

بررسی اثر آنتی‌اکسیدانی عصاره پوست پرتقال بر کیفیت فیله کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) هنگام نگهداری در یخچال (۴°C)

❖ طیبه علی بیگی؛ گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل، زابل، ایران
❖ ابراهیم علیزاده دوغیکلائی؛ گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل، زابل، ایران
❖ اسحق زکی پور رحیم‌آبادی؛ گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل، زابل، ایران

چکیده

به‌کاربردن عصاره‌های طبیعی، به‌منزله یکی از منابع مناسب آنتی‌اکسیدانی، برای بهبود کیفیت ماهی در حال افزایش است. هدف این مطالعه بررسی تأثیرات آنتی‌اکسیدانی عصاره پوست پرتقال در کیفیت فیله ماهی کپور معمولی هنگام نگهداری در یخچال (۴°C) است. فیله‌ها با غلظت‌های صفر، ۱ و ۵ درصد عصاره پوست پرتقال تیمار بسته‌بندی و در یخچال نگهداری شدند. ارزیابان شاخص‌های شیمیایی (pH، پراکسید (PV)، تیوباربیتوریک اسید (TBA) و مجموع بازهای نیتروژنی فرار (TVB-N)) و ارزیابی حسی (بافت، بو، طعم، رنگ و مطلوبیت کل) را در روزهای صفر، ۳، ۶، ۹، ۱۲ و ۱۵ اندازه‌گیری کردند. با افزایش زمان نگهداری مقادیر pH افزایش یافت که این روند در تیمار شاهد بیشتر بود ($P < 0.05$). مقدار پراکسید، تیوباربیتوریک اسید و مجموع بازهای نیتروژنی فرار در همه تیمارها به طور معنی‌داری افزایش یافت؛ به طوری که، مقادیر آنها برای نمونه‌های شاهد، ۱ و ۵ درصد به ترتیب در انتهای دوره به ۱۴/۸، ۱۲/۲، ۱۰/۲ (میلی‌اکی‌والان O₂ در کیلوگرم چربی ماهی)، ۰/۷۸، ۰/۹۹، ۰/۵۹ (میلی‌گرم مالون آلدئید در کیلوگرم گوشت ماهی) و ۳۳/۳، ۳۰/۵، ۲۲/۶ (میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم گوشت ماهی) رسید که این افزایش در تیمار ۵ درصد نسبت به سایر تیمارها کمتر بود ($P < 0.05$). نتایج ارزیابی حسی بیانگر کاهش معنی‌دار خصوصیات حسی فیله‌ها طی دوره نگهداری بود. بر اساس نتایج این مطالعه فیله‌های تیمار شده با عصاره ۵ درصد نسبت به سایر تیمارها تا انتهای دوره نگهداری مصرف‌شدنی بودند.

واژگان کلیدی: آنتی‌اکسیدان، ترکیبات فنولی، عصاره پوست پرتقال، کپور معمولی، کیفیت.

۱. مقدمه

ماهیان و فرآورده‌های آنها، با وجود ارزش غذایی بالا، در برابر فساد اکسیداتیو بسیار حساس‌اند و ویژگی‌های کیفی آنها طی نگهداری در اثر فساد باکتریایی و اکسیداتیو کاهش می‌یابد (Mexis *et al.*, 2009). برای به‌تعویق‌انداختن فساد اکسیداتیو ماهی و فرآورده‌های آن راهکارهای متعددی ارائه شده است که از آن جمله می‌توان به کنترل درجه حرارت و کاهش آن، بسته‌بندی تحت خلأ، بسته‌بندی در اتمسفر تغییر یافته و همچنین، افزودن آنتی‌اکسیدان اشاره کرد (Lin and Lin, 2005). تأثیرات نامطلوب آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی از جمله جهش‌زایی، ایجاد مسمومیت و سرطان‌زایی موجب شده است که امروزه کاربرد آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی به‌منزله جانشین آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی توصیه شود (Sakanaka *et al.*, 2005). به همین علت، در سال‌های اخیر توجه زیادی به پسماندهای کارخانه‌های تولیدکننده آمپوه و کنسانتره که حاوی آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی‌اند، معطوف شده است. از این پسماندها می‌توان به تفاله‌های مرکبات، گوجه‌فرنگی، سیب و انگور اشاره کرد که به‌منزله مواد زائد در این صنعت تولید شده‌اند و ترکیبات فنولی زیادی دارند که برای محیط زیست مضر است (Kang *et al.*, 2006)، اما تأثیرات مثبت آنها در سلامتی انسان و خاصیت آنتی‌اکسیدانی آنها ثابت شده است (Maeda-Yamamoto *et al.*, 1999). نکته جالب اینکه دانه و پوست برخی میوه‌ها فعالیت آنتی‌اکسیدانی بیشتری نسبت به گوشت آنها دارند (Guo *et al.*, 2003). مطالعات متعددی در مورد خواص و ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی پرتقال انجام شده است که از جمله آنها می‌توان به این موارد اشاره کرد: Guo و همکاران، در سال ۲۰۰۳، در اجزای غیرفرار عصاره متانولی پوست مرکبات ترکیبات آنتی‌اکسیدانی فلاونوئیدی و فنولی را شناسایی کردند. Gorinstein و همکاران، در سال ۲۰۰۴، گزارش کردند که فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره میوه مرکبات ممکن است به علت حضور فلاونوئیدها، کاروتنوئیدها و اسید آسکوربیک

باشد. Kang و همکاران، در سال ۲۰۰۶، گزارش کردند که نمونه‌های دارای محلول آبی پودر پوست مرکبات به طور معنی‌داری از اکسیداسیون لیپید جلوگیری می‌کنند. Almada-Ruiz و همکاران، در سال ۲۰۰۳، دریافتند که با افزایش غلظت فلاون در اسانس پرتقال به قدرت آنتی‌میکروارگانسمی آن افزوده می‌شود و قادر به جلوگیری از رشد قارچ‌هاست. Parish و همکاران، در سال ۲۰۰۳، در مطالعه‌ای که درباره اسانس پرتقال و اثر آنتی‌باکتریال آن انجام دادند، دریافتند که اسانس پرتقال روی باکتری‌ها و به خصوص سالمونلا می‌تواند خاصیت ضد میکروبی درخور توجهی داشته باشد. کاربرد موادی مناسب با فعالیت آنتی‌باکتریایی و آنتی‌اکسیدانی به منظور بهبود کیفیت، افزایش مدت زمان ماندگاری گوشت و در عین حال جلوگیری از ضررهای اقتصادی، ضروری و مفید به نظر می‌رسد (Yin and Cheng, 2003). بنابراین، با توجه به تأمین ماهی باکیفیت و کاربرد آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی به جای آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی برای افزایش زمان ماندگاری، بررسی اثر آنتی‌اکسیدانی عصاره پوست پرتقال در کیفیت فیله کپور معمولی هنگام نگهداری در یخچال (۴°C) ضروری است.

۲. مواد و روش‌ها

۲.۱. تهیه نمونه‌ها

۵۰ عدد ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) با وزن متوسط 100 ± 1000 گرم از بین ماهی‌های هم‌اندازه و سالم از بازار ماهی‌فروشان استان سیستان و بلوچستان (شهرستان زابل) در اردیبهشت ۱۳۹۱ خریداری و بلافاصله، با جعبه‌های یونولیت به همراه پودر یخ، به آزمایشگاه فرآوری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه زابل منتقل شدند. نخست، ماهیان با آب سرد (۴ درجه سانتی‌گراد) و تمیز شسته شده سپس، فیله شدند. فیله‌ها به نحوی تهیه شد که هر فیله حدود ۱۰۰ گرم وزن داشت و به طور تصادفی در بین تیمارها شامل تیمار شاهد (غلظت صفر درصد عصاره)، تیمار ۱ و تیمار ۵

سرریز کردن و خشک کردن، در دمای ۳۰ درجه از بین برده شد. سپس، ۱۰ میلی لیتر محلول استن (۷۰ درصد) به آن اضافه شد و محلول حاوی نمونه داخل حمام بن ماری اولتراسونیک به مدت ۲۰ دقیقه در معرض امواج صوتی قرار داده شد. پس از اتمام زمان مورد نظر، با دور $g \times 3000$ به مدت ۱۰ دقیقه، در دمای ۴ درجه سانتی گراد سانتریفیوژ انجام شد؛ سپس، قسمت بالایی که حاوی عصاره ترکیبات فنولیکی بود، به لوله دیگر منتقل و در دمای ۴ درجه سانتی گراد نگهداری شد.

۳.۲. ارزیابی حسی

برای ارزیابی حسی، فیله‌ها در دستگاه سرخ کن (تفال، فرانسه) با روغن مایع (کارخانه غنچه) در ۱۸۰ درجه سانتی گراد به مدت ۳ دقیقه سرخ شدند (Tokur et al., 2006). بدین منظور از یک گروه پانل متشکل از ۱۰ فرد آموزش دیده استفاده شد. پرسش نامه مورد نظر بر اساس روش هدونیک (ASTM, 1969) برای امتیازدهی به فیله‌ها در اختیار ارزیابان قرار گرفت (جدول ۱). سپس، این افراد دیدگاه‌های خود را پس از ارزیابی طعم، بو، بافت، رنگ و مطلوبیت کل تیمارها روی پرسش‌نامه منتقل کردند.

درصد عصاره تقسیم شدند. برای هر کدام از تیمارهای ۱ و ۵ درصد عصاره پوست پرتقال تامسون پایه پون سیروس (تهیه شده از مرکز تحقیقات ساری)، با یک استوک از عصاره پوست پرتقال تامسون، غلظت‌های ۱ و ۵ درصد تهیه شد. به ازای هر ۱۰۰ گرم فیله یک میلی لیتر عصاره روی نقاط مختلف فیله ریخته شده و با دست به آرامی ماساژ داده شد (Frangos et al., 2010; Kostaki et al., 2009). سپس، فیله‌های شاهد و تیمار شده بسته بندی شدند و در یخچال (4°C) قرار گرفتند. ارزیابی حسی و شاخص‌های شیمیایی در روزهای صفر، ۳، ۶، ۹، ۱۲ و ۱۵ بررسی شدند. این آزمایش‌ها در ۳ تیمار و هر یک با ۳ تکرار انجام گرفت.

۲.۲. استخراج عصاره پوست پرتقال

مقدار ۲۰۰ میلی گرم از پوست پرتقال تامسون (خشک و آسیاب شده با غربال ۰/۵ میلی متر) توزین شده و در داخل لوله‌های فالكون ۵۰ میلی لیتری ریخته شد. قبل از استخراج، برای از بین بردن چربی‌ها و رنگدانه‌ها، ۲۰ میلی لیتر دی اتیل اتر حاوی اسید استیک ۱ درصد داخل لوله ریخته شد و به مدت ۵ دقیقه این مخلوط روی شیکر قرار داده شد (Makkar, 2000). دی اتیل اتر، با

جدول ۱. ارزیابی حسی فیله‌های ماهی کپور معمولی (ASTM, ۱۹۶۹)

لطفاً هر یک از نمونه‌ها را با دقت بررسی کنید و نتایج ارزیابی خود را در زمینه‌های زیر در جدول علامت بزنید					
تاریخ:	کد نمونه:	نام و نام خانوادگی:			
صفات	امتیاز ۷	امتیاز ۵	امتیاز ۳	امتیاز ۱	امتیاز ۰
طعم	بسیار خوب	خوب	متوسط	بد	بسیار بد
بو					
بافت					
رنگ					
مطلوبیت کل					

مدت ۳۰ ثانیه در مخلوط کن قرار داده شد. سپس، pH نمونه‌ها با pH متر دیجیتالی (Wagner, USA) اندازه گیری شد (Sallam et al., 2004). پراکسید

۴.۲. شاخص‌های شیمیایی

برای اندازه گیری pH مقدار ۵ گرم نمونه چرخ شده از هر تیمار به ۴۵ میلی لیتر آب مقطر اضافه و به

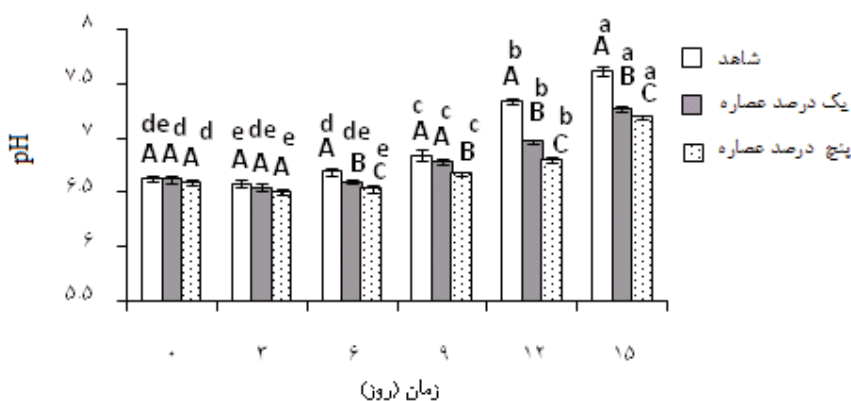
آزمون من‌ویتنی‌یو صورت گرفت. ترسیم نمودارها با نرم‌افزار Excel انجام شد. تمامی آزمایش‌ها در ۳ تیمار و برای هر یک ۳ تکرار انجام گرفت.

۴. نتایج

۱.۱.۴. شاخص‌های شیمیایی

۱.۱.۴.۱. مقادیر pH

تغییرات pH فیله‌ها در تیمارها و روزهای مختلف، طی نگهداری در یخچال، در نمودار ۱ نشان داده شده است. pH در همه تیمارها از روز سوم به بعد به طور معنی‌داری افزایش یافت، ولی این افزایش در تیمار شاهد با شدت بیشتری همراه بود، به طوری که در روز ۱۵ دارای بیشترین مقدار بود ($P < 0,05$). مقایسه تیمارهای مختلف با یکدیگر نشان داد که تیمار حاوی عصاره ۵ درصد پوست پرتقال کمترین مقدار pH را داشت و دارای اختلاف معنی‌دار با سایر تیمارها، به جز در روزهای صفر و سوم نگهداری، بود.



نمودار ۱. تغییرات مقادیر pH در فیله‌های ماهی کپور معمولی طی نگهداری در یخچال

داده‌های نمودار شامل میانگین \pm انحراف معیار است.

حروف بزرگ مشترک (A, B, C) روی هر هیستوگرام بیانگر نبود تفاوت معنی‌دار بین تیمارهاست.

حروف کوچک مشترک (a, b, c, d, e) روی هر هیستوگرام بیانگر نبود تفاوت معنی‌دار در زمان‌های مختلف است.

پراکسید در همه تیمارها روند افزایشی داشت و تفاوت معنی‌داری را طی زمان‌های مختلف نشان داد (نمودار ۲). به طوری که بین تیمارها اختلاف معنی‌داری، به جز در روز صفر، مشاهده شد.

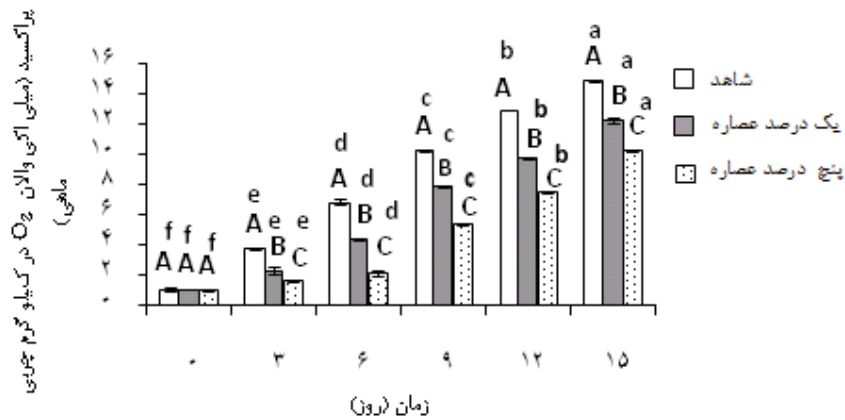
۲.۱.۴. مقادیر پراکسید (PV)

فساد اکسیداسیونی چربی فیله‌های ماهی کپور معمولی طی نگهداری در یخچال با اندازه‌گیری مقادیر پراکسید و تیوباربیتوریک اسید (TBA) مشخص شد. مقادیر

(Peroxide Value) و مجموع بازهای نیتروژنی فرار یا TVB-N (Total Volatile Bases Nitrogen) از روش AOAC (2002, AOAC)، تیوباربیتوریک اسید (Thiobarbituric Acid) مطابق روش Namulema و همکاران در سال ۱۹۹۹، در کل دوره اندازه‌گیری شد.

۳. تجزیه و تحلیل آماری

برای بررسی داده‌ها نخست، با آزمون‌های کلموگراف اسمیرنوف از نرمال بودن و همگنی داده‌ها اطمینان حاصل شد؛ سپس، برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌های حاصل از تیمارها از تجزیه واریانس دوطرفه (Two way ANOVA) و برای بررسی تفاوت بین میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح معنی‌دار $\alpha = 5\%$ استفاده شد. داده‌های آماری با نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ آنالیز شد. برای ارزیابی آماری داده‌های حسی، در زمان‌های مختلف، از آزمون کوروسکال والیس و برای ارزیابی حسی بین تیمارها از آزمون من‌ویتنی‌یو استفاده شد (Zar, 1996). در صورت معنی‌داری، مقایسات زوجی بین زمان‌های مختلف با



نمودار ۲. تغییرات مقادیر پراکسید در فیله‌های ماهی کپور معمولی طی نگهداری در یخچال

داده‌های نمودار شامل میانگین \pm انحراف معیار است.

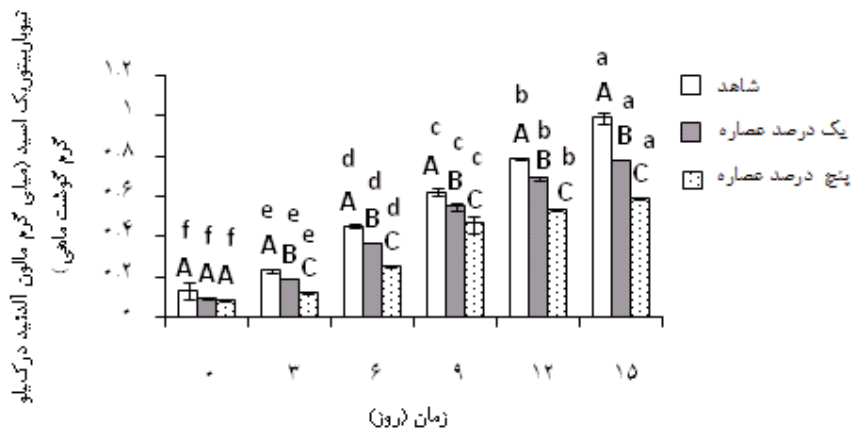
حروف بزرگ مشترک (A, B, C) روی هر هیستوگرام بیانگر نبود تفاوت معنی‌دار بین تیمارهاست.

حروف کوچک مشترک (a, b, c, d, e, f) روی هر هیستوگرام بیانگر نبود تفاوت معنی‌دار در زمان‌های مختلف است.

عصاره ۵ درصد پوست پرتقال نسبت به سایر تیمارها کندتر بود؛ به طوری که، این روند طی دوره نگهداری به جز در روز صفر اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشت.

۳.۱.۴. مقادیر تیوباریتوریک اسید (TBA)

مقادیر تیوباریتوریک اسید همه تیمارها در زمان‌های مختلف به طور معنی‌داری افزایش یافت (نمودار ۳). روند افزایش تیوباریتوریک اسید در تیمار حاوی



نمودار ۳. تغییرات مقادیر تیوباریتوریک اسید در فیله‌های ماهی کپور معمولی طی نگهداری در یخچال

داده‌های نمودار شامل میانگین \pm انحراف معیار است.

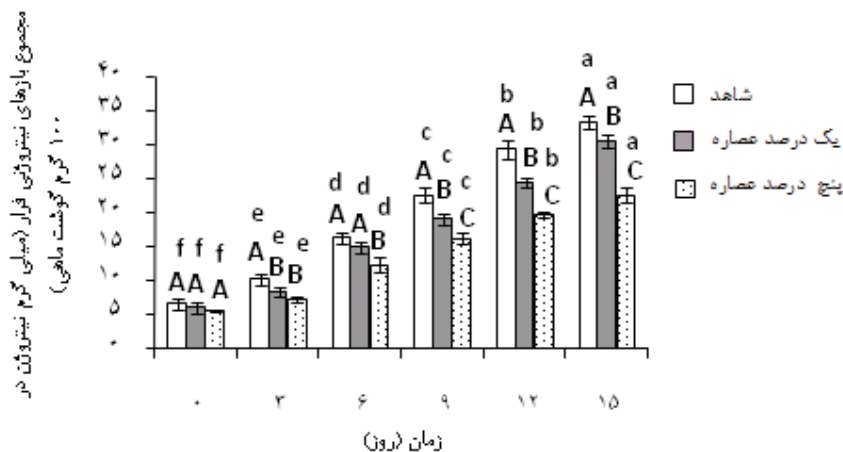
حروف بزرگ مشترک (A, B, C) روی هر هیستوگرام بیانگر نبود تفاوت معنی‌دار بین تیمارهاست.

حروف کوچک مشترک (a, b, c, d, e, f) روی هر هیستوگرام بیانگر نبود تفاوت معنی‌دار در زمان‌های مختلف است.

معنی‌دار بود (نمودار ۴). میزان مجموع بازهای نیتروژنی فرار در تیمارهای مختلف، به جز در روز صفر، اختلاف معنی‌داری با هم داشتند.

۴.۱.۴. مقادیر مجموع بازهای نیتروژنی فرار (TVB-N)

میزان مجموع بازهای نیتروژنی فرار در فیله‌ها روندی افزایشی داشت و این اختلاف طی روزهای مختلف



نمودار ۴. تغییرات مقادیر بازهای نیتروژنی فرار در فیله‌های ماهی کپور معمولی طی نگهداری در یخچال داده‌های نمودار شامل میانگین \pm انحراف معیار است.

حروف بزرگ مشترک (A, B, C) روی هر هیستوگرام بیانگر نبود تفاوت معنی‌دار بین تیمارهاست.

حروف کوچک مشترک (a, b, c, d, e, f) روی هر هیستوگرام بیانگر نبود تفاوت معنی‌دار در زمان‌های مختلف است.

بود. اگرچه امتیازهای مربوط به این صفات در تیمار ۵ درصد بالاتر از تیمار ۱ درصد بود، این تفاوت از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. نتایج ارزیابی صفت بو و رنگ نشان داد که فقط فیله‌های حاوی عصاره ۵ درصد تفاوت معنی‌داری با فیله‌های شاهد دارد. همچنین، امتیازهای مربوط به این صفات در تیمار ۱ درصد بالاتر از نمونه‌های شاهد بود، اما از لحاظ آماری این تفاوت معنی‌دار نبود (جدول ۵).

۲.۴. شاخص‌های ارزیابی حسی

نتایج ارزیابی حسی فیله‌های شاهد، تیمارهای ۱ و ۵ درصد عصاره پوست پرتقال به ترتیب در جداول ۲، ۳، ۴ و ۵ نشان داده شده است. تجزیه و تحلیل داده‌ها بیانگر کاهش معنی‌دار صفات حسی نمونه‌ها هنگام نگهداری در یخچال است (جدول ۲، ۳ و ۴). نتایج ارزیابی صفت طعم، بافت و مطلوبیت کل بیانگر تفاوت معنی‌داری فیله‌های حاوی عصاره با فیله‌های شاهد

جدول ۲. ارزیابی حسی فیله‌های شاهد ماهی کپور معمولی طی نگهداری در یخچال

زمان (روز)	پارامتر	طعم	بو	بافت	رنگ	مطلوبیت کل
۰	۵۵/۵ ^a	۵۵/۵ ^a	۵۵/۵ ^a	۵۵/۵ ^a	۵۵/۵ ^a	۵۵/۵ ^a
۳	۴۴/۷ ^b	۴۴/۷ ^b	۴۴/۵ ^b	۴۴/۹ ^b	۴۴/۵ ^b	۴۴/۷ ^b
۶	۳۵ ^c	۳۵ ^c	۳۵/۷ ^c	۳۴/۹ ^c	۳۵ ^c	۳۵ ^c
۹	۲۱/۷ ^{de}	۲۱/۷ ^{de}	۱۹/۲ ^d	۲۲/۷ ^d	۲۳ ^d	۲۱/۷ ^d
۱۲	۱۳ ^e	۱۳ ^e	۱۴ ^e	۱۲/۵ ^e	۱۲/۵ ^e	۱۳ ^e
۱۵	۱۳ ^e	۱۳ ^e	۱۴ ^e	۱۲/۵ ^e	۱۲/۵ ^e	۱۳ ^e

حروف کوچک مشترک (a, b, c, d, e) در هر ستون بیانگر نبود تفاوت معنی‌دار در زمان‌های مختلف است.

جدول ۳. ارزیابی حسی فیله‌های تیمارشده با عصاره ۱ درصد ماهی کپور معمولی طی نگهداری در یخچال

مطلوبیت کل	رنگ	بافت	بو	طعم	پارامتر زمان (روز)
۵۴ ^a	۵۴ ^a	۵۴ ^a	۵۴ ^a	۵۴ ^a	۰
۴۵/۲ ^b	۴۵/۹ ^b	۴۴/۵ ^b	۴۵/۶ ^b	۴۲/۲ ^b	۳
۳۶ ^c	۳۵/۸ ^c	۳۷ ^c	۳۶ ^c	۳۵/۷ ^c	۶
۲۵/۲ ^d	۲۳/۸ ^d	۲۵ ^d	۲۵ ^d	۲۵/۸ ^d	۹
۱۵ ^e	۱۵/۹ ^e	۱۵/۴ ^e	۱۳/۹ ^e	۱۴/۷ ^e	۱۲
۷/۵ ^f	۷/۵ ^f	۷ ^f	۸/۵ ^f	۷/۵ ^f	۱۵

حروف کوچک مشترک (a, b, c, d, e, f) در هر ستون بیانگر نبود تفاوت معنی‌دار در زمان‌های مختلف است.

جدول ۴. ارزیابی حسی فیله‌های تیمارشده با عصاره ۵ درصد ماهی کپور معمولی طی نگهداری در یخچال

مطلوبیت کل	رنگ	بافت	بو	طعم	پارامتر زمان (روز)
۵۲/۵ ^a	۵۳ ^a	۵۲ ^a	۵۲/۵ ^a	۵۲/۵ ^a	۰
۴۶/۹ ^b	۴۶/۷ ^b	۴۷/۳ ^a	۴۷/۱ ^b	۴۶/۹ ^b	۳
۳۴/۴ ^c	۳۵ ^c	۳۳/۶ ^b	۳۵/۷ ^c	۳۳/۱ ^c	۶
۲۵ ^d	۲۴/۱ ^d	۲۵/۱ ^{c,d}	۲۴/۲ ^d	۲۶/۴ ^d	۹
۱۷/۲ ^e	۱۷/۳ ^e	۱۸/۲ ^d	۱۶/۷ ^e	۱۷/۲ ^e	۱۲
۶/۹ ^f	۶/۸ ^f	۶/۷ ^e	۶/۷ ^f	۶/۹ ^f	۱۵

حروف کوچک مشترک (a, b, c, d, e, f) در هر ستون بیانگر نبود تفاوت معنی‌دار در زمان‌های مختلف است.

جدول ۵. ارزیابی حسی فیله‌های ماهی کپور معمولی در تیمارهای مختلف

مطلوبیت کل	رنگ	بافت	بو	طعم	تیمار
۷۳/۹ ^b	۷۶/۶ ^b	۷۲/۷ ^b	۷۵/۲ ^b	۷۳/۷ ^b	شاهد
۹۲/۳ ^a	۹۲/۸ ^{ab}	۹۱/۶ ^a	۹۲/۵ ^{ab}	۹۲/۷ ^a	۱ درصد
۱۰۵/۲ ^a	۱۰۲ ^a	۱۰۷ ^a	۱۰۳/۷ ^a	۱۰۴/۹ ^a	۵ درصد

حروف کوچک مشترک (a, b) در هر ستون بیانگر نبود تفاوت معنی‌دار بین تیمارهاست.

میکروبیولوژی صورت می‌پذیرد (Gram and Huss, 1996). pH بافت ماهیچه‌ای ماهی زنده نزدیک به خنثی بود، اما پس از کشتار ماهی، pH بافت احتمالاً به علت

۵. بحث و نتیجه‌گیری

تعیین فساد محصولات غذایی بر اساس ارزیابی‌های کیفی با روش‌های متعدد حسی، شیمیایی و

بیانگر توسعه فساد و تندی در هنگام نگهداری ماهیان بود. افزایش مقادیر پراکسید طی دوره نگهداری در همه تیمارها معنی‌دار بود که با نتایج گزارش شده Özogul و همکاران (2005) و Pacheco-Aguilar و همکاران (2000) مطابقت دارد. کم‌تر بودن مقادیر پراکسید در نمونه‌های تیمارشده با عصاره پوست پرتقال به علت جلوگیری از اکسیداسیون لیپید با عصاره پوست پرتقال است (Kang et al., 2006). پرتقال به علت دارا بودن ترکیبات فنولی با بنیان حلقوی باعث جذب رادیکال آزاد می‌شود؛ در نتیجه با ممانعت از اکسیداسیون از فساد، تغییر رنگ یا تندشدن چربی‌ها جلوگیری می‌کند و نقش مهمی در پیشگیری از اکسیداسیون چربی‌ها دارد (Fennema, 1996). از آنجا که نسبت مثبتی بین محتوای فنولی و خاصیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها و اسانس‌ها گزارش شده است (Tzung-Hsun et al., 2008)، مطابق نتایج، غلظت ۵ درصد عصاره پوست پرتقال خواص آنتی‌اکسیدانی بیشتری دارد و مقادیر پراکسید در غلظت ۵ درصد عصاره به طور معنی‌داری کمتر از نمونه‌های شاهد و غلظت ۱ درصد عصاره است که این به علت محتوای فنولی بیشتر عصاره ۵ درصد است. مقدار پراکسید در نمونه‌های شاهد، ۱ و ۵ درصد به ترتیب در روزهای ۹، ۱۲ و ۱۵ نگهداری از حد قابل قبول پیشنهادی (۱۰-۲۰ میلی‌اکی‌والان پراکسید در کیلوگرم چربی) فراتر بود (Huss, 1995).

افزایش مقدار تیوباربتوریک اسید تیمارها طی دوره را می‌توان به اکسیداسیون لیپید و تولید متابولیت‌های فرار در حضور اکسیژن مربوط دانست (Chidanandaiah and Sanyal, 2009). مقدار تیوباربتوریک اسید در تیمارهای حاوی عصاره پوست پرتقال به علت ممانعت عصاره از اکسایش چربی‌ها نسبت به تیمار شاهد به طور معنی‌داری پایین‌تر بود (Kang et al., 2006). بالا بودن مقدار تیوباربتوریک اسید نمونه شاهد نیز بیانگر بالا بودن فساد است، همان‌طور که مقدار پراکسید آن نیز بیشتر بود. بنابراین، بر اساس نتایج این تحقیق عصاره پوست پرتقال موجب کاهش سرعت تشکیل

تولید ترکیبات فرار همچون آمونیاک و تری‌متیل‌آمین حاصل از فعالیت باکتری‌های مولد فساد، افزایش یافت (Huss, 1995). در این تحقیق با گذشت زمان مقدار pH نیز افزایش یافت. تجزیه ترکیبات نیتروژنی طی نگهداری ماهی به افزایش pH گوشت منجر می‌شود که بخشی از این افزایش ممکن است با تولید ترکیبات قلیایی مرتبط باشد. چنین افزایشی در pH می‌تواند نشان‌دهنده رشد باکتری‌ها، کاهش کیفیت و در نهایت فساد ماهی باشد (Gram and Huss, 1996). طی دوره نگهداری، pH در فیله‌های حاوی عصاره پوست پرتقال اختلاف معنی‌داری را با نمونه شاهد نشان می‌دهد. کم‌تر بودن pH در نمونه‌های تیمارشده با عصاره پوست پرتقال را احتمالاً می‌توان به خاصیت آنتی‌اکسیدانی و آنتی‌باکتریال عصاره پوست پرتقال ربط داد (Gorinstein et al., 2004; Almada-Ruiz et al., 2003; Guo et al., 2003; Parish et al., 2003). به طوری که، تیمارشدن فیله‌ها با عصاره حاوی ترکیبات فنولی می‌تواند بازدارندگی میکروبی را افزایش دهد و به وسیله ترکیبات فنولی حفاظت فیله‌ها را در مقابل پروتئازهای داخلی بالا ببرد و در نهایت، مانع شکسته شدن پروتئین‌ها و تولید آمین‌ها شود (Baydar et al., 2004).

مقدار پراکسید در مراحل اولیه نگهداری کم بود. این مرحله که دوره اکسیداسیون کند نام دارد، تحت اثر برخی ترکیبات سلولی است که در بافت‌هایی مانند عضلات ماهی وجود دارند و با دادن الکترون به منزله بازدارنده‌های اکسیداسیون مراحل آغازی و انتشار عمل می‌کنند. این ترکیبات ماندگاری محدودی دارند و سرانجام اکسید می‌شوند. هنگامی که این مسئله رخ می‌دهد، دوره کند اکسیداسیون پایان می‌یابد و به دنبال این مرحله، با افزایش زمان نگهداری، مقادیر پراکسید کاهش می‌یابد (Hulin, 1994)؛ در مطالعه حاضر، چنین کاهش مشاهده نشد. افزایش مقادیر پراکسید برای فیله‌های ماهی کپور معمولی تیمارشده با عصاره پوست پرتقال، و مقایسه آن با نمونه‌های روز اول،

نیز مؤثر است.

ارزیابی حسی به‌منزله یکی از روش‌های سنجش کیفیت ماهیان طی دوره نگهداری در مطالعات بسیاری از محققان به کار رفته و از آن به‌منزله روشی مناسب برای برآورد کیفیت ماهی طی دوره نگهداری نام برده شده است (Fan *et al.*, 2008; Fan *et al.*, 2009; Mexis *et al.*, 2009; Ojagh *et al.*, 2010). با نگهداری فیله‌های ماهی کپور معمولی در یخچال تغییرات درخور ملاحظه‌ای در خواص حسی آن پدید آمد. بررسی نتایج طعم، بو، بافت، رنگ و مطلوبیت کل در ماهی کپور معمولی نشان داد که همه نمونه‌ها در روز صفر در وضعیت بسیار خوب قرار داشتند و با گذشت زمان نمونه‌های حاوی عصاره نسبت به نمونه‌های شاهد در شرایط مطلوب‌تری از نظر همه فاکتورها قرار گرفتند و این نشان‌دهنده نقش خواص آنتی‌اکسیدانی عصاره پوست پرتقال در حفظ کیفیت نمونه‌های حاوی عصاره است (Gorinstein *et al.*, 2004). جمع‌بندی کلی صفات حسی مورد ارزیابی، در صفت مطلوبیت کل بیانگر برتری درخور توجه فیله‌های حاوی عصاره ۵ درصد نسبت به سایر نمونه‌هاست. بنابراین، می‌توان گفت کاربرد عصاره ۵ درصد پوست پرتقال به طور درخور توجهی ($P < 0.05$) خصوصیات حسی فیله ماهی کپور معمولی را افزایش می‌دهد. Fan و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که نمره‌های حسی در هر دو تیمار ماهی کپور نقره‌ای هم‌زمان با افزایش طول دوره کاهش یافته است و ویژگی‌های حسی نمونه‌های تیمار شده با پلی‌فنول‌های چای نمره بالاتری را در مقایسه با تیمارهای غوطه‌ور شده با آب مقطر دریافت کرده‌اند. از این‌رو، نمونه‌های غوطه‌ور شده با آب مقطر تا ۲۸ روز قابلیت مصرف را داشتند، در حالی که، نمونه‌های تیمار شده با پلی‌فنول‌های چای در کل ۳۵ روز دوره در شرایط خوب و درخور پذیرش بودند. مطابق نتایج ارزیابی حسی، نمونه‌های شاهد، ۱ و ۵ درصد عصاره پوست پرتقال به ترتیب در روزهای ۹، ۱۲ و ۱۵ نگهداری مصرف‌شدنی نبودند. اضافه‌کردن

پراکسید شد، اما در تیمار شاهد به علت افزایش مقدار پراکسید، واکنش‌های مربوط به فساد با سرعت بیشتری انجام شدند. افزایش تیوباربیتوریک اسید طی دوره نگهداری در همه تیمارها معنی‌دار بود ($P < 0.05$) که با نتایج گزارش‌شده Attouchi و Sadok (2010)، Ojagh و همکاران (2010)، Manju و همکاران (2007)، Chaijan و همکاران (2006) مطابقت دارد. Lakshmanan در سال ۲۰۰۰ محدوده ۱-۲ میلی‌گرم مالون آلدئید بر کیلوگرم چربی را به‌منزله حد قابل قبول مقادیر تیوباربیتوریک اسید در ماهیان گزارش کرد. مقدار تیوباربیتوریک اسید برای همه تیمارها در کل دوره نگهداری پایین‌تر از حد قابل قبول پیشنهادی بود که با نتایج مطالعه Özogul و همکاران (2005) مطابقت دارد.

افزایش میزان مجموع بازهای نیتروژنی فرار طی دوره نگهداری را می‌توان با فعالیت‌های باکتریایی مولد فساد و آنزیم‌های درونی مرتبط دانست (Yilmaz *et al.*, 2009). از آنجا که مجموع بازهای نیتروژنی فرار به طور عمده در اثر تجزیه باکتریایی گوشت ماهی ایجاد می‌شود، افزایش بار باکتریایی طی دوره را نیز می‌توان دلیلی برای این مورد دانست (Ojagh *et al.*, 2010). تشکیل مجموع بازهای نیتروژنی فرار در گوشت ماهی به طور عمده نتیجه شکستن پروتئین‌هاست که مربوط به فعالیت‌های میکروبی و آنزیم‌های پروتئولیتیک است (Yasin and Abou-Taleb, 2007). نتایج این تحقیق نشان داد که شاخص مجموع بازهای نیتروژنی فرار در تیمار ۵ درصد تا روز ۱۵ کمتر از حد استاندارد تعیین شده (۳۰ - ۳۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم گوشت) بود (Huss, 1996; Ababouch *et al.*, 1995). در صورتی که، در نمونه‌های شاهد و ۱ درصد به ترتیب در روزهای ۱۲ و ۱۵ نگهداری از حد استاندارد تعیین‌شده بالاتر بود. عصاره پوست پرتقال با کاهش pH و بار میکروبی در ترکیبات نیتروژنی فرار تأثیر می‌گذارد و موجب تجزیه کمتر پروتئین‌ها از طریق میکروارگانیسم‌ها می‌شود و در مجموع بازهای نیتروژنی فرار نمونه‌های حاوی عصاره

فیله‌های تیمارشده با عصاره ۵ درصد پوست پرتقال را در مقایسه با سایر تیمارها تأیید می‌کند. بنابراین، استفاده از غلظت ۵ درصد عصاره پوست پرتقال برای نگهداری فیله ماهیان توصیه می‌شود.

عصاره پوست پرتقال به فیله‌های ماهی کپور معمولی به طور معنی‌داری اکسیداسیون لیپید را به تأخیر می‌اندازد و باعث افزایش زمان ماندگاری محصول می‌شود. نتایج آزمایش‌های شیمیایی و حسی این مطالعه، عملکرد بهتر

References

- [1]. Ababouch, L.H., Souibri, L., Rhaliby, K., Ouahdi, O., Battal, M., Busta, F.F., 1996. Quality changes in sardines (*Sardina pilchardus*) stored in ice and at ambient temperature. *Food Microbiology* 13(2), 123-132.
- [2]. Almada-Ruiz, E., Martínez-Téllez, M.A., Hernández-Alamos, M.M., Vallejo, S., Primo-Yúfera, E., Vargas-Arispuro, I., 2003. Fungicidal potential of methoxylated flavones from citrus for in vitro control of *Colletotrichum gloeosporioides*, causal agent of anthracnose disease in tropical fruits. *Pest Management Science* 59(11), 1245-1249.
- [3]. AOAC., 2002. Official Methods of Analysis of AOAC International (17th ed). MD, USA: Association of Official Analytical Chemistry.
- [4]. ASTM. 1969. Manual on Sensory Testing Methods. American Society for Testing and Materials, 1916 Race Street, Philadelphia, pa. 19103, 34-42 pp.
- [5]. Attouchi, M., Sadok, S., 2010. The effect of powdered thyme sprinkling on quality changes of wild and farmed gilthead sea bream fillets stored in ice. *Food Chemistry* 119, 1527–1534.
- [6]. Baydar, N.G., Özkan, G., Sağdıç, O., 2004. Total phenolic contents and antibacterial activities of grape (*Vitis vinifera* L.) extracts. *Food Control* 15(5), 335-339.
- [7]. Chaijan, M., Benjakul, S., Visessanguan, W., Faustman, C., 2006. Changes of lipids in sardine (*Sardinella gibbosa*) muscle during iced storage. *Food Chemistry* 99(1), 83-91.
- [8]. Chidanandaiah., Keshri, R.C., Sanyal, M.K., 2009. Effect of sodium alginate coating with preservatives on the quality of meat patties during refrigerated (4 ± 1 C) storage. *Journal of Muscle Foods* 20(3), 275-292.
- [9]. Fan, W., Sun, J., Chen, Y., Qiu, J., Zhang, Y., Chi, Y., 2009. Effects of chitosan coating on quality and shelf life of silver carp during frozen storage. *Food Chemistry* 115(1), 66–70.
- [10]. 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.
- [11]. Fennema, O.R., 1996. Food chemistry. New York Marcel Dekker, U.S.A.
- [12]. Frangos, L., Pyrgotou, N., Giatrakou, V., Ntzimani, A., Savvaidis, I. N., 2010. Combined effects of salting, oregano oil and vacuum-packaging on the shelflife of refrigerated trout fillets. *Food Microbiology* 27(1), 115–121.
- [13]. Gorinstein, S., Milena, C., Ivana, M., Haruenkit, R., Park, Y.S., Jung, S.T., Yamamoto, K., Ayala, A.L.M., Katrich, E., Trakhtenberg, S., 2004. Characterization of antioxidant compounds in Jaffa sweeties and white grapefruits. *Food Chemistry* 84(4), 503-510.
- [14]. Gram, L., Huss, H.H., 1996. Microbiological spoilage of fish and fish products. *International Journal of Food Microbiology* 33(1), 121-137.
- [15]. Guo, C., Yang, J., Wei, J., Li, Y., Xu, J., Jing, Y., 2003. Antioxidant activities of peel, pulp and seed fractions of common fruits as determined by FRAP assay. *Nutrition Research* 23(12), 1719-1726.

- [16]. Hulin, H.O., 1994. Oxidation of lipid, In: Shahidi F, Botta JR editors. Seafood chemistry processing technology and quality. Blackie Academic Professional Glasgow; 49-74 pp.
- [17]. Huss, H.H., 1995. Quality and Quality Changes In Freshwater Fish. FAO Fisheries Technical Paper, No. 348, Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations, Rome, Italy. 195 pp.
- [18]. Kang, H.J., Chawla, S.P., Jo, C., Kwon, J.H., Byun, M.W., 2006. Studies on the development of functional powder from citrus peel. *Bioresource Technology* 97(4), 614-620.
- [19]. Kostaki, M., Giatrakou, V., Sawaidis, I.N., Kontominas, M.G., 2009. Combined effect of MAP and thyme essential oil on the microbiological, chemical and sensory attributes of organically aquacultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fillets. *Food Microbiology* 26(5), 475-482.
- [20]. Lakshmanan, P.T., 2000. Fish spoilage and quality assessment. In T. S. G. Iyer, M. K. Kandoran, Mary Thomas, and P. T. Mathew (Eds.), *Quality assurance in seafood processing*. (pp. 26–40). Cochin: Society Fisher Techno (India).
- [21]. Lin, C.C., Lin, C.S., 2005. Enhancement of the storage quality of frozen bonito fillet by glazing with tea extracts. *Food Control* 16(2), 169-175.
- [22]. Makkar, H.P.S., 2000. Quantification of Tannins in Tree Foliage. A Laboratory Manual for the FAO/IAEA Co-ordinated Research Project on Use of Nuclear and Related techniques to Develop Simple Tannin Assays for Predicting and Improving the safety and Efficiency of Feeding Ruminants on Tanniniferous Tree Foliage. Joint FAO/IAEA of Nuclear Techniques in Food and Agriculture. Animal Production and Health Sub-programme, FAO/IAEA Working Document. IAEA, Vienna, Austria.
- [23]. Manju, S., Leema, J., Srinivasa Gopal, T.K., Ravishankar, C.N., Lalitha K.V., 2007. Effects of sodium acetate dip treatment and vacuum-packaging on chemical, microbiological, textural and sensory changes of Pearlsport (*Etroplus suratensis*) during chill storage. *Food Chemistry* 102(1), 27-35.
- [24]. Maeda-Yamamoto, M., Kawahara, H., Tahara, N., Tsuji, K., Hara, Y., Isemura, M., 1999. Effects of tea polyphenols on the invasion and matrix metalloproteinases activities of human fibrosarcoma 1080 cells. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 47(6), 2350-2354.
- [25]. Mexis, S.F, Chouliara, E., Kontominas, M.G., 2009. Combined effect of an oxygen absorber and oregano essential oil on shelf life extension of rainbow trout fillets stored at 4 degrees C. *Food Microbiology* 26(6), 598-605.
- [26]. Namulema A, Muyonga JH, Kaaya AN. 1999. Quality deterioration in frozen Nile perch (*Lates niloticus*) stored at -13 and -27°C. *Food Research International* 32(2): 151- 156.
- [27]. Ojagh, S.M., Rezaei, M., Razavi, S.H., Hosseini, S.M.H., 2010. Effect of chitosan coating enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout. *Food chemistry* 120(1): 193-198.
- [28]. Özogul, Y., Özyurt, G., Özogul, F., Kuley, E., Polat, A., 2005. Freshness assessment of European eel (*Anguilla anguilla*) by sensory, chemical and microbiological methods. *Food Chemistry* 92(4), 745–751.
- [29]. Özogul, F., Polat, A., Özogul, Y., 2004. The effects of modified atmosphere packaging and vacuum packaging on chemical, sensory and microbiological changes of sardines (*Sardina*

- pilchardus). Food Chemistry 85(1), 49-57.
- [30]. Pacheco-Aguilar, R., Lugo-Sanchez, M.E., Robles-Burgueno, M.R., 2000. Postmortem biochemical and functional characteristic of monterey sardine muscle stored at 0 degree C. Journal of Food Science 65(1): 40-47.
- [31]. Parish, M.E., Baum, D., Kryger, R., Goodrich, R., Baum, R., 2003. Fate of salmonellae in citrus oils and aqueous aroma. Journal of Food Protection 66(9), 1704-1707.
- [32]. Sakanaka, S., Tachibana, Y., Okada, Y., 2005. Preparation and antioxidant properties of extracts of Japanese persimmon leaf tea (Kakinoha-cha). Food Chemistry 89(4), 569-575.
- [33]. Sallam, Kh.I., Ishioroshi, M., Samejima, K., 2004. Antioxidant and antimicrobial effects of garlic in chicken sausage. LWT-Food Science Technology 37(8): 849-855.
- [34]. Tokur, B., Ozkutuk, S., Atici, E., Ozyurt, G., Ozyurt, C.E., 2006. Chemical and sensory quality changes of fish fingers, made from mirror carp (*Cyprinus carpio*), during frozen storage (-18 C). Food Chemistry 99, 335-341.
- [35]. Tzung-Hsun, T., Tsung-Hsien, T., You-Chia, C., Chi-Wei, L., Po-Jung, T., 2008. In vitro antimicrobial activities against cariogenic streptococci and their antioxidant capacities: A comparative study of green tea versus different herbs. Food Chemistry 110(4), 859-864.
- [36]. Yasin, N.M.N., Abou-Taleb, M., 2007. Antioxidant and antimicrobial effects of marjoram and thyme in coated refrigerated semi fried mullet fish fillets. World Journal of Dairy and Food Sciences 2(1), 1-9.
- [37]. Yilmaz, M., Ceylan, Z.G., Kocaman, M., Kaya, M., Yilmaz, H., 2009. The effect of vacuum and modified atmosphere packaging on growth of *Listeria* in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets. Journal of Muscle Foods 20(4), 465-477.
- [38]. Yin, M.C., Cheng, W.S., 2003. Antioxidant and antimicrobial effects of four garlic-derived organosulfur compounds in ground beef. Meat Science 63(1), 23-28.
- [39]. Zar, J.H., 1996. Biostatistical Analysis. Third edition. Prentice Hall. Upper Saddle River, NJ, USA, 662 pp.