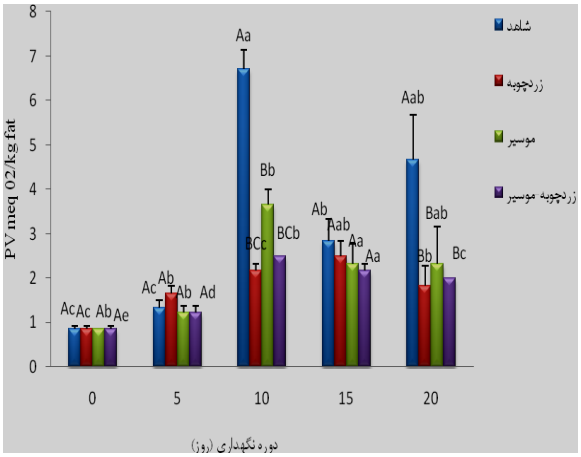
۲-۷- آنالیز آماری: تجزیه و تحلیل داده‌ها، با توجه به نرمال بودن داده‌ها و همگنی واریانس، با استفاده از روش آنالیز واریانس یک طرفه (One – Way ANOVA) انجام شد. برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد استفاده شد. تمام داده‌ها به صورت میانگین ± انحراف معیار گزارش شد و ارزیابی‌ها در ۳ تکرار صورت پذیرفت. از نرم افزار (version17) Spss برای آنالیز داده‌ها و Excel برای رسم نمودارها استفاده گردید.

۳- یافته‌ها

۳-۱- آنالیز تقریبی: نتایج آنالیز تقریبی ماهی مورد مطالعه برای رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر به ترتیب ۱/۲۱±۷۲/۹۸، ۱/۵۹±۱۸/٦٦، ۰/٤۲±۱/۲۸ و ۰/۱۵±۰/۷٤ مشاهده شد.

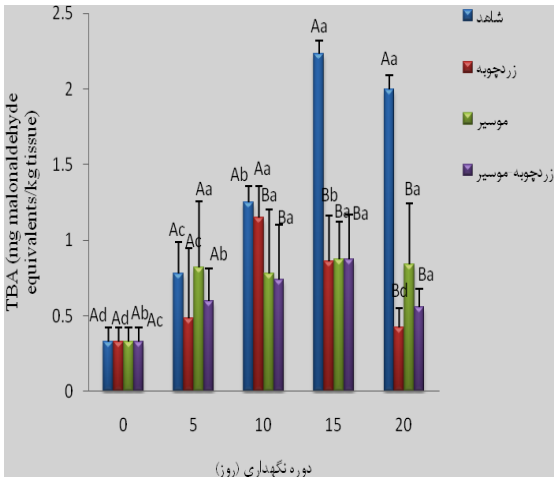
۳-۲- پراکساید: مقایسه میزان پراکساید (PV) نمونه شاهد با نمونه تیمار شده با عصاره موسیر و عصاره زردچوبه و عصاره تلفیقی در دوره‌های مختلف نگهداری حاکی از آن است که میزان پراکساید درنمونه شاهد در زمان‌های ۱۰ و ۲۰ اختلاف معنی‌داری

(p<۰/۰۵) را در مقایسه با نمونه تیمار شده با عصاره‌ها دارد، در حالی که در سایر زمان‌ها با یکدیگر اختلاف آماری نشان ندادند. در مقایسه عصاره موسیر، عصاره زردچوبه و عصاره تلفیقی با یکدیگر، نتایج اختلاف معنی‌داری را در زمان‌های مختلف نشان نداد (شکل ۱).



شکل ۱ میزان تغییرات پراکساید در طی دوره نگهداری (روز). حروف کوچک مقایسه تیمار در زمان، حروف بزرگ مقایسه تیمار به تیمار، نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح (p<۰/۰۵)

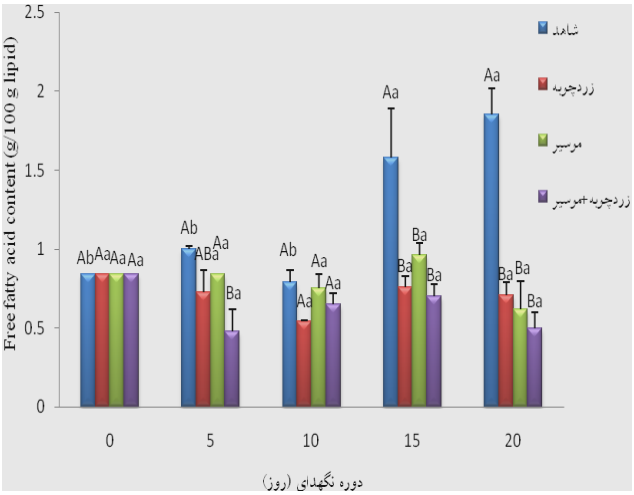
۳-۳- تیوباربیتوریک اسید: نتایج در مورد میزان تیوباربیتوریک اسید (TBA) نشان داد، برای نمونه شاهد بیشترین میزان TBA در زمان‌های ۱۵ و ۲۰ و کمترین آن در زمان صفر است، همچنین برای تیمار موسیر کمترین مقدار TBA در زمان صفر می‌باشد و سایر زمان‌ها از این نظر اختلاف معنی‌داری را با یکدیگر نشان ندادند. در مقایسه تیمار زردچوبه در زمان‌های مختلف نتایج بیشترین مقدار را در زمان ۱۰ و کمترین مقدار را در زمان‌های صفر و ۲۰ نشان داد و در مورد مقایسه عصاره تلفیقی در زمان، بیشترین مقدار از زمان ۱۰ تا آخر دوره نگهداری و کمترین مقدار در زمان صفر مشاهده گردید. مقایسه نمونه شاهد و نمونه تیمار شده با عصاره موسیر و عصره تلفیقی نشان داد که در زمان صفر و ۱۰ میزان TBA با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند، اما در زمان ۵، ۱۵ و ۲۰ تیمار شاهد دارای میزان TBA بیشتری در مقایسه با نمونه تیمار شده با عصاره موسیر و عصاره تلفیقی بوده است و اختلافشان معنی دار (p<۰/۰۵) می‌باشد. همچنین مقایسه نمونه شاهد با نمونه تیمار شده با عصاره زردچوبه نشان داد، در زمان صفر، ۵ و ۱۰ میزان TBA با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارد، اما در زمان ۱۵ و ۲۰ تیمار شاهد دارای میزان TBA بیشتری در مقایسه با نمونه تیمار شده با عصاره زردچوبه بوده است و اختلافشان معنی‌دار (p<۰/۰۵) می‌باشد (شکل ۲).



شکل ۲ میزان تغییرات اسید تیوباربیتوریک در طی دوره نگهداری (روز). حروف کوچک مقایسه تیمار در زمان، حروف بزرگ مقایسه تیمار به تیمار، نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح (p<۰/۰۵)

۳-٤- اسیدهای چرب آزاد: مطابق نتایج به دست آمده در مقایسه نمونه شاهد در طول زمان بیشترین مقدار اسیدهای چرب آزاد (FFA) در زمان ۱۵ و ۲۰ و کمترین مقدار در سایر زمان‌های دوره نگهداری مشاهده گردید. در حالی که در مورد سایر تیمارها در زمان‌های مختلف دوره نگهداری اختلاف معنی‌داری در این فاکتور مشاهده نشد. در مقایسه بین تیمارهای مختلف با نمونه شاهد، در زمان ۱۵ و ۲۰ دوره نگهداری بین تیمارهای مختلف و نمونه شاهد به طور یکسان اختلاف معنی‌داری (p<۰/۰۵) وجود دارد و در زمان صفر و ۱۰ اختلاف معنی‌داری بین تیمارها و نمونه شاهد مشاهده نگردید در حالی که در زمان ۵ کمترین مقدار این فاکتور مربوط به عصاره تلفیقی بود که در مقایسه با عصاره زردچوبه، عصاره موسیر و نمونه شاهد معنی‌دار (p<۰/۰۵) بود اما

بین سایر تیمارها و نمونه شاهد در این زمان اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید(شکل ۳).



شکل ۳ میزان تغییرات اسیدهای چرب آزاد در طی دوره نگهداری (روز). حروف کوچک مقایسه تیمار در زمان، حروف بزرگ مقایسه تیمار به تیمار، نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح (p<۰/۰۵)

۳-۵- پروفیل اسید چرب: نتایج تحقیق حاضر نشان داد که در مقدار SFA و MUFA از ابتدای دوره نگهداری تا انتهای دوره نگهداری در تیمارهای مختلف و نمونه شاهد تغییر معنی‌داری مشاهده نشد. نتایج نشان داد که روند PUFA در نمونه شاهد و تیمار عصاره تلفیقی کاهشی است و مقایسه PUFA نمونه شاهد درطول دوره نگهداری با تیمار عصاره تلفیقی نشان دهنده اختلاف معنی‌داری (p<۰/۰۵) در زمان ۲۰ با زمان صفر و ۱۰ می باشد. مقایسه این فاکتور در تیمار عصاره زردچوبه در طول دوره نگهداری اختلاف معنی‌داری را نشان نداد در حالی که در تیمار عصاره موسیر روند PUFA افزایشی می‌باشد. مقایسه PUFA نمونه شاهد با تیمار عصاره موسیر و زردچوبه تنها در زمان ۲۰ اختلاف معنی‌داری (p<۰/۰۵) نشان داد اما در مقایسه با عصاره تلفیقی اختلاف معنی-داری مشاهده نگردید. مقایسه بین تیمارها به طور معنی‌داری (p<۰/۰۵) بیشترین میزان PUFA را برای عصاره موسیردر مقایسه با عصاره زردچوبه و عصاره تلفیقی در زمان ۲۰ نشان داد. همچنین این فاکتور بین تیمارهای عصاره زردچوبه و عصاره تلفیقی نیز در این زمان دارای معنی‌دار (p<۰/۰۵) می‌باشد (جدول ۱).

٤- بحث

آنالیز تقریبی قزل آلا در مطالعات مختلفی گزارش شده است. به طوریکه هر یک از این محققین مقادیر متفاوتی را به ویژه در میزان چربی این ماهی گزارش نمودند [۱۹-۲۱]. چنین اختلافاتی در ترکیبات شیمیایی گوشت ماهی می‌تواند به میزان زیادی با تغذیه، فصل صید (دوره زمانی تخم ریزی)، تفاوت جنسی، اندازه ماهی، محیط پرورش و شرایط محیطی مرتبط باشد [۳].

قزل‌آلای‌رنگین کمان به دلیل غنی بودن از اسیدهای چرب تک غیراشباع[1](۵۰٪) و اسیدهای چرب چند غیر اشباع[2](۲۶٪) نسبت به اکسیداسیون چربی حساسیت بالایی داشته به همین دلیل مدت زمان عمر ماندگاری آن کوتاه می‌باشد [۲۲]. در مرحله اول اکسیداسیون، به واسطه اتصال اکسیژن به باند دوگانه اسیدهای چرب غیراشباع پراکسایدها شکل می‌گیرند [۲۳]. شکل (۱) مقادیر پراکساید را برای تیمارهای مختلف در طی زمان نشان می‌دهد. مقدار پراکساید در زمان صفر ۰/۸٦ meq O2/kg گزارش شد. مقادیر پراکساید نمونه های کنترل و عصاره موسیر و عصاره زردچوبه و عصاره تلفیقی به شکل معنی داری (p<۰/۰۵) در زمان نگهداری افزایش یافت. بیشترین میزان پراکساید در زمان ۱۰ نگهداری در نمونه کنترل meq O2/kg ٦/۷ مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری (p<۰/۰۵) در مقایسه با نمونه‌های عصاره موسیر، عصاره زردچوبه و عصاره تلفیقی به ترتیب با مقادیر meq O2/kg ۳/۳٦ meq O2/kg، ۲/۱٦ و meq O2/kg ۲/۵ نشان داد که می‌تواند به دلیل خاصیت آنتی اکسیدانی عصاره‌های فوق باشد [۲٤و ۲۵]. بعد از این مدت یک کاهش ناگهانی در نمونه‌ها دیده شد که ممکن است به دلیل واکنش های ثانویه اکسیداسیون و تولیدآلدهیدها، کربونیل ها و ترکیبات فرارحاصل از آن باشد[۲٦].

1. monounsaturated
2. polyunsaturated

جدول ۱. ترکیب اسیدهای چرب

اسید چرب	زمان صفر	زمان ۱۰ کنترل	زمان ۱۰ موسیر	زمان ۱۰ زردچوبه	زمان ۱۰ موسیر–زردچوبه	زمان ۲۰ کنترل	زمان ۲۰ موسیر	زمان ۲۰ زردچوبه	زمان ۲۰ موسیر–زردچوبه
۱۴:۰	۱/۲۵±۰/۱۸^{ab}	۱/۲۲±۰/۰۳^{ab}	۱/۳۹±۰/۰۴^{ab}	۱/۴۸±۰/۰۹^{a}	۱/۴۲±۰/۳۵^{ab}	۱/۱۶±۰/۱۰^{b}	۱/۱۶±۰/۰۸^{b}	۱/۲۹±۰/۰۱^{ab}	۱/۱۷±۰/۰۳^{ab}
۱۵:۰	۰/۳۲±۰/۰۲^{b}	۰/۳۳±۰/۰۱^{b}	۰/۳۴±۰/۰۱^{ab}	۰/۳۳±۰/۰۱^{ab}	۰/۴۳±۰/۱۳^{a}	۰/۳۳±۰/۰۲^{b}	۰/۳۳±۰/۰۱^{b}	۰/۳۴±۰/۰۰^{ab}	۰/۳۰±۰/۰۰b
۱۶:۰	۱۶۰۹±۰/۵۶^{b}	۱۵/۹۹±۰/۹۴^{b}	۱۵/۹۹±۰/۹۴^{a}	۱۸/۲۷±۰/۴۷^{a}	۱۵/۳۳±۰/۵۹^{b}	۱۶/۱۴±۵۸^{b}	۱۶/۳۹±۰/۴۹^{b}	۱۶/۳۹±۰/۰۱^{b}	۱۶/۴۱±۰/۵۹^{b}
۱۷:۰	۰/۴۰±۰/۰۱^{c}	۰/۴۰±۰/۰۱^{a}	۰/۴۳±۰/۰۱^{ab}	۰/۴۴±۰/۰۱^{a}	۰/۴۱±۰/۰۰^{c}	۰/۴۴±۰/۰۰^{ab}	۰/۴۲±۰/۰۲^{bc}	۰/۴۴±۰/۰۰^{a}	۰/۴۱±۰/۰۰^{c}
۱۸:۰	۴۳۳±۰/۲۴^{c}	۴۳۴±۰/۲۴^{ab}	۴۹۴±۰/۳۳^{ab}	۵/۱۴±۰/۰۹^{a}	۴۷۷±۰/۲۹^{ab}	۴۸۹±۰/۰۴^{ab}	۴۸۰±۰/۱۱^{ab}	۴۶۲±۰/۰۲^{bc}	۴۹۱±۰/۱۳^{ab}
۲۰:۰	۰/۵۸±۰/۰۰^{a}	۰/۵۸±۰/۰۰^{bc}	۰/۴۷±۰/۰۰^{bc}	۰/۴۷±۰/۰۲^{bc}	۰/۴۸±۰/۰۲^{bc}	۰/۴۷±۰/۰۵^{c}	۰/۴۸±۰/۰۵^{bc}	۰/۵۲±۰/۰۲^{b}	۰/۴۳±۰/۰۱^{c}
۲۱:۰	۰/۹۶±۰/۰۹^{b}	۱/۰۶±۰/۰۹^{ab}	۱/۰۷±۰/۰۲^{a}	۱/۰۳±۰/۰۱^{ab}	۱/۰۸±۰/۰۶^{a}	۱/۰۸±۰/۰۳^{a}	۱/۰۵±۰/۰۲^{ab}	۱/۰۴±۰/۰۴^{ab}	۱/۱۲±۰/۰۴^{a}
۱۶:۱	۳۳۰±۰/۱۸^{abc}	۳/۱۸±۰/۰۵^{abc}	۳/۴۴±۰/۲۰^{ab}	۳/۵۸±۰/۱۸^{a}	۳/۱۶±۰/۲۳^{bc}	۲/۹۷±۰/۳۴^{c}	۲/۹۷±۰/۳۳^{c}	۳/۴۴±۰/۰۵^{ab}	۳/۳۰±۰/۰۵^{abc}
۲۰:۱	۱/۰۸±۰/۲۳^{a}	۱/۰۶±۰/۰۱^{a}	۱/۱۷±۰/۱۷^{a}	۱/۲۰±۰/۱۴^{a}	۱/۰۶±۰/۰۱^{a}	۱/۰۶±۰/۰۰^{b}	۱/۰۶±۰/۰۰^{b}	۰/۴۰±۰/۵۲^{b}	۰/۰۹±۰/۰۰^{b}
۱۸:۱(n-۹)	۳۱/۵۶±۰/۰۶^{a}	۳۱۸۸±۰/۵۷^{a}	۲۶۶۴±۵/۳۳^{b}	۳۳۸۷±۲/۴۶^{a}	۳۱/۱۲±۰/۱۶^{a}	۳۲/۲۰±۰/۹۸^{a}	۳۲/۵۱±۱/۵۱^{a}	۳۱/۶۳±۰/۰۵^{a}	۳۴/۰۶±۰/۰۵^{a}
۱۸:۲(n-۶)	۱۷/۸۹±۱/۲۱^{c}	۱۹۹۰±۰/۳۳^{ab}	۱۹/۲۸±۰/۵۳^{b}	۲۰/۱۲±۰/۳۰^{ab}	۲۰/۱۶±۰/۳۵^{ab}	۲۰/۳۴±۰/۸۹^{ab}	۲۱/۲۴±۱/۳۰^{a}	۲۰/۸۹±۰/۱۰^{a}	۲۰/۱۰±۰/۵۲^{ab}
۱۸:۳(n-۳)	۱/۸۲±۰/۰۵^{cd}	۱/۹۲±۰/۰۴^{ab}	۱/۹۳±۰/۰۶^{a}	۱/۸۸±۰/۰۶^{abcd}	۱/۸۴±۰/۰۲^{bcd}	۱/۸۹±۰/۰۳^{abcd}	۱/۸۱±۰/۰۱^{d}	۱/۸۸±۰/۰۱^{abcd}	۱/۸۹±۰/۰۰^{abc}
۱۸:۴(n-۳)	۰/۰۴±۰/۰۰^{e}	۰/۴۰±۰/۰۵^{abc}	۰/۳۴±۰/۰۱^{d}	۰/۳۳±۰/۰۱^{cd}	۰/۴۲±۰/۰۵^{abc}	۰/۴۱±۰/۰۲^{abc}	۰/۴۴±۰/۰۳^{a}	۰/۴۴±۰/۰۰^{ab}	۰/۳۸±۰/۰۱^{bcd}
۲۰:۳(n-۶)	۰/۵۴±۰/۰۱^{d}	۰/۵۶±۰/۰۴^{d}	۰/۶۰±۰/۰۵^{cd}	۰/۶۰±۰/۰۱^{cd}	۰/۶۹±۰/۰۶^{abc}	۰/۶۱±۰/۰۶^{cd}	۰/۷۴±۰/۱۲^{a}	۰/۶۳±۰/۰۰^{bcd}	۰/۷۱±۰/۰۱^{ab}
۲۰:۴(n-۶)	۰/۶۶±۰/۰۰^{a}	۰/۶۰±۰/۰۰^{a}	۰/۷۰±۰/۰۰^{a}	۰/۶۶±۰/۰۰^{a}	۰/۶۵±۰/۰۰^{a}	۰/۱۵±۰/۰۰^{a}	۰/۸۹±۰/۰۰^{a}	۰/۶۵±۰/۰۰^{a}	۰/۷۰±۰/۰۰^{a}
۲۰:۵(n-۳)	۰/۸۳±۰/۱۵^{b}	۰/۸۳±۰/۱۱^{b}	۰/۹۳±۰/۱۵^{ab}	۰۴۱±۰/۰۰^{ab}	۰/۹۰±۰/۱۰^{ab}	۰/۹۷±۰/۲۰^{ab}	۱/۱۰±۰/۰۰^{a}	۱/۰۰±۰/۰۰^{ab}	۰/۸۰±۰/۰۰^{b}
۲۲:۶(n-۳)	۸/۱۰±۰/۰۰^{ab}	۸۳۰±۰/۲۰^{ab}	۸۹۳±۲/۰۵^{ab}	۸۰۱±۰/۰۰^{ab}	۹/۰۰±۱/۰۰^{ab}	۷۶۷±۰/۶۴^{b}	۹۳۳±۰/۸۳^{a}	۷۹۰±۰/۳۴^{ab}	۷۹۷±۰/۱۵^{ab}
ΣSFA	۳۳۳۳±۰/۵۷^{b}	۳۳۶۷±۱/۵۳^{b}	۳۶۳۳±۰/۵۷^{a}	۳۶۷۷±۰/۵۷^{a}	۳۳۳۳±۰/۵۷^{b}	۲۴۰۰±۱/۰۰^{b}	۲۴۰۰±۱/۰۰^{b}	۲۴۰۰±۰/۰۰^{b}	۲۴۳۳±۰/۵۷^{b}
ΣHUFA	۳۰۰۰±۱/۴۱^{c}	۳۲/۵۷±۰/۵۱^{b}	۳۲/۸۰±۲/۳۹^{b}	۳۳۶۰±۰/۳۰^{b}	۳۳۶۷±۱/۴۰^{ab}	۳۳۰۳±۰/۸۳^{bc}	۳۵۵۳±۲/۲۰^{a}	۳۳۵۰±۰/۳۴^{ab}	۳۲۰۰±۰/۴۳^{bc}
ΣMUFA	۳۵۹۰±۰/۱۷^{a}	۳۵۹۳±۰/۵۵^{a}	۳۱۲۰±۵/۰۰^{b}	۳۷۵۰±۲/۸۰^{a}	۳۵۳۰±۰/۳۴^{a}	۳۵۳۳±۰/۹۴^{a}	۳۵۵۷±۱/۱۵^{a}	۳۵۴۳±۰/۶۶^{a}	۳۷۴۰±۰/۰۰^{a}
ΣPUFA	۹۷۶±۰/۱۹^{bc}	۹۸۵±۰/۱۹^{bc}	۱۰۶۴±۱۹۵^{ab}	۹۷۲±۰/۰۳^{bc}	۱۰۵۹±۰/۸۷^{ab}	۸۸۱±۰/۴۵^{c}	۱۱۳۳±۰/۸۰^{a}	۹۸۳±۰/۲۲^{bc}	۸۹۳±۰/۱۴^{c}

میانگین ± انحراف معیار ۳ تکرار. .*SAFA*:اسیدهای چرب اشباع؛
HUFA اسیدهای چرب بلند زنجیره؛ *MUFA*: اسیدهای چرب غیر
اشباع تک زنجیره؛ *PUFA* : اسیدهای چرب غیر اشباع چند زنجیره

میزان پراکساید در همه نمونه‌ها کمتر از حد قابل قبول پیشنهادی (۱۰-۲۰ میلی اکی والان گرم اکسید بر کیلوگرم چربی) بود [۲۷]. افزایش پراکساید در طی دوره نگهداری در کل تیمارها معنی‌دار بود که با نتایج گزارش شده توسط Pacheco-Aguilar و همکاران (۲۰۰۰) برروی ساردین و Özoqul و همکاران (۲۰۰۶) در مارماهی اروپایی مطابقت دارد [۷و۳].

اکسیداسیون چربی از عوامل اساسی نامطلوب شدن طعم و مزه در آنها محسوب می شود [۲۸]. به منظور ارزیابی درجه اکسیداسیون لیپید در ماهیان به طور وسیعی از شاخص TBA استفاده می‌شود که میزان محصولات ثانویه اکسیداسیون بویژه آلدهیدها را نشان می-دهد. TBA اکسیداسیون چربی‌ها بر اساس محتوی مالون‌دی‌آلدهید (MDA) می باشد. مالون‌دی‌آلدهید (MDA) توسط هیدروپراکسیدهایی تشکیل می‌شود که حاصل واکنش اولیه اسیدهای چرب با اکسیژن می‌باشند [۲۹]. روند افزایشی این شاخص به دلیل افزایش آهن آزاد و دیگر پراکسیدان‌ها در ماهیچه و همچنین تولید آلدهیدها از محصولات ثانویه حاصل از شکست هیدروپراکسیدها است [۳۰]. در تحقیق حاضر میزان TBA در در طی زمان نگهداری به طور معنی داری نسبت به نمونه‌های تیمار شده افزایش یافت (شکل ۲). به طوری که در زمان پایانی دوره نگهداری این مقدار در نمونه کنترل ۲ (میلی‌گرم مالون آلدهید اکی والان بر کیلوگرم بافت ماهی) مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) را نسبت به نمونه‌های تیمار شده با عصاره‌های زردچوبه و موسیر و تلفیق آنها به ترتیب با مقادیر ۰/۴۲، ۰/۸۴ و ۰/۵۶، نشان داد. کاهش میزان تیوباربیتوریک اسید در بعضی از روزهای نگهداری ممکن است به دلیل کاهش هیدروپراکسایدها و واکنش بین مالون‌آلدهید با پروتئینها، اسیدهای آمینه و گلیکوژن باشد که باعث کاهش مقادیر مالون‌آلدهید وکاهش آن را سبب می‌شود [۳۰]. نتایج به دست آمده در تحقیق حاضر مطابق با نتایج Ojagh و همکاران، (۲۰۱۰) و Yu و همکاران، (۲۰۰۸) می‌باشد [۳۲و ۳۱].

شکل (۳) تغییرات اسیدهای چرب آزاد (FFA) را برای تیمارهای مختلف در طی زمان نشان می‌دهد. FFA از مقدار ابتدایی ۰/۸۴ (برحسب درصداسید اولئیک) به مقدار نهایی ۱/۸۵، ۰/۶۲، ۰/۷۱ و ۰/۵ به ترتیب در تیمار های کنترل ، عصاره موسیر، عصاره زردچوبه و عصاره تلفیقی تغییر کرد که تفاوت معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) نمونه‌های کنترل در مقایسه با نمونه‌های تیمار شده نشان داد. هیدرولیز چربی در پایان دوره نگهداری بیشترین گستردگی را دارد. هیدرولیز استر اسیدهای چرب گلیسرول تغییر مهمی است که بعد از مرگ ماهی رخ می‌دهد که با آزاد کردن FFA همراه است که واکنش فوق به وسیله آنزیم‌های لیپاز و فسفولیپاز کاتالیز می‌گردد. به طور کلی، لیپاز درگوشت تیره ماهی که غنی از چربی است بیشترین فعالیت را دارد. همچنین ممکن است میکروارگانیسم‌هایی همچون *Pseudomonas fragi* آنزیم لیپاز را تولید کنند که در تجزیه چربی و افزایش FFA شرکت دارند که مسئول طعم و بوی نامطلوب در ماهی هستند [۳]. اختلاف معنی‌دار نمونه‌های کنترل با نمونه‌های تیمار شده با عصاره را می‌توان به خاصیت آنتی اکسیدانی آنها مربوط دانست که فعایت آنزیم‌های کاتالیز کننده هیدرولیز چربی را محدود می‌کنند [۲۶و ۲۵].

جدول (۱) ترکیبات اسید چرب قزل‌آلای‌رنگین‌کمان را در طول دوره نگهداری در نمونه‌های مختلف نشان می‌دهد. مقادیر SFA، MUFA و PUFA در ماهیچه تازه قزل‌آلا به ترتیب ۲۲/۳۳، ۳۵/۹۰ و ۹/۷۶ می‌باشد. مقادیر SFA و MUFA در تیمارهای مختلف و نمونه شاهد تا انتهای دوره اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. روند کاهشی در PUFA در نمونه شاهد تا انتهای دوره نگهداری قابل مشاهده می‌باشدکه با سایر مطالعات انجام شده در این زمینه مطابقت دارد [۳۴و ۳۳]. DHA و EPA به ترتیب بیشترین مقادیر را در PUFA شامل می‌شوند. مقادیرDHA معمولا نسبت به EPA بسیار بیشتر می‌باشد[۳۵]. مقدار زیاد DHA با مقادیر زیاد پلی فسفولیپیدها که دارای مقدار زیادی از اسیدهای چرب غیر اشباع چندگانه می‌باشد، مرتبط است که با افزایش اکسیداسیون مقادیر آن کاهش میابد[۳۴]. روند PUFA در تیمار عصاره تلفیقی نیز کاهشی می‌باشد در حالی که در تیمار عصاره زردچوبه و تیمار عصاره موسیر نسبت به زمان صفر دوره نگهداری روند کاهشی مشاهده نگردید که می توان آن را به خواص آنتی-اکسیدانی موجود در عصاره‌های گیاهی ذکر شده مرتبط دانست. بیشترین تاثیر معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) بین نمونه‌های تیمار شده با عصاره های مختلف در بررسی پروفیل اسید چرب در عصاره

موسیر مشاهده گردید که نشان دهنده خاصیت آنتی‌اکسیدانی بالای این عصاره گیاهی می‌باشد[۲۵و۲۶].

۵- منابع

[1]Foegeding EA, Lanier TC, Hultin HO. Characteristics of edible muscle tissues. Food chemistry 1996;.880–942.

[2]Cho S, Endo Y, Fujimoto K, Kaneda T. Oxidative deterioration of lipids in salted and dried sardines during storageat 5 ℃. Nippon Suisan Gakkaishi 1989; 55:541–544.

[3]Pacheco-Aguilar R, Lugo-Sanchez ME, Robles-Burgueno MR. Postmortem biochemical characteristic of Monterey sardine muscle stored at 0 ℃. Journal of Food Science 2000; 65:40–47.

[4]Hedges N, Unilever R, Harnbrook S. Maintaining the Quality of Frozen Fish. In Safety and Quality Issues in Fish Processing. Woodhead pubishing limited, Washington, DC 2001.

[5]Underland I. Lipid oxidation in fatty fish during processing and storage. Farmed fish quality 2001; 261–275.

[6]Lin CC, Lin CS. Enhancement of the storage quality of frozen bonito fillet by glazing with tea. Food Chem 2004; 16(2): 169-175.

[7]Ozogul Y, Ozogul F, Kuley E, Ozkutuk AS, Gokbulut C, Kose S. Biochemical, sensory and microbiological attributes of wild turbot (Scophthalmus maximus), from the Black Sea, during chilled storage. Food Chemistry 2006; 99: 752-758.

[8]Banerjee S, Inhibition of mackerel (*Scomber scombrus*) muscle lipoxy genase by green tea polyphenols. Food Research International 2006; 39: 486-491.

[9]Sallam KhI, Ahmed AM, Elgazzar

[10]Sakanaka S, Tachibana Y, Okada Y. Preparation and antioxidant properties of extracts of Japanese persimmon leaf tea (*Kakinoha-cha*). Food Chem 2005; 89(4): 569-575.

[11]Tsao SM, Yin MC. In-vitro antimicrobial activity of 4 diallyl sulphides occurring naturally in garlic and Chinese leek oils. J Med Microbiol 2001; 50: 646.

[12]Yin MC, Faustman C, Riesen, JW. α-Tocopherol and ascorbate delay oxymyoglobin and phospholipid oxidation in vitro. J Food Sci 1993; 58: 1273–1286.

[13]Suresh Kumar G, Nayaka H, Dharmesh SH, Salimath PV. Free and bound phenolic antioxidants in amla (Emblica officinalis) and turmeric (Curcuma longa), Journal of Composition and Analysis 2006; 19: 446-452. MM, Eldaly EA. Chemical quality and sensory attributes of marinated Pacific saury (Cololabis sairia) during vacuum-packaged storage at 4℃. Food Chemistry 2007; 102: 1061-1070.

[14]AOAC 1984. Official Methods of Analysis. 14th edn. Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.

[15]Bligh EG, Dyer WJ. A rapid method of total lipid extraction and purification. Canadian Journal of Biochemistry Physiology1959; 37: 911–917.

[16]Egan H, Kirk RS, Sawyer R. Pearson's Chemical Analysis of Food. 9th Edition. Longman Scientific and Technical 1997; 609-634.

[17]Folch J, Lees M, Stanley GHS. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. J Biol Chem 1957; 226: 497–509.

[18]Metcalfe LD, Schmitz AA. The rapid preparation of fatty acid esters for gas chromatographic analysis. Analytical Chemistry 1961; 33: 363-364.

[19]Gonza lez-Fandos E, Villarino-Rodrı´guez A, Garcı´a-Linares MC, Garcı´a-Arias MT, Garcı´a-Ferna´ndez MC. Microbiological safety and sensory characteristics of salmon slices processed by the sous vide method. Food Control 2005; 16: 77-85.

[20]Chen YC, Nguyen J, Semmens K, Beamer S, Jaczynski. J Chemical changes in omega-3-enhanced farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets during abusive-temperature storage, Food Control 2008; 19: 599–608.

[21]Choubert G, Baccaunaud M. Colour changes of fillets of rainbow trout (*Oncorhynchus*

mykiss) fed astaxanthin or canthaxanthin during storage under controlled or modified atmosphere. LWT 2006; 39: 1203–1213.

[22]Kotakowska A, Domiszewski Z, Kozlowski D, Gajowniczek M. Effects of rainbow trout freshness on n-3 polyunsaturated fatty acids in fish offal Eur. J Lipid Sci Technol 2006; 108: 723–729.

[23]Lin CC, Lin CS. Enhancement of the storage quality of frozen bonito fillet by glazing with tea. Food Chem 2004; 16(2): 169-175.

[24]Fan W, Chi Y, Zhang S. The use of a tea polyphenol dip to extend the shelf life of silver carp (*Hypophthalmicthys molitrix*) during storage in ice. Food Chemistry 2008; 108: 148–153.

[25]Fan W, Sun J, Chen Y, Qiu J, Zhang Y, Chi Y. Effects of chitosan coating on quality and shelf life of silver carp during frozen storage. J Food Chemistry 2009; 115: 66-70.

[26]Vidya SRG, Srikar LN. Effect of preprocess

ice storage on the lipid chenges of japanese hreadfin bream (*Nemipterus japonicus*) mince during frozen. Asian Fisher Sci 1996**;** 9: 109-114.

[27]Huss HH. Quality and quality changes in freshfish. FAO Fisheries Technical 1995; 348.

[28]Guillen MD, Ruiz A. Study of the oxidative stability of salted and unsalted salmon fillets by H nuclear magnetic resonance. Food Chem 2004; 86: 297–304.

[29]Kostaki M, Giatrakou V, Savvaidis IN, Kontominas MG. Combined effect of MAP and thyme essential oil on the microbiological, chemical and sensory attributes of organically aquacultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fillets. J Food Microbiology 2009; 26: 475-482.

[30] Gomes HA, Silva EN, Nascimento MRL, Fukuma HT. Evaluation of the 2-thiobarbituric acid method for the measurement of lipid oxidation in mechanically deboned gamma irradiated chicken meat. Food Chem 2003; 80: 433–437.

[31]Ojagh SM, Rezaei M, Razavi SH, Hosseini SMH. Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout. J Food Chemistry 2010; 120: 193-198.

[32]Yu XL, Li XB, Xu XL, Zhou GH. Coating With Sodium Alginate And its Effects on The Functional Properties and Structure of Frozen Pork. J Muscle Foods 2008; 19: 333-351.

[33]Chaijan M, Benjakul S, Visessanguan W, Faustman C. Changes of pigments and colourin sardine (*Sardinella gibbosa*) and mackerel (*Rastrelli gerkanagurta*) muscle during iced storage. Food Chemistry 2005; 83: 607–617.

[34]Chaijan M, Benjakul S, Visessanguan W, Faustman C. Changes of lipids in sardine (*Sardinella gibbosa*) muscle during iced storage. Food Chemistry 2006; 99: 83-91.

[35]Kolakowska A. Lipid oxidation in food systems. In Z. E. Sikorski & A. Kolakowska (Eds.), Chemical and functional properties of food lipids. 2002; 133–160.

Effect of antioxidant activity of shallot extract (*Allium ascalonicum*), turmeric extract and their composition on changes of lipids in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) vacuum packaged

Rezaei, M.[1], Pezeshk, S.[2] , Hosseini, H.[3*], Eskandari, S. [4]

1. Associate. Prof., Dept. of Fisheries, Faculty of Marin Sciences, Tarbiat Modares University, Noor, Iran
2. M. Sc. Student, Dept. of Fisheries, Faculty of Marin Sciences, Tarbiat Modares University, Noor, Iran
3. Associate. Prof., Dept. of Food Sciences &Technology, National Nutrition and Food Technology Research institute, Faculty of Nutrition Sciences and Food Technology, Shahid Beheshti Medical Science University, Iran
4. Assistant Prof. Food & Drug Laboratory research Center, Tehran, Iran

(Received:89/6/5 Accepted: 89/7/22)

Plant extract are source of natural antioxidant. in recent decades, the need for natural antioxidants in food, pharmaceutical result has been extensive scientific research. the purpose of this investigation study antioxidant activity shallot extract, turmeric extract and their composition effect on delay spoiled rainbow trout during vacuum packaged storage at refrigerate 4˚C.

fish prepared were divided into four lots, one sector of the samples as the control samples vacuum packaged and others sectors were given a dip treatment in shallot extract, turmeric extract and their composition solution and then vacuum packaged storage at refrigerate 4˚C. Chemical (PV, TBA FFA and fatty acid profile) analysis were done at 4°C for 20 days.,

shallot extract, turmeric extract and their composition significantly ($p<0/05$) delayed lipid oxidation in treated samples.

results showed that antioxidant effect of shallot extract, turmeric extract and their composition during storage and increased shelf-life treated samples with extracts.

Keywords: Rainbow trout, Shallot extract, turmeric extract, vacuum package.

* Corresponding Author E-Mail address: hedayat@sbmu.ac.ir