

(مقاله پژوهشی)

مقایسه عملکرد ویتامین (ث) و بوتیل هیدروکسی آنیزول بر کنترل شاخص های فساد چربی در فیله ماهی دریایی (*Diagramma pictum*) در طول دوره انجماد (۱۸۰-۱) به مدت ۴ ماه

سحر جلیلی^{۱*}، معالم عربی^۲

۱- گروه شیلات و فرآوری آبزیان، واحد آبادان، دانشگاه آزاد اسلامی، آبادان، ایران.

۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه شیلات و فرآوری آبزیان، واحد آبادان، دانشگاه آزاد اسلامی، آبادان، ایران.

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۹/۳۰

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۵/۱۳

چکیده

اضافه کردن آنتی اکسیدان ها به مواد غذایی یکی از موثرترین روش های کاهش اکسایش چربی و به تبع آن جلوگیری از افت خصوصیات حسی و ارزش تغذیه ای آبزیان می باشد. هدف از این تحقیق، مقایسه عملکرد ویتامین (ث) و آنتی اکسیدان بوتیل هیدروکسی آنیزول در کنترل شاخص های فساد چربی بر روی فیله ماهی از خانواده سنگسرمایان (*Diagrammapictum*) در شرایط انجماد (۱۸۰-۱)، به مدت ۴ ماه بود. فیله ماهی توسط ۵ غلظت از هر دو آنتی اکسیدان (۱٪، ۵٪، ۱۰٪، ۱۵٪، ۲۰٪) ترکیبی از هر دو با غلظت (۵٪) آغشته گردید و به مدت ۴ ماه در دمای ۱۸- درجه سانتی گراد نگهداری شد. مقایسه عملکرد تیمارها و اثر بازدارندگی آن ها بر شاخص های فساد (پراکسید، اسیدهای چرب آزاد، تیوباریوتیک اسید، بازهای ازته فرار و pH) به مدت ۴ ماه در شرایط انجماد انجام گرفت. نتایج شان داد که در طول دوره نگهداری میزان پراکسید در تمام تیمارها از حد مجاز ($20-10 \text{ meqO}_2/\text{kg}$) تجاوز نکرد، و تیمار ترکیبی با $78/2 \text{ (meqO}_2/\text{kg)}$ ، در پایان دوره بهترین عملکرد بر کنترل شاخص پراکسید داشته است. حداکثر میزان تیوباریوتیک به دست آمده در پایان دوره به میزان $11/3 \text{ (mgMD/kg)}$ توسط تیمار بوتیل هیدروکسی آنیزول ۱٪ ثبت گردید. نتایج نشان داد که تیمارهای حاوی ویتامین (ث)، در کنترل هیدرولیز چربی ها موفق بوده اند و کمترین میزان اسید چرب آزاد با $84/1 \text{ (mg/kg)}$ مربوط به تیمار ویتامین ث ۱٪ بوده است. میزان بازهای ازته فرار در تیمار ترکیبی با $88/15 \text{ (mg/100gr)}$ در پایان دوره نشان دهنده تاثیر سینرژیک هر دو آنتی اکسیدان در کنترل این شاخص بوده است. مقایسه عملکرد تیمارها در کنترل هر شاخص، در طول دوره نگهداری نشان داد، تیمارهای حاوی ویتامین (ث) در کنترل شاخص های فساد چربی دارای اختلاف معنی داری نسبت به آنتی اکسیدان بوتیل هیدروکسی آنیزول بوده است، ($P \leq 0.05$). استفاده از آنتی اکسیدان ویتامین (ث) می تواند اثرات بازدارنده مثبت در کنترل فساد و حفظ کیفیت محصول داشته باشد.

واژه های کلیدی: آنتی اکسیدان، انجماد، فساد چربی، ویتامین (ث)، *Diagramma pictum*.

۱-مقدمه

غذا از مهم ترین فاکتورهای ضروری برای رشد و بقای زندگی است. آبریزان و محصولات عمل آوری شده آن ها به دلیل غنی بودن از نظر پروتئین ها، ویتامین های محلول در چربی و اسیدهای چرب چند غیر اشباع امگا ۳ توجه زیادی به خود معطوف داشته اند (۴). محصولات آبریزان معمولاً به دلیل وجود اسیدهای چرب غیر اشباع فراوان نسبت به سایر فرآورده های گوشتی (دام- طیور) فسادپذیرتر می باشند. انجماد یکی از روش های متداول نگهداری فرآورده های گوشتی می باشد، که به منظور کنترل یا کاهش تغییرات بیوشیمیایی این فرآورده ها در طی مدت نگهداری مورد استفاده قرار می گیرد. اضافه کردن آنتی اکسیدان به مواد غذایی یکی از موثرترین شیوه های کاهش سرعت اکسایش چربی ها است (۱۱). این شیوه به طرز فراگیری برای افزایش میزان ماندگاری مواد غذایی و بهبود پایداری لیپیدها و غذاهای لیپیدی و به تبع آن جلوگیری از افت خصوصیات حسی و ارزش تغذیه ای آن ها مورد استفاده قرار می گیرد (۹). معروف ترین آنتی اکسیدان های مصنوعی (سنتتیک) قابل استفاده در صنایع غذایی شامل: بوتیل هیدروکسی تولوئن^۱، بوتیل هیدروکسی آنیزول^۲ و ترشری بوتیل هیدروکسیون^۳ می باشند، (۲۹). نگهدارنده های زیادی از قبیل فسفات ها، ترکیبات فنولیک مانند: بوتیل هیدروکسی آنیزول و استرهای آلی اسید گالیک (گالات ها) اغلب برای بهبود زمان ماندگاری فرآورده های دریایی مورد استفاده قرار می گیرند. به دلیل اثرات نامطلوب آنتی اکسیدان های سنتزی از قبیل: جهش زایی، ایجاد مسمومیت، سرطان زایی، استفاده از آنتی اکسیدان های طبیعی از جمله: ترکیبات پلی فنل، اسید آسکوربیک، توکوفرول؛ ویتامین A، B- کاروتن و عصاره چای سبز، عصاره انار که اثرات محافظتی در برابر بیماری های مزمن، سرطان، دیابت، بیماری های قلبی عروقی، آلزایمر، آب

مروارید و جهش زایی دارند، توصیه می شوند (۶). اسیدهای آلی به دلیل برخی خصوصیات ضد میکروبی و آنتی اکسیدانی، هزینه های -دسترسی کم در طیف گسترده ای از مواد غذایی به عنوان نگهدارنده استفاده می شود (۱۲). ویتامین (ث) به عنوان یک جزء ترکیبی غذا ها به طور وسیعی در صنایع غذایی مورد استفاده قرار می گیرد، زیرا علاوه بر خاصیت آنتی اکسیدانی به عنوان یه ماده مغذی ضروری در بدن محسوب می شود (۳۷). آنتی اکسیدان های طبیعی می توانند به عنوان جایگزین آنتی اکسیدان های مصنوعی به کار روند (۱۷). ترکیباتی مانند پلی فنول ها، فلاونوئیدها و کاروتنوئیدها به عنوان آنتی اکسیدان طبیعی در میوه ها و سبزیجات یافت می شوند. عملکرد آنتی اکسیدانی ویتامین (ث) به واسطه حذف رادیکال های آزاد و در نتیجه کاهش فعالیت های اکسیداسیون چربی ها اثبات شده است (۵۲). اثرات مهارکنندگی اکسیداسیون چربی توسط ویتامین (ث) و نمک های آن به عنوان یک ماده افزودنی در گوشت چرخ شده ماهی هرینگ (۵۰)، فیله گربه ماهی (*Silurus glanis*) (۴۴) و ماهی کامل (*Trachurus trachurus*) (۲۰) گزارش شده است. اجاق و همکاران (۱۳۸۳) طی تحقیقی نشان دادند، تیمار حاوی ویتامین (ث) بیشترین تاثیر را در تعویق فساد اکسیداسیونی ماهی کیلکای معمولی (*Clupeonella cultriventris*) به خود اختصاص داده است. اثر ویتامین (ث) بر کیفیت ماندگاری فیله ماهی سوکلا (*Rachycentron canadum*) در شرایط انجماد توسط Taheri و همکاران (۲۰۱۲) مورد مطالعه قرار گرفت، و نتایج نشان داد اسید چرب آزاد، محصولات اولیه و ثانویه اکسیداسیون، در تیمار ویتامین (ث) از نمونه شاهد کمتر بوده است. فحقی و همکاران (۱۳۹۴) اثر آنتی اکسیدانی ویتامین (ث) بروی فیله ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) را مورد مطالعه قرار دادند، نتایج نشان داد افزایش میزان غلظت ویتامین (ث) منجر به کنترل بار باکتریایی و محصولات اولیه و ثانویه اکسیداسیون چربی ها گردیده و این امر زمان ماندگاری فیله را افزایش داده

آبادان منتقل شد. سپس نمونه های ماهی با آب شرب شست و شو داده شدند. سر و دم آن ها زده و امعا و احشا تخلیه شد. در نهایت با خارج کردن ستون فقرات از ماهیان، فیله به صورت دستی تهیه شد. وزن هر فیله تقریباً 18 ± 0.1 کیلوگرم بود. تیمار ویتامین (ث) با خلوص ۹۹/۷ درصد (Merck-Germany, KGaA-Darmstadt) و بوتیلن هیدروکسی آنیزول به میزان ۱ و ۱/۵ گرم و ترکیبی (۰/۵) گرم اسید آسکوربیک و ۰/۵ گرم بوتیلن هیدروکسی آنیزول) با استفاده از ترازوی دیجیتال وزن گردید و در آب مقطر سرد شده (4 ± 1 C) حل شد. با این روش ۵ تیمار مورد نظر تهیه گردید (جدول ۱). در ادامه فیله های ماهی با نسبت (۱:۱) وزن ماهی در محلول های تهیه شده قرار داده شدند، (۳۶). پس از سپری شدن ۱۰ دقیقه در دمای محیط (20 ± 0 C)، فیله ها از محلول خارج شده و در کیسه های پلی اتیلنی به صورت مجزا بسته بندی و کد گذاری گردیدند، (۳۸). سپس به فریز با درجه برودت 18 ± 0 سانتی گراد منتقل شدند. نمونه تیمارهای آماده شده به صورت منجمد، همراه پودر یخ در یونولیت قرار داده شدند و توسط هواپیما به تهران و سپس آزمایشگاه مرکزی واحد علوم تحقیقات تهران منتقل گردیدند، و در فواصل زمانی ۳۰ روز (به مدت ۴ ماه) به منظور تعیین شاخص های فساد مورد ارزیابی قرار گرفتند.

است. غذا منبع غنی از ترکیبات آنتی اکسیدانی طبیعی است، با این وجود محدودیت های نگران کننده ای در استفاده از این مواد وجود دارد که از جمله می توان به رنگ و مزه، تولید با هزینه زیاد و سم های ناشناخته در نسبت های طبیعی اشاره کرد. لذا جستجو برای پیدا کردن منابع جدید آنتی اکسیدانی و بررسی تاثیر آن بر پروسه های نامطلوب به ویژه در آبزیان ضرورت می یابد، (۲۶، ۲۵، ۵۴). بنابر این هدف از انجام این تحقیق، مقایسه اثر بازدارندگی تیمارهای متفاوت از آنتی اکسیدان ویتامین (ث) و بوتیل هیدروکسی آنیزول بر روی شاخص های فساد (پراکسید، اسیدهای چرب آزاد، تیوباریوتریک اسید، بازهای از ته آزاد و pH) فیله ماهی خنوی خاکستری (*Diagramma pictum*) در دمای 18 ± 0 C- به مدت ۴ ماه بود.

۲- مواد و روش ها

۲-۱- آماده سازی ماهی

تعداد ۲۰ عدد ماهی خنوی خاکستری (*Diagramma pictum*) تازه صید شده از آب های خلیج فارس در صیدگاه بندر خرمشهر با میانگین وزن 240 ± 0.32 کیلوگرم (خریداری شد و درون جعبه های حاوی پودر یخ به نسبت ماهی به یخ برابر ۱:۲) در زمان کمتر از ۳۰ دقیقه به مرکز تحقیقات شیلات و علوم وابسته دانشگاه آزاد اسلامی واحد

جدول ۱- راهنمای فرمولاسیون تیمارهای تهیه شده از آنتی اکسیدان ویتامین (ث) و بوتیل هیدروکسی آنیزول

نام تیمار (فرمولاسیون)	علامت اختصاری
ویتامین (ث) ۱٪	AA: ۱
ویتامین (ث) ۵/۱٪	AA: ۵/۱
بوتیل هیدروکسی آنیزول ۱٪	BHA: ۱
بوتیل هیدروکسی آنیزول ۵/۱٪	BHA: ۵/۱
ویتامین (ث) ۵/۰٪ + بوتیل هیدروکسی آنیزول ۵/۰٪ (ترکیبی)	BHA ۵/۰ AA + ۵/۰

۲-۲-۲-آزمون های شیمیایی

۲-۲-۱-اندازه گیری pH

۵ گرم از نمونه ماهی با ۴۵ میلی لیتر آب مقطر هموژن شد و مخلوط از فیلتر صافی شماره ۱ عبور داده شد. سپس محتوی عبور داده شده توسط pH متر دیجیتال (مدل Metrohm-germany ۸۲۷) در دمای آزمایشگاه (۲۵-۲۳) اندازه گیری شد (۳۱).

۲-۲-۲-اندازه گیری عدد پراکسید (PV)

ابتدا روغن، از ۲۵ گرم نمونه گوشت ماهی توسط محلول های متانول و کلروفوم طبق روش Blight and Dyer (۱۹۵۹) استخراج گردید و سپس آن را به دقت درارلن مایر ۲۵۰ میلی لیتری سر سمباده ای وزن نموده و حدود ۲۵ میلی لیتر از محلول اسید استیک کلروفرمی با نسبت اسید استیک به کلروفرم (۳:۲) به محتویات ارلن اضافه گردید. سپس میزان ۵/۰ میلی لیتر از محلول یدور پتاسیم اشباع، ۳۰ میلی لیتر از آب قطر و ۵/۰ میلی لیتر محلول نشاسته یک درصد به مجموعه اضافه و مقدار ید آزاد شده با محلول تیوسولفات سدیم ۰۱/۰ نرمال تیترو گردید و میزان پراکسید به صورت میلی اکی والان در هزار گرم چربی نمونه اندازه گیری شد (۲۴).

۲-۲-۳-اندازه گیری شاخص تیوباریوتیک اسید (TBA)

مقدار ۱۰۰ گرم فیله ماهی به یک بالن ۲۵ میلی لیتری منتقل و با بوتانل به حجم رسانده شد. ۵ میلی لیتر از این مخلوط در لوله دربدار ریخته و به آن محلول ۱/۰ درصد TBA اضافه گردید. لوله های فوق به مدت ۹۰ دقیقه در حمام آب ۹۰C قرار گرفتند و سپس در دمای محیط سرد شدند. مقدار جذب نمونه های تهیه شده در طول موج ۵۳۰ نانومتر به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر (CAS Number 78715-23-8) در مقابل آب مقطر خوانده شد (۲۳). مقدار نهایی TBA با استفاده از منحنی استاندارد مالون آلدئید (MDA) بر حسب میلی گرم مالون آلدئید بر کیلوگرم بافت ماهی گزارش گردید (۲۴).

۲-۲-۴-اندازه گیری هیدرولیز چربی ها (FFA)

ابتدا مقدار ۲۵ میلی لیتر از الکل اتیلیک خنثی شده با سود نرمال را به نمونه روغن که قبلاً استخراج شده بود، اضافه و سپس با کمک ۲ تا ۳ قطره معرف فنل فتالین و میزان مصرفی سود نرمال، مقدار اسیدیته بر حسب درصد اسید اولئیک و طبق فرمول زیر اندازه گیری شد، (۲۶).

$$FFA = \frac{N \times 2.28 \times \frac{N}{10} \times \text{حجم سود}}{\text{وزن نمونه روغن}}$$

۲-۲-۵-اندازه گیری بازهای ازته آزاد (TVB-N)

میزان ازت های فرار کل با تقطیر ۱۰ گرم از نمونه های فیله ماهی پس از افزودن ۲ گرم از اکسید منیزیوم توسط دستگاه نیمه اتوماتیک تقطیر کلدال اندازه گیری شد، (۱۸).

۲-۳-آنالیز آماری

برای تجزیه و تحلیل داده ها ابتدا نرمال بودن توزیع داده ها بوسیله آزمون کشیدگی و چولگی مورد بررسی قرار گرفت. سپس با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۳ همگنی واریانس ها با آزمون لوین انجام گرفت، که تعیین کننده نوع آزمون مقایسه میانگین بین گروهی یک طرفه می باشد. با توجه به همسانی یا ناهمسانی واریانس استخراجی، به ترتیب دو آزمون دانت و شف استفاده شد.

۳-نتایج و بحث

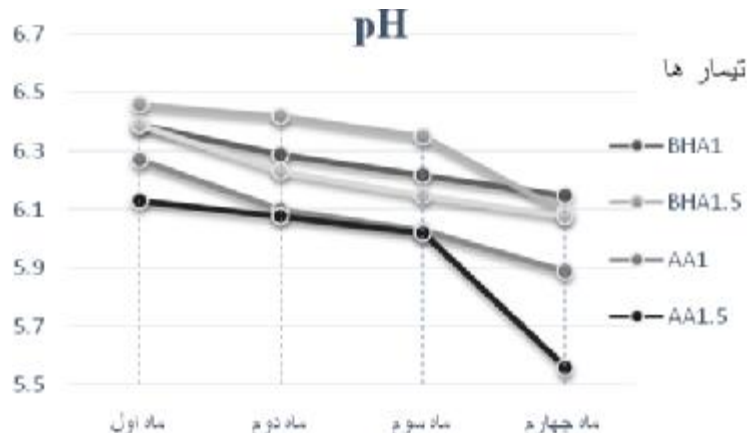
اکسیداسیون و هیدرولیز چربی ها دو فاکتور مهم هستند، که بر کیفیت و طول عمر نگهداری گوشت و فرآورده های گوشتی نقش تعیین کننده دارند (۱۰). از این رو به تاخیر انداختن پدیده اکسیداسیون و جلوگیری از آن از اهداف اصلی تولید کنندگان مواد غذایی در صنعت گوشت و فرآورده های گوشتی می باشد (۸). هیدرولیز چربی ها در آبزیان منجر به تولید مواد ناخوشایند و نامطبوع از جمله: فرمالدهید، کتون و بازهای نیتروژنی فرار می شود (۳۶). برای به حداقل رساندن این اثرات نامطلوب روش های مختلفی از جمله انجماد به

کاهش در مقدار pH به دلیل خاصیت اسیدی ویتامین (ث) می باشد (۲۸). نمونه تیمار بوتیل هیدروکسی آنیزول ۱٪ توانسته میزان pH را در محدوده ۱۵/۶ حفظ کند. بر طبق نتایج آزمون آماری، نمونه تیمار بوتیل هیدروکسی آنیزول ۱٪ با نمونه تیمار ترکیبی دارای اختلاف معنادار ($P \leq 0.05$) می باشد، بین سایر نمونه تیمارها اختلاف معنادار مشاهده نشد (جدول ۲). در تیمار ترکیبی آنتی اکسیدان ویتامین (ث) مانع از اثر بازدارندگی بوتیل هیدروکسی آنیزول در کنترل شاخص pH گردیده است و روند رو به کاهش در این تیمار مشاهده گردید. pH عضله ماهی زنده بین ۸/۶ تا ۷ به عنوان حد قابل قبول شناخته شده است (استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۲۸، ۱۳۸۶). اگرچه شاخص pH به تنهایی برای ارزیابی کیفیت ماهی مناسب نیست، اما در کنار سایر شاخص ها می تواند مفید باشد. pH اولیه در ماهی ها پس از جمود نعشی بسته به گونه ماهی از ۴/۵ تا ۲/۷ متغیر است (۳۲).

همراه مواد آنتی اکسیدانی توصیه شده است، (۴۹). اضافه کردن آنتی اکسیدان ها به مواد غذایی دریایی یکی از موثرترین شیوه های کاهش سرعت اکسایش چربی ها می باشد، این شیوه به طرز فراگیری برای افزایش میزان ماندگاری مواد غذایی و بهبود پایداری چربی ها و به تبع آن جلوگیری از افت خصوصیات حسی و ارزش تغذیه ای محصولات دریایی مورد استفاده قرار می گیرد (۱). تحقیق حاضر نقش آنتی اکسیدانی ویتامین (ث) و مقایسه عملکرد آن نسبت به آنتی اکسیدان بوتیل هیدروکسی آنیزول در کنترل فساد ماهی را مورد مطالعه قرار داده است.

۳-۱- شاخص pH

میزان pH در تمامی نمونه تیمارها روند کاهشی نشان داده است (شکل ۱). بیشترین میزان اسیدیته در پایان دوره نگهداری مربوط به نمونه تیمار ویتامین (ث) ۱٪ با ۵۶/۵ بوده است. این



شکل ۱- مقایسه میزان pH در نمونه تیمارهای مختلف در طول نگهداری در سردخانه (۱۸-)

جدول ۲-مقایسه میانگین پارامتر pH بین تیمارهای مختلف (آزمون ANOVA و شف)

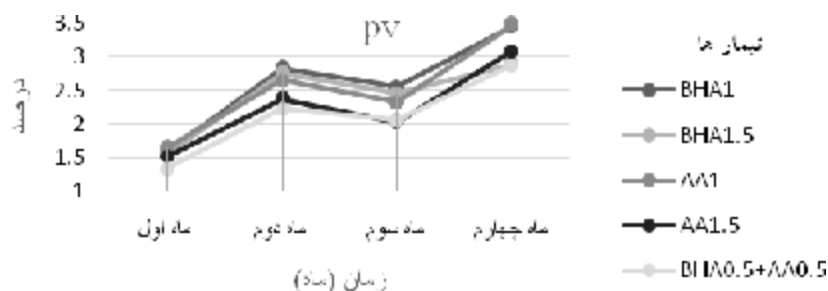
تیمارها	AA%۱	AA۵/۱%	BHA ۱%	BHA ۵/۱%	BHA۵/۰AA+۵/۰
ویتامین(ث) ۱٪	-	-۰/۰۵±۹۹/۰	-۰/۱۴±۸۸/۰	-۰/۲۶±۳۶/۰	۱۱/۰±۹۱/۰
ویتامین(ث) ۵/۱٪	-۰۵/۰±۹۹/۰	-	-۱۹/۰±۶۶/۰	-۳۱/۰±۲۱/۰	۰/۶۰±۹۸/۰
بوتیل هیدروکسی آنیزول ۱٪	-۱۴/۰±۸۸/۰	-۰/۱۹±۶۶/۰	-	-۰/۲۱±۸۹/۰	۰/۲۵±۳۸/۰
بوتیل هیدروکسی آنیزول ۵/۱٪	-۲۶/۰±۳۶/۰	-۳۱/۰±۲۱/۰	-۲۱/۰±۸۹/۰	-	۰/۳۸±۰/۰۹۱
ویتامین(ث) ۵/۰٪+ بوتیل هیدروکسی آنیزول ۵/۰٪	۱۱/۰±۹۱/۰	۰/۶۷±۹۸/۰	۲۵/۰±۳۸/۰	۳۸۲/۰±۰/۰۹۲	-

بین گروهی: df: ۴، مربع میانگین: ۰.۰۹۵، F: ۳.۱۶۹، Sig: ۰.۰۴۵ درون گروهی: df: ۱۵، مربع میانگین: ۰.۰۳*نشان دهنده اختلاف معنادار می باشد.

میزان پراکسید در تمام نمونه تیمارها، روند رو به افزایش داشته است (شکل ۲). بررسی آزمون آماری و مقایسه میانگین تیمارها، نشان داد که اثر زمان بر شاخص پراکسید در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار بوده است. بیشترین میزان پراکسید مربوط به نمونه تیمار ویتامین(ث) ۱٪ با ۴۸/۳ میلی اکی والان بر کیلوگرم، بوده است. نمونه تیمار ترکیبی با ۸۷/۲ میلی اکی والان بر کیلوگرم، حداقل میزان پراکسید را در پایان دوره نگهداری نشان داده است. نتایج آزمون آماری و نیز مقایسه میانگین نمونه تیمارهای مورد مطالعه، نشان داد، بین نمونه تیمارها اختلاف معنادار وجود نداشته است، ($P \geq 0.05$) (جدول ۳).

بر این اساس میزان pH در تمام تیمارهای مورد مطالعه طی دوره نگهداری در محدوده مجاز قرار داشت. کاهش pH در طول دوره نگهداری به دلیل، تجزیه اسید کربنیک و وجود ترکیبات آمونومی باشد و به واسطه خاصیت اسیدی ویتامین (ث) در مطالعات متعدد مشاهده و گزارش شده است، که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد (۲۸، ۴۲، ۵۵) بررسی آزمون آماری و مقایسه میانگین تیمارهای مورد مطالعه، نشان داد که اثر تیمار و زمان بر شاخص pH در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار بوده است (جدول ۲).

۳-۲-شاخص پراکسید (P.V)



شکل ۲- مقایسه میزان پراکسید در تیمارهای مختلف در طول نگهداری در سردخانه (۱۸°C-)

بخش چربی در مدت نگهداری ماده خام در طول دوره انبارداری در برابر اکسیداسیون موثر بوده و بهترین عملکرد آن ها زمانی حاصل می شود که به صورت ترکیبی از این دو گروه آنتی اکسیدان ها استفاده شود، این عملکرد مثبت به دلیل اثر سینرژسمی یا تشدید کنندگی فعالیت آن ها در مجاورت یکدیگر است (۵). طبق شکل (۲) با گذشت زمان مقدار پراکسید در تمام تیمارها افزایش می یابد، که در مطالعات خضری و همکاران (۱۳۹۴)، حسینی پور و همکاران (۱۳۹۱) نیز این افزایش مشاهده گردید، اما تیمارهای حاوی ویتامین (ث) و آنتی اکسیدان بوتیلن هیدروکسی تولوئن توانست به طور معنی داری نسبت به نمونه تیمار شاهد اثر بازدارندگی را نشان دهد، همچنین، گزارش قعقی و همکاران (۱۳۹۴) در میزان اثر باز دارندگی آسکوربیک اسید بر روی کنترل شاخص پراکسید در فیله ماهی کپور معمولی (*Cyprinus caprio*) نشان داد که، تیمار حاوی ۳۰۰ میلی گرم اسید آسکوربیک در پایان دوره نگهداری توانسته است، پراکسید را در محدوده مجاز (۳/۹۳ میلی اکسی والان بر کیلوگرم) حفظ کند، این مطالعات با نتایج تحقیق ما همخوانی داشته است.

پراکسید محصول اولیه اکسیداسیون مواد چرب است و هرچه درجه غیر اشباعی ماده غذایی بیشتر باشد، چربی ها آمادگی بیشتری برای اکسیداسیون دارند. ماهیان دریایی به دلیل داشتن اسیدهای چرب غیر اشباع جزو مواد غذایی هستند، که سریعاً فاسد می شوند. پراکسید و محصولات تولید شده در اثر اکسیداسیون چربی ها، باعث تخریب بافت ماهی، ایجاد بو و طعم نامطبوع در فیله ماهی می شوند (۴۹). عدد پراکسید وضعیت پیشرفت اکسیداسیون چربی ها را نشان می دهد و کاهش این عدد نشان دهنده کاهش تولید هیدروپراکسیدها (محصول اولیه اکسایش چربی ها) و در نتیجه کاهش میزان اکسیداسیون چربی ها است (۴۱). دامنه قابل قبول پراکسید برای مصارف انسانی ۱۰-۲۰ میلی اکسی والان در کیلوگرم روغن پیشنهاد شده است (۳۴). میزان پراکسید در تمام تیمارها در طول دوره نگهداری در محدوده قابل پذیرش بوده است. این مساله اهمیت ویتامین (ث) و بوتیل هیدروکسی آنیزول را به عنوان آنتی اکسیدان در به تاخیر انداختن اکسیداسیون چربی فیله ماهی را نشان می دهد. استفاده از آنتی اکسیدان های طبیعی و سنتتیک در افزایش پایداری

جدول ۳-مقایسه میانگین پارامتر پراکسید بین تیمارهای مختلف (آزمون ANOVA و شف)

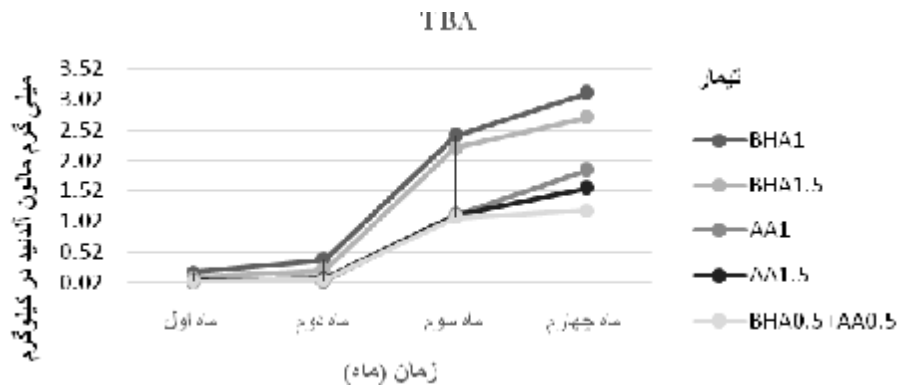
تیمارها	AA%۱	AA%۵/۱	BHA %۱	BHA %۵/۱	BHA%۵/۰AA+۵/۰
ویتامین (ث) ۱٪	-		۴۰/۰±۹۵/۰	۱۲/۰±۹۹/۰	۲۹/۰±۹۸/۰
ویتامین (ث) ۵/۱٪	۴۸/۰±۹۰/۰	-	-۰/۸/۰±۰/۱	-۳۵/۰±۹۶/۰	-۱۹/۰±۹۹/۰
بوتیل هیدروکسی آنیزول ۱٪	۴۰/۰±۹۵/۰	-۰/۸/۰±۰/۱	-	-۲۷/۰±۹۸/۰	-۱۱/۰±۰/۱
بوتیل هیدروکسی آنیزول ۵/۱٪	۱۲/۰±۹۹/۰	-۳۵/۰±۷۶/۰	-۲۷/۰±۹۸/۰	-	۱۶/۰±۹۹/۰
ویتامین (ث) ۵/۰٪ + بوتیل هیدروکسی آنیزول ۵/۰٪	۲۹/۰±۹۸/۰	-۱۹/۰±۹۹/۰	-۱۱/۰±۰/۱	۱۶/۰±۹۹/۰	-

بین گروهی: df: ۴، مربع میانگین: ۰.۱۵۸، F: ۰.۳۳۱، Sig: ۰.۸۵۳ درون گروهی: df: ۱۵، مربع میانگین: ۰.۴۷۸* نشان دهنده اختلاف معنادار می باشد.

۳-۳- شاخص تیوباریتوریک اسید (TBA)

شاخص تیوباریتوریک در تمام نمونه تیمارها روند رو به افزایش داشته است (شکل ۳). بررسی آزمون آماری و مقایسه میانگین تیمارها، نشان داد که اثر زمان بر شاخص TBA در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار بوده است. بیشترین میزان تیوباریتوریک اسید، درنمونه تیمار بوتیل هیدروکسی آنیزول ۱٪ به میزان ۱۱/۳ میلی گرم مالون آلدئید بر کیلوگرم بوده

است. کمترین میزان تیوباریتوریک اسید، درنمونه تیمار ترکیبی با ۱۹/۱ میلی گرم مالون آلدئید بر کیلوگرم بوده است. تیمار ترکیبی به دلیل اثر سینرژیک آنتی اکسیدان ها، توانسته است، روند اکسیداسیون چربی را کنترل کند. بررسی آزمون آماری و مقایسه میانگین تیمارها، نشان داد که اثر تیمار بر شاخص TBA در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار نبوده است (جدول ۴).



شکل ۳- مقایسه میزان تیوباریتوریک در تیمارهای مختلف در طول نگهداری در سردخانه (۱۸ °C -)

تیوباریتوریک اسید، اکسیداسیون چربی ها بر اساس محتوی مالون آلدئید می باشد، که این ترکیب توسط هیدرو پراکسیدهای تشکیل می شود، که حاصل واکنش اولیه اسیدهای چرب با اکسیژن می باشد (۳۹). در تمام تیمارها تا پایان دوره نگهداری، میزان شاخص تیوباریتوریک افزایش یافته است (شکل ۳). آهن آزاد و دیگر پراکسیدان ها در ماهیچه و همچنین آلدئیدها به عنوان محصول ثانویه

اکسیداسیون از تجزیه هیدرو پراکسیدها باعث افزایش این شاخص گردیده است. میزان مجاز شاخص تیوباریتوریک حدود (۱-۲) میلی گرم مالون آلدئید در هر کیلوگرم می باشد (۳۱) تحقیق مقدار این شاخص در پایان دوره نگهداری، درنمونه تیمار بوتیل هیدروکسی آنیزول ۱٪ و ۵٪ به ترتیب با ۱۱/۳ و ۷۲/۲ از حد قابل قبول پیشنهادی بیشتر بوده است.

جدول ۴-مقایسه میانگین پارامتر تیوباریوتریک بین تیمارهای مختلف (آزمون ANOVA و شف)

تیمارها	AA٪۱	AA ۵/۱٪	BHA ۱٪	BHA ۵/۱٪	BHA۵/۰AA+۵/۰
ویتامین(ث) ٪۱	-	۹۳/۰±۸۸/۰	۱۶/۰±۰/۱	۱۱/۰±۰/۱	۷۲/۰±۹۵/۰
ویتامین(ث) ٪۰.۵	۹۳/۰±۸۸/۰	-	-۷۶/۰±۹۷/۰	-۸۲/۰±۹۴/۰	-۲۰/۰±۰/۱
بوتیل هیدروکسی آنیزول ٪۱	۱۶/۰±۰/۱	-۷۶/۰±۹۷/۰	-	-۰۵/۰±۰/۱	۵۵/۰±۹۹/۰
بوتیل هیدروکسی آنیزول ٪۰.۵	۱۱/۰±۰/۱	-۸۲/۰±۹۴/۰	-۰۵/۰±۰/۱	-	-۲۰/۰±۰/۱
ویتامین(ث) ٪۰.۵+ بوتیل هیدروکسی آنیزول ٪۰.۵	۷۲/۰±۹۵/۰	-۲۰/۰±۰/۱	۵۵/۰±۹۹/۰	-۲۰/۰±۰/۱	-

بین گروهی: df: ۴، مربع میانگین: ۶۸۹.۰، F: ۶۰۳.۰، Sig: ۰.۰۰۰، درون گروهی: df: ۱۵، مربع میانگین: ۱۴۳/۱* نشان دهنده اختلاف معنادار می باشد

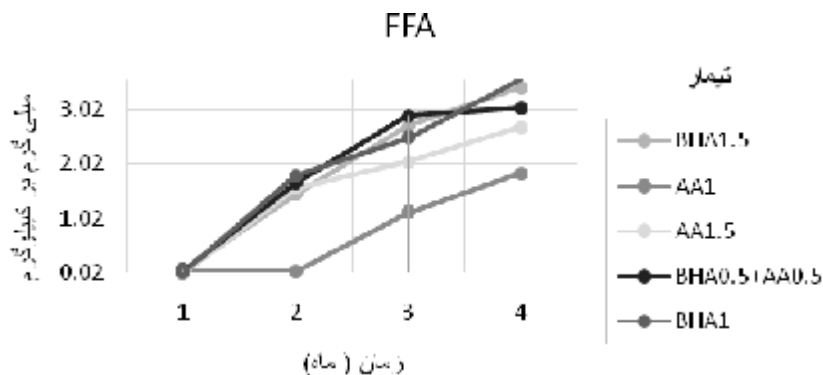
هیدروکسی تولوئن توانسته است به طور معناداری باعث کنترل میزان تیوباریوتریک اسید در فیله ماهی قزل آلاهی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) نسبت به نمونه تیمار شاهد گردد. نتایج شاخص تیوباریوتریک اسید در این تحقیق حاضر نشان داد، بوتیل هیدروکسی آنیزول به تنهایی، از قابلیت مهارکنندگی کمتری نسبت به ویتامین (ث) در کنترل اکسیداسیون ثانویه چربی برخوردار است.

همسو با این نتایج، Rostamzad و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند، که اسید آسکوربیک با جذب اکسیژن، فرایند اکسایش چربی را در فیله تاس ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) رامی تواند کنترل کند و اکسیژن در دسترس برای اکسیداسیون را محدود کند. حسینی پور و همکاران (۱۳۹۱)، نشان دادند، آنتی اکسیدان بوتیلن

۳-۴- شاخص اسیدهای چرب آزاد (FFA)

بوتیل هیدروکسی آنیزول ۱٪ به میزان ۵۶/۳ (میلی گرم بر کیلوگرم) بوده است. بررسی آزمون آماری و مقایسه میانگین تیمارها، نشان داد که اثر زمان بر شاخص FFA در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار بوده است.

میزان اسیدهای چرب آزاد در تمام نمونه تیمارها در پایان دوره نگهداری افزایش یافته است (شکل ۴). بیشترین و کمتری مقدار اسیدهای چرب آزاد در پایان دوره نگهداری به نمونه های تیمار شده با ویتامین (ث) ۱٪ به میزان ۸۴/۱ و



شکل ۴- مقایسه میزانشاخص اسیدهای چرب آزاد در تیمارهای مختلف در طول نگهداری در سردخانه (۱۸۷-)

شاخص فساد هیدرولیتیک داشته است. مطالعه اجاق و همکاران (۱۳۸۳) در مورد، تاثیر آنتی اکسیدان طبیعی بر تولید اسیدهای چرب آزاد در ماهی کیلکای معمولی (*Clupeonella cultiventris*) نشان داد، آنتی اکسیدان ها می توانند هیدرولیز چربی را کنترل کنند، همچنین نتایج تحقیق مشابه، توسط خصری احمد آباد و همکاران (۱۳۹۱) بر روی ماهی قزل آلائی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) نیز، با نتایج مطالعه حاضر همخوانی دارد. تولید و رها شدن اسیدهای چرب آزاد منجر به کاهش کیفیت و ارزش غذایی محصولات می گردد و همچنین تشکیل ترکیبات ثانویه تاثیر منفی بر شاخص های حسی ماهی دارد، (۴۱). علاوه بر این ترکیبات ثانویه روی پایداری ساختاری پروتئین ها اثر گذاشته و فرآیند دناتورده شدن پروتئین ها را شدت می بخشد (۱۹).

اسیدهای چرب آزاد (FFA) شاخصی برای تعیین فساد هیدرولیتیکی چربی بافت ماهی است، که بعد از مرگ توسط فعالیت های میکروب و آنزیم های لیپولیتیک به ویژه آنزیم لیپاز انجام می گیرد (۲۷). همچنین آزاد شدن اسیدهای چرب روند اکسیداسیون چربی ها را در بافت ماهی تشدید می کند، (۴۸). با توجه به نتایج به دست آمده، نمونه های تیمار حاوی ویتامین (ث) ۱٪ به مقدار ۸۴/۱ میلی گرم بر کیلوگرم در مقایسه با تیمارهای دیگر توانسته است، به طور معناداری میزان اسید چرب آزاد را در پایان دوره نگهداری کاهش دهد. به طور کلی هر دو تیمار ویتامین (ث) توانسته است، به طور معنی داری از هیدرولیز چربی ها در طی دوره نگهداری جلوگیری کند. همچنین نمونه تیمار بوتیل هیدروکسی آنیزول ۱٪ با ۵۶/۰ میلی گرم بر کیلوگرم کمترین اثر را در کنترل

جدول ۵-مقایسه میانگین پارامتراسیدچرب آزاد بین تیمارهای مختلف (آزمون ANOVA و شف)

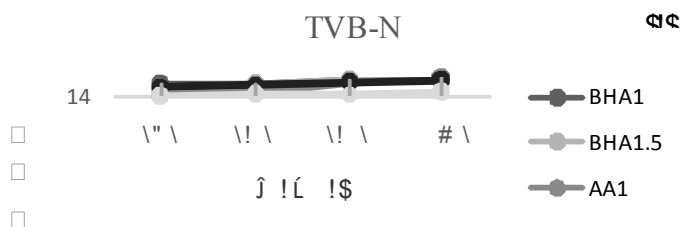
تیمارها	AA٪۱	AA٪۵/۱	BHA ٪۱	BHA ٪۵/۱	BHA۵/۰AA+۵/۰
ویتامین(ث) ٪۱	-	۰۵/۰±۰/۱	-۱۵/۱±۸۰/۰	-۳۳/۰±۹۹/۰	-۰۰۶/۰±۰/۱
ویتامین(ث) ٪۵/۱	۰۵/۰±۰/۱	-	-۲۱/۱±۷۷/۰	-۳۹/۰±۹۹/۰	-۰۰۶/۰±۰/۱
بوتیل هیدروکسی آنیزول ٪۱	-۱۵/۱±۸۰/۰	-۲۳/۱±۷۷/۰	-	۸۲/۰±۹۳/۰	۱۵/۱±۸۰/۰
بوتیل هیدروکسی آنیزول ٪۵/۱	-۳۳/۰±۹۹/۰	-۳۹/۰±۹۹/۰	۸۲/۰±۹۳/۰	-	۳۲/۰±۹۹/۰
ویتامین(ث) ۵/۰+ بوتیل هیدروکسی آنیزول ٪۵/۰	-۰۰۶/۰±۰/۱	-۰۰۶/۰±۰/۱	۱۵/۱±۸۰/۰	۳۲/۰±۹۹/۰	-

بین گروهی: df: ۴، مربع میانگین: ۱.۰۴۱، F: ۰.۶۲۰، Sig: ۰.۶۵۵، درون گروهی: df: ۱۵، مربع میانگین: ۱.۶۷۷* نشان دهنده اختلاف معنادار می باشد.

۳-۵- شاخص بازهای نیتروژنی فرار تام (TVB-N)

بازهای ازته فرار، در تمام نمونه های تیمار شده، در طول دوره نگهداری افزایش یافت (شکل ۵). نمونه تیمار ویتامین(ث) ۱٪، با ۴۵/۲۲ میلی گرم در ۱۰۰ گرم گوشت، بیشترین میزان بازهای نیتروژنی فرار، را در پایان دوره نگهداری به دست آورد.

کمترین میزان بازهای ازته فرار در تیمار نمونه ترکیبی با ۸۸/۱۵ میلی گرم در ۱۰۰ گرم گوشت به دست آمد. بررسی آزمون آماری و مقایسه میانگین تیمارها، نشان داد که اثر زمان بر شاخص TVB-N در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار بوده است.



شکل ۵- مقایسه میزان بازهای ازته فرار در تیمارهای مختلف در طول نگهداری در سردخانه (۱۸°C-)

(۳۵،۴۳). تعیین میزان بازهای ازته فرار (TVB-N)، شاخصی برای نشان دادن فساد پذیری بافت ماهی است. TVB-N عمدتاً از تری متیل آمین، دی متیل آمین، آمونیاک و ترکیبات فرار دیگر نیتروژن تشکیل شده است.

این ترکیبات در اثر فعالیت آنزیم ها و میکروبی های پروتئولیتیک و تجزیه پروتئین ها بوجود می آیند. طبق گزارشات و استانداردها حد اکثر مقدار قابل قبول ۳۰ میلی گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم گوشت ماهی پیشنهاد شده است

جدول ۶- مقایسه میانگین پارامترهای ازته آزاد بین تیمارهای مختلف (آزمون ANOVA و شف)

تیمارها	AA٪۱	AA٪۵/۱	BHA٪۱	BHA٪۵/۱	BHA۵/۰AA+۵/۰
ویتامین(ث) ٪۱	-	۰.۶۷±۰.۱/۰*	۳۹/۴±۱۸/۰	۶۴/۶±۰.۱/۰*	۶۵/۶±۰.۱/۰*
ویتامین(ث) ٪۵/۱	۰.۶۷±۰.۱/۰*	-	-۶۷/۲±۶۲/۰	-۴۲/۰±۹۹/۰	-۴۱/۰±۹۹/۰
بوتیل هیدروکسی آنیزول ٪۱	۳۹/۴±۱۸/۰	-۶۷/۲±۶۲/۰	-	۲۵/۲±۷۵/۰	۲۶/۲±۷۵/۰
بوتیل هیدروکسی آنیزول ٪۵/۱	۶۴/۶±۰.۱/۰*	-۴۲/۰±۹۹/۰	۲۵/۲±۷۵/۰	-	۰.۱۲/۰±۰/۱
ویتامین(ث) ٪۵/۰+ بوتیل هیدروکسی آنیزول ٪۵/۰	۶۵/۶±۰.۱/۰*	-۴۱/۰±۹۹/۰	۲۶/۲±۷۵/۰	۰.۱۲/۰±۱/۰	-

بین گروهی: df: ۴، مربع میانگین: F: ۳۵.۰۶۹، Sig: *۰.۰۰۳ درون گروهی: df: ۱۵، مربع میانگین: ۵.۳۹۵* نشان دهنده اختلاف معنادار می باشد.

۴- نتیجه گیری

ماهیان دریایی، به دلیل غنی بودن از اسیدهای چرب، به شدت تحت تاثیر فساد قرار می گیرند. البته اکسیداسیون چربی ها مربوط به اکسید شدن اسیدهای چرب چند غیر اشباعی در عضلات ماهی می باشد که، منجر به ایجاد بو و طعم نامطلوب در ماهی و در نتیجه کوتاه شدن زمان ماندگاری آن می گردد. استفاده از آنتی اکسیدان ها موجب کاهش سرعت اکسیداسیون در بافت فیله ماهی می گردد. نمونه های تیمار شده با غلظت ویتامین (ث) ٪۱ و تیمار ترکیبی (۵/۰٪ ویتامین (ث) + ۵/۰٪ بوتیل هیدروکسی آنیزول) نقش موثری در کنترل هیدرولیز چربی و فساد اکسیداتیو در فیله ماهی خنوی خاکستری داشته، و همچنین تفاوت معناداری نسبت به سایر تیمارها داشته اند. اثر سینرژیک بین دو آنتی اکسیدان مورد استفاده، توانسته است عملکرد کنترل فساد را بهبود ببخشد. همچنین ویتامین (ث) تواند جایگزین مناسبی برای سایر آنتی اکسیدان های سنتتیک موجود در صنایع فراوری مواد غذایی دریایی باشد. در زمینه استفاده از اسانس های گیاهی به عنوان آنتی اکسیدان بر روی ماهیان پرورشی (کپور- قزل آلا) تحقیقات زیادی انجام شده است (۱۲)، که از آن می توان به استفاده از زردچوبه (۵)،

با توجه به نتایج به دست آمده از مطالعه حاضر، با افزایش دوره نگهداری میزان TVB-N ناشی از فساد و تجزیه پروتئین فیله ماهی نیز به صورت معنی دار در تمام نمونه ها افزایش یافت و در تمام نمونه تیمارها تا پایان زمان نگهداری در حد قابل قبول باقی ماند ه اند. بررسی آزمون آماری و مقایسه میانگین تیمارها، نشان داد که اثر تیمار بر شاخص TVB-N در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار بوده است. نابرابر بودن میانگین تیمارها در شاخص بازهای ازته فرار در جدول (۷) ارائه شده است. نمونه تیمار ویتامین (ث) ٪۱ دارای اختلاف معنادار ($P \leq 0.05$) با نمونه تیمار های، ویتامین (ث) ٪۵/۱، بوتیل هیدروکسی آنیزول ٪۵/۱ و تیمار ترکیبی بود، (جدول ۶). نتایج نشان دهنده آن است که، آنتی اکسیدان بوتیل هیدروکسی آنیزول به تنهایی و ترکیب با ویتامین (ث) اثر بازدارندگی کمتری در کنترل شاخص بازهای ازته فرار دارد. مطالعات اثر آنتی اکسیدان های طبیعی بر روی شاخص بازهای ازته آزاد، توسط سادات غفوری و همکاران (۱۳۹۷) و محمدزاده و همکاران (۱۳۹۲-۱۳۹۰) بر ماهی قزل آلا ی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد.

۵. پزشک، س.، رضایی، م.، راشدی، ح. و حسینی، ه. ۱۳۸۸. مطالعه اثر ضد باکتریایی و ضد اکسیداسیونی عصاره زردچوبه در شرایط آزمایشگاهی بر ماهی قزل آلی رنگین کمان. فصلنامه علوم و صنایع غذایی، دوره ۹. شماره ۳۵.
۶. جاهد خانیکی، غ.، صالحی، علی.، شریعتی فرد، ن.، محمدی، م. ع.، و صدیق آرا، پ. ۱۳۹۴. بررسی اثرات آنتی اکسیدانی عصاره آبی و الکلی دانه انار ایرانی بر کیفیت چربی فیله ماهی قزل آلا و تعیین فساد پذیری آن در دمای ۲ تا ۴ درجه سیلسیوس. مجله دانشکده علوم پزشکی نیشابور، سال سوم، شماره ۲، ۱۷-۱۰.
۷. حسینی پور، ح.، پیغمبری، ی.، رستم زاد، ه. ۱۳۹۱. مقایسه عصاره برگ زیتون و آنتی اکسیدان بوتیله هیدروکسی تولوئن (BHT) بر زمان ماندگاری ماهی قزل آلی رنگین کمان در شرایط نگهداری سرد ۴ درجه سانتی گراد. نشریه فرآوری و نگه داری مواد غذایی، جلد چهارم، شماره دوم. ۸۳-۶۷.
۸. خالقی، ا.، رضایی، ک.، کسایی، م. ۱۳۹۱. بررسی خاصیت آنتی اکسیدانی عصاره زرشک سیاه بر میزان اکسیدان چربی سوسیس نگهداری شده در یخچال. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، سال هفتم، شماره ۵، ۳۵۳-۳۴۵.
۹. خضری احمد آباد، م.، رضایی، م.، اجاق، م. ۱۳۹۴. اثر آسکوربیک به همراه پوشش پروتئین آب پنیر بر ماندگاری ماهی قزل آلی رنگین کمان در دمای یخچال: ارزیابی بار میکروبی و ویژگی های شیمیایی. مجله علوم و صنایع غذایی ایران، سال هفتم، شماره ۳، ۷۸-۶۹.
۱۰. سادات غفوری، ف.، شعبانی، ش.، آخوندزاده، ا. ۱۳۹۷. مطالعات اثرات ضد باکتریایی و ضد

رزماری (۳)، عصاره زرشک سیاه (۸)، عصاره پوست پرتقال (۱۱)، عصاره چای سبز (۱۵، ۱۶)، عصاره آب و الکلی انار (۶) و عصاره جلبک قهوه ای (۱۰) به عنوان آنتی اکسیدان های طبیعی در فرآورده های آبزیان، نام برد. استفاده از این آنتی اکسیدان ها در ماهیان دریایی به دلیل کیفیت بالای اسیدهای چرب غیر اشباع، می تواند زمینه تحقیقات آتی باشد.

۶- سپاسگزاری

با تشکر از مجتمع آزمایشگاهی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات و مرکز تحقیقات شیلات و علوم وابسته دانشگاه آزاد اسلامی واحد آبدان که در این تحقیق ما را یاری نمودند.

۷- منابع

۱. اجاق، س.م.، سحری، م.ع.، رضایی، م. ۱۳۸۳. آنتی اکسیدان های طبیعی بر کیفیت ماهی کیلکای معمولی (*Clupeonella cultriventris*) به هنگام نگهداری در یخ. مجله علوم و فنون دریایی ایران. شماره ۴، ۷-۱.
۲. استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۲۸، ۱۳۸۶. گوشت و فرآورده های آن. اندازه گیری pH ۱-۸.
۳. باغستانی، م.، عزیز خانی، م.، انصاری مقدم، ل.، خان نبری، ا. ۱۳۹۰. بررسی اثر آنتی اکسیدان رزماری در لایه های فیلم بسته بندی فعال بر افزایش زمان ماندگاری ساردین بسته بندی شده. همایش ملی صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قوچان.
۴. بهرامی فرد، م.، رومیانی، ل.، عسگری ساری، ا. ۱۳۹۵. مطالعه انواع بسته بندی بر ماندگاری فیله کپور علفخوار (*Ctenopharyngodon idella*) در دمای یخچال. مجله علمی شیلات ایران. سال بیست و پنجم، شماره ۲. ۷۲-۶۳.

در یخ. فصلنامه علوم صنایع غذایی، شماره ۳۸، دوره ۱۰.

۱۷. موسوی. ا. ۱۳۹۵. بررسی خواص آنتی اکسیدانی و آنتی باکتریایی پودر ژله آلوئه ورا و زرد چوبه در خمیر ماهی منجمد. فصلنامه پژوهش های کاربردی در فنی و مهندسی، سال دوم، شماره دوم، ۸۶-۸۱.

18. AOAC.1995. Official methods of analysis (15th edition). Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC, USA.
19. Aubourg, S. 2001. Fluorescence study of the prooxidant activity of free fatty acids on marine lipids. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81 (4): 377-461.
20. Auburg, S., Perez-Alonso, F. and Gallardo, J. 2004. Studies on rancidity inhibition in frozen horse mackerel (*Trachurus trachurus*) by citric and ascorbic acids. *European Journal lipid Science Bligh*, E.G Technology. 106(4):232-240.
21. Blight and Dyer, W.J. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 37(8): 911-917.
22. Connell, J. J. 1959. Aggregation of cod myosin during frozen storage. *Nature*, 183: 664-668.
23. Diplock, A.T. 1994. Antioxidants and free radical scavengers. In free radical damage and its. Control. Rice C. A., Burdon R. H. eds. Elsevier Science B.V, 329P.
24. Egan, H., Krik, R. S. and Sawyer, R. 1997. Pearson's chemical analysis of foods. 9th edition. Churchill livingtone, Edinbourg, Scotland, UK, Pp: 609-643.
25. Emerton, v. 2003. Essential Guide to Food Additives: Second Edition, UK, and Leatherhead Food International Leathead Publishing. pp:337.
26. Erikson, M. 1997. Lipid oxidation: Flavor and Nutritional Quality

اکسیداسیون عصاره جلبک (*Chorella vulgaris*) بر کیفیت ماهی (*Rainbow trout*) در دمای ۴ درجه سیلسیوس. مجله علوم غذایی و تغذیه، سال پانزدهم، شماره ۳، ۶۳-۵۱.

۱۱. علی بیگی، ط.، علیزاده، ا و زکی پور، ا. ۱۳۹۲. بررسی اثر آنتی اکسیدانی عصاره پوست پرتقال بر کیفیت فیله کپور معمولی هنگام نگهداری در یخچال. نشریه شیلات، مجله منابع طبیعی ایران، دوره ۶۶، شماره ۲، ۱۱۹۷-۱۸۵.

۱۲. قجقی، ف.، حسینی شکرآبی، پ.، محمدی، آ. ۱۳۹۴. اثر ضد باکتریایی و آنتی اکسیدانی اسید آسکوربیک بر فیله ماهی کپور معمولی (*Cyprinus caprio*) نگهداری شده در یخچال. مجله میکروب شناسی مواد غذایی. سال دوم، شماره ۴، ۲۵-۱۳.

۱۳. کمانی، م.ح.، صفری، ا.، ایزد پناهی، ا.، مظلوم، س. ۱۳۹۱. بررسی امکان استفاده از ترکیبات آنتی اکسیدانی فراورده های گیاهی با هدف بهبود کیفیت محصولات شیلاتی. همایش ملی آبزیان، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بوشهر.

۱۴. گزمه، ب.، بیک، م.، قادری، م. ۱۳۹۳. بهبود کیفیت گوشت از طریق آنتی اکسیدان های طبیعی. بیست و دومین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

۱۵. محمد زاده، ب و رضایی، م. ۱۳۹۰. اثر عصاره چای سبز بر کیفیت چربی ماهی قزل آلا رنگین کمان (*Onchorhynchus mykiss*) به هنگام نگهداری در یخ. مجله شیلات (منابع طبیعی ایران)، دوره ۶۴، شماره ۱۰، ۹۳-۸۵.

۱۶. محمدزاده، ب و رضایی، م. ۱۳۹۲. اثر پلی فنل های چای سبز بر تغییرات میکروبی و شیمیایی ماهی قزل آلا رنگین کمان به هنگام نگهداری

- carp (*Cyprinus carpio*) packed in a modified atmosphere. *Acta Veterinaria Brno*, 76 (8): 83-92.
36. Jiang, W.D., Feng, L., Liu, Y., Jiang, J., Hu, K., Li, S.H. and Zhou, X.Q. 2010. Lipid peroxidation status of muscle, intestine and hepatopancreas for juvenile Jian carp (*Cyprinus carpio* var. *jian*) fed graded levels of myo-inositol. *Journal of Food Chemistry*, 120(3): 692-697.
 37. Kaltaranta, J. K. 1992. Control of lipid oxidation fish oil with various ant oxidative compounds. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 69(8):810-813.
 38. Kilinic, B., calki, S., Dincer, T. and Tolsa, S. 2009. Microbiological, chemical, sensory, color, and textural changes of rainbow trout fillets with sodium acetat, sodium lactat, sodium citrate and stored at 4°C. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 18(1-2):3-17.
 39. Kostaki, M., Vasiliki, G., Ioannis, N. 2009. Combined effect of MAP and thyme essential oil on the microbiological, chemical and sensory attributes of organically aqua cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fillets. *Journal of Food Microbiology*, 26 (5):482-475.
 40. Lin, C.C. and Liang, J.H. 2002. Effect of antioxidant on the oxidative stability of chicken breast meat in a dispersion system. *Journal of Food Science*, 67(2):530-533.
 41. Losada, V., Barrose-velazquez, J., Gallardo, J. M., and Abourg, S.P. 2004. Effect of advanced chilling methods on lipid damage during sardine (*Sarina pilchardus*) storage. *European Journal of Lipid*, 106(12):844-850.
 42. Lu, F., Liu, D., Ye. X., Wei, Y., Liu, F. 2009. Alginate-calcium coating incorporating nisin and EDTA maintains the quality of fresh northern snakehead (*channa argus*) fillets stored at 4°C. *Journal Food Science Agricultural*, 89:848-854.
 43. Ojagh, S. & Rezaei, M. 2010. Effect of chitosan coating enriched with deterioration in Frozen Food. Quality in frozen food . pp:141-173.
 27. Eskandari, Bs., Hoseini, H., Hoseini, E., Shiaeri Kamsmaei, A. 2013. Antioxidant and antibacterial effects of parsley extract (*Petroselinium crispum*) on silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) fillets during refrigeration. *Iranian Journal of Nutrition Science & Food Technology*, 8(2):165-72.
 28. Fan, W., Chi, Y., Zuang, S. 2008. The use of a tea polyphenol dip to extend the shelf life of Silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) during storage in ice. *Journal of Food Chemistry*, 108:148-153
 29. Frankel, E.N. 1991. Recent advances in lipid oxidation (review). *Journal of the Science of food and Agriculture*, 54 (4):495-511.
 30. Giannuzzi, L. and Zaritzky, N. E. 1996. Effect of ascorbic acid in comparison to citric and lactic acid on *Listeria monocytogen* inhibition at refrigeration temperatures. *Lebensmittle-Wissenschaft Technology*, 29(3):278-285.
 31. Goulas, A.E. and Kontominas, M.G. 2007. Combined effect of light sating, modified atmosphere packaging and oregano essential oil on the shelf-life of sea bream (*Sprarus aurata*): Biochemical and sensory attributes. *Journal of Food Chemistry*, 100(1):287-298.
 32. Grigorakis, k., Taylor, K.D.A. and Alexis, M.N. 2003. Seasonal patterns of spoilage of ice-stored cultured gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Journal of Food Chemistry*, 81(2):263-268.
 33. Huss, H. H. 1995. Quality and quality changes in fresh fish. FAO fisheries technical paper No. 348:19-30.
 34. Hwang, K. and Regenstein, J. 1995. Hydrolysis and oxidation of mackerel (*Scomber scomberus*) mince lipids with NaOCl and Na F treatments. *Journal Aquatic Food Product Technology*, 4 (4):19-30.
 35. Jezek, F. and Buchtova, H. 2007. Physical and chemical changes in fresh chilled muscle tissue of common

- muscle tissue lipids of Baltic herring during storage. *Journal Chlodnictwo*, 27: 29-35.
51. Taheri, S., Motalebi, A.A., Fazlara, A. 2012. Antioxidant effect of ascorbic on the quality of Cobia (*Rachycentron canadum*) fillets during frozen storage. *Iranian Journal of Fisheries Sciencess*, 11 (3):666-680.
52. Taheri, S., Motallebi, A. A., Taheri, T., Faraji, S., Pourashouri. 2015. Inhibition of fatty acids profile changens of Cobia (*Rachycentron canadum*) fillets during frozen storage by packaging under vacuum system. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 14(1): 275-288
53. Tajkarimi, M. and Ibrahim, S.A.2011. Anti-microbial activity of ascorbic acid alone or in combination with lactic acid on Escherichia coli carrot juice. *Journal Food Control*, 22(6):801-804.
54. Vicetti, R., Ishittani, T. and Ayava. M. 2003. Use of alfa-tochopherol combined with synergists and compared to other antioxidants on the oxidative stability of sardine akin lipids. *Journal of Food Composition and Analysis*, 18(2-3)131-137
55. Yanar, Y. 2007. Quality changes of hot smoked Catfish (*Clarias gariepinus*) during refrigerated storage. *Journal of Muscle Foods*, 18 (4):391-400
56. Yilmaz, M., Ceylan, Z. g., Kocaman, M., Kaya, and Yilmaz, H. 2009. The effect of vacuum and modified atmosphere packaging on growth of Listeria in rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*). *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 6(2):121-129.
- cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow Trout. *Journal of Food Chemistry*. 120 (1), 193-198.
44. Pourashouri, P., Shabanpour, B., Abourg, S., Rohi, J. and Shabani, A. 2009. An investigation of rancidity inhibition during frozen storage of Wels cat fish (*Silurus glamis*) fillets by previous ascorbic and citric acid treatment. *International Journal Food Science Technology*, 44 (8):1503-1509.
45. Ramanathan, L. and Das, N. P. 1992. Studies on the control of lipid oxidation in ground fish by some polyphenolic natural products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40 (1):17-21.
46. Rey, M.S., Garcia-Soto, B., Fuertes. Gomundi, J.R., Aubourg, S. 2012. Effects of natural organic acid-icing system on the microbiological quality of commercially relevant chilled fish species. *LWT-Food Science Technology*, 46 (1):217-223.
47. Rostamzad, H., Shabanpour, B., Kashaninejad, M., and Shabani, A. 2011. Anti-oxidative activity of citric and ascorbic acids and their preventive effect on lipid oxidation in frozen Persian sturgeon fillets. *Latin American Applid Research*, 41 (2):135-140.
48. Shahidi, F. 1994. Assessment of lipid oxidation of flavor development in meat and meat products. Springer Science and Business media, Berlin, p:66-247.
49. Shahidi, F., Zhoang. Y. 2005. Measurement of antioxidant activity. *Journal of Functional Foods*, 18(partB):757-1200.
50. Stodolnik, K., Blasiak, E., Broszedzka, H.1992. Effect of Tween 80, citric acid and acetylsalicylic acids on changes in

(Original Research Paper)

The Comparison of Vitamin C and Butyl Hydroxyl Anisole Activity on Control of Lipid Degradation Indices in Marine Fish Fillets(*Diagramma Pictum*) During Freezing (-18c) for 4 Months

Sahar Jalili^{1*}, Maalem Arabi²

1-Department of Sea Food processing and Fisheries, Abadan Branch, Islamic Azad University, Abadan, Iran.

2-M.Sc Graduated of Sea Food Processing and Fisheries, Abadan Branch, Islamic Azad University, Abadan, Iran.

Received: 04/08/2019

Accepted:21/12/2019

Abstract

Adding antioxidants to food items is one of the most effective methods for reducing lipid oxidation and consequently prevention of the nutritional value of aquatics. The aim of this study is to compare the performance of vitamin C and Butyl Hydroxyl Anisole antioxidant in control of degradation indices on (*Diagramma Pictum*) fish fillet from Heamulidae Family in freezing conditions (-18c) for 4 months. Fish fillet was soaked in 5 concentrations of both antioxidants (1%, 1.5%, a combination of 0.5% of both) and kept for 4 months in -18c. Comparison of the performance of different treatments and their inhibitory effects on degradation indices (P.V, FFA, TBA, TVB-N and pH) were made under freezing condition for 4 months. The results showed that during maintenance period, in all treatments, the peroxide amount did not exceeded the permitted amount (10-20 meqO₂/kg), mixed treatment with 2.78 (meqO₂/kg) showed the best performance on control of peroxide index at the end of period. Maximum Thiobarbituric rate obtained at the end of period was recorded as 3.11 (mgMD/kg), in Butyl Hydroxyl Anisole 1%, was recorded. The results showed that the treatments containing vitamin C were more successful in control of lipids hydrolysis and the least FFA with 1.84 (mg/kg) was related to vitamin C 1. % treatment. Vitamin C antioxidant use, has positive inhibitory effects on controlling spoilage and preserving the quality of the aquatic products. The amount of TVN in mixed treatment, 15.88 (mg/100gr) at the end of period showed the synergic effect of both antioxidants in control of this factor. Comparison of treatment performance in control of each index during storage period showed, Vitamin C treatment had a significant difference compared to Butyl Hydroxyl Anisole in controlling lipid degradation indices control (P≤0.05). Use of Vitamin C antioxidant can have positive inhibitory effects on controlling corruption and maintaining product quality.

Keywords: Antioxidant, *Diagramma pictum*, Lipid Degradation, Vitamin C, Freezing.

*Corresponding Author: sahar.jalili2005@gmail.com