تعیین زمان ماندگاری فیله ماهی کپور معمولی غوطه‌ور شده در عصاره دارچین طی نگهداری در یخچال

فریبرز قجقی[a]، سیدپژمان حسینی شکرابی[*b]،عالیه تکه [c]

[a] استادیار گروه شیلات، واحد آزادشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، گلستان، ایران
[b] استادیار گروه شیلات، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
[c] کارشناس ارشد گروه شیلات، واحد آزادشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، گلستان، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۰۱/۱۳ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۰۴/۲۳

چکیده

مقدمه: مطالعه حاضر به منظور ارزیابی تأثیر غلظت‌های مختلف عصاره دارچین بر تغییرات برخی فاکتورهای کیفی شیمیایی، باکتریایی و حسی فیله‌های ماهی کپور معمولی در شرایط نگهداری در یخچال انجام گرفت.

مواد و روش‌ها: فیله‌های ماهی کپور معمولی با وزن تقریبی ۱۰۰ گرم تهیه ودر ۳ تیمار آزمایشی با ۳ تکرار به مدت ۱۰ دقیقه درون محلول‌های واجد ۰ (کنترل)، ۱/۵ و ۳ درصد عصاره الکلی دارچین غوطه‌ور شده و درون کیسه‌های پلی‌اتیلنی در یخچال نگهداری شدند (۴±۱°C). آزمون‌های شیمیایی شامل شاخص پراکسید، تیوباربیتوریک اسید، مجموع بازهای نیتروژنی فرار و آزمون‌های باکتریایی شامل شمارش کلی باکتری‌های هوازی مزوفیل و باکتری‌های سرمادوست به همراه ارزیابی حسی در یک دوره زمانی ۲۱ روزه انجام شد.

یافته‌ها: نتایج این مطالعه نشان داد عصاره دارچین ۱/۵ درصد اکسیداسیون چربی و پروتئین‌ها، فساد میکروبی و شاخص‌های حسی را تا روز هفتم آزمایش حفظ کند اما این غلظت نتوانست فساد باکتریایی، تیوباربیتوریک‌اسید، مجموع مواد ازته فرار، pH و شاخص‌های حسی را تا روز چهاردهم در حد قابل قبول پیشنهادی حفظ کند. درحالی که غلظت ۳ درصد دارچین تمامی شاخص‌های فساد را تا روز چهاردهم نگهداری در حد قابل قبول حفظ کرد.

نتیجه‌گیری: عصاره دارچین با غلظت ۳ درصد می تواند به عنوان آنتی اکسیدان طبیعی جهت به تأخیر انداختن سرعت فساد فیله ماهی مورد استفاده قرار گیرد. اما این غلظت نتوانست مانع از افت شاخص‌های تازه‌مانی فیله ماهی کپور معمولی تا روز بیست‌ویکم آزمایش گردد.

واژه‌های کلیدی: *عصاره دارچین، فساد شیمیایی، فساد میکروبی، ماندگاری، ماهی کپور معمولی*

* نویسنده مسئول مکاتبات email: hosseini@srbiau.ac.ir

مقدمه

کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) از ماهیان آب شیرین متعلق به خانواده کپور ماهیان است و جزء مهمترین ماهیان پرورشی است. طبق آخرین سالنامه آماری با میزان تولیدات حدود ۴ میلیون تن رتبه سوم را در میان ماهیان پرورشی پس از کپور ماهیان آمور و فیتوفاگ به خود اختصاص داده است (FAO, 2014). در ایران نیز این گونه ماهی بصورت متراکم پرورش داده شده و سهم بسزایی از تولیدات آبزی پروری کشور مربوط به کپور ماهیان است. از این رو اقدام جهت افزایش زمان نگهداری فرآورده‌های برپایه این منبع غذایی ضروری به نظر می‌رسد.

دارچین (*Cinnamomum zeylanicum*) پوست درختی از خانواده برگ‌بوئیان جزء ادویه‌های بسیار محبوبی است که از گذشته‌های دور مورد استفاده قرار می‌گرفته است و امروزه کاربردهای فراوانی در صنایع غذایی، دارویی، پزشکی، آرایشی و بهداشتی دارد (Cheng *et al.*, 2012). دارچین علاوه بر کاربرد طعم دهندگی، دارای خواص سودمند دیگری مانند فعالیت ضدمیکروبی، ضد اکسایشی، ضددیابت و جلوگیری از تکثیر سلول‌های سرطانی نیز می‌باشد (Singh *et al.*, 2007; Matan *et al.*, 2006; Lee *et al.*, 2003). از طرفی تا کنون تحقیقات اندکی درخصوص بکارگیری عصاره دارچین به عنوان یک نگهدارنده طبیعی در مواد غذایی صورت گرفته است.

ماده غذایی می‌تواند از طریق واکنشهای شیمیایی، میکروبیولوژیکی و آسیب‌های فیزیکی فاسد شود. با این وجود، علت اصلی فساد مواد غذایی شیلاتی فعالیت شیمیایی –بیوشیمیایی و متابولیسم میکروبی است که منجر به بروز بیماری در مصرف کننده، افت ارزش غذایی و تشکیل ترکیباتی با بوی نامطلوب و ناخوشایند می‌شود. به نظر می‌رسد استفاده از فرآورده‌های طبیعی آنتی اکسیدان و آنتی باکتریال راه مناسبی برای کنترل باکتریهای عامل فساد و توسعه زمان ماندگاری غذاهای فرآوری شده باشد (Oussalah *et al.*, 2007; Kuorwel *et al.*, 2011). در این میان عصاره‌های گیاهی از جمله ترکیب‌های طبیعی هستند که خواص ضدمیکروبی و آنتی اکسیدانی آنها توسط محققان مختلف به اثبات رسیده است (Burt, 2004; Singh *et al.*, 2007; Jiang *et al.*, 2011). بطوریکی افزایش مدت زمان نگهداری در شرایط سرد (۲±۴ درجه سانتی‌گراد) از طریق اندازه‌گیری تغییرات برخی فاکتورهای فیزیکوشیمایی، میکروبی و حسی در فیله گیش ماهی غوطه‌ور شده در عصاره رزماری (Gao *et al.*, 2014)، فیله ماهی کپور فیتوفاگ غوطه‌ور شده در عصاره‌های چای سبز (Fan *et al.*, 2008)، سیاه دانه (غلامزاده و همکاران، ۱۳۹۲) و سیر (غیاثوند و همکاران، ۱۳۹۵) و فیله ماهی قزل آلا غوطه‌ور شده در عصاره رزماری (Etemadi *et al.*, 2008) گزارش شده است.

در سال‌های اخیر، مصرف ماهی و غذاهای دریایی نسبت به سایر مواد غذایی به سبب ارزش غذایی بالا رو به افزایش است اما ماهیان به خاطر ترکیبات خود جزء مواد غذایی با قابلیت فسادپذیری بالا تقسیم‌بندی شده و از این رو تحقیقات متعددی جهت افزایش زمان نگهداری این نوع مواد غذایی با ارزش توسط مواد گیاهی بجای مواد شیمیایی انجام شده است (Sánchez-González *et al.*, 2011). بنابراین هدف از این تحقیق، مطالعه برخی تغییرات شیمیایی، باکتریایی و حسی فیله ماهی کپور معمولی غوطه‌ور شده در عصاره الکلی دارچین در دمای یخچال به مدت ۲۱ روز است.

مواد و روش‌ها

- تهیه ماهی

تعداد ۱۲ قطعه ماهی کپور معمولی (میانگین وزن ۱ کیلوگرم) پرورشی تازه از بازار ماهی فروشان در آبان‌ماه ۱۳۹۳ شهرستان گنبدکاووس (استان گلستان، ایران) خریداری شد. نمونه‌ها بلافاصله درون جعبه‌های حاوی یخ (نسبت ماهی به یخ ۲:۱ وزنی/وزنی) در مدت زمان کمتر از یک ساعت به آزمایشگاه منتقل شدند. سپس نمونه‌ها ماهی با آب شست و شو داده و فیله‌هایی با وزن ۱۰۰ گرم در کنار یخ بصورت دستی تهیه شد.

- آماده سازی نمونه‌ها

عصاره الکلی خالص دارچین ازشرکت گیاه اسانس گرگان (استان گلستان، ایران) خریداری شد. فیله‌های ماهیان بصورت تصادفی به سه گروه تقسیم شدند. بنحوی که گروه اول در آب مقطر سرد (گروه شاهد)، گروه دوم و سوم به ترتیب با نسبت۱/۵ و ۳ درصد (حجمی/حجمی) به‌طور جداگانه در عصاره دارچین سردبه مدت ۱۰ دقیقه

قرار داده شدند (قجقی و همکاران، ۱۳۹۴). سپس همه نمونه‌ها از داخل محلول‌ها خارج شده و در داخل کیسه‌های پلی اتیلن (ضخامت ۷۵ میکرومتر) بصورت انفرادی بسته بندی و در یخچال با دمای ۱±۴ درجه سانتی گراد به مدت ۲۱ روز نگهداری شدند. عمل نمونه‌برداری از فیله‌ها به صورت دوره‌ای در فواصل زمانی معین هفت روزه (در روزهای۰، ۷، ۱۴و ۲۱) به‌منظور تعیین برخی شاخص‌های کیفی انجام شد.

- شاخص پراکساید(PV)

در آزمون پراکسید (PV) پس از افزودن مقادیر کافی از روغن در ارلن مایر، اسید استیک کلروفرمی (نسبت ۳ به ۲)، ۰/۵ میلی‌لیتر از محلول یدور پتاسیم اشباع، ۳۰ میلی‌لیتر آب مقطر به آن افزوده شد. مقدار ید آزاد شده در حضور معرف نشاسته ۱ درصد با محلول تیوسولفات سدیم ۰/۰۱ نرمال تیتر گردید و میزان PV به صورت میلی اکی والان گرم در هزار گرم چربی نمونه گزارش شد (Egan *et al.*, 1997).

- شاخص تیوباربیتوریک اسید (TBARs)

شاخص مواد واکنش‌پذیر ۲- تیوباربیتوریک اسید (TBARS) به روش رنگ سنجی انجام شد (Kirk and Sawyer, 1991). در این روش سنجش کمی تشکیل رنگ صورتی حاصل از واکنش یک مولکول مالون دی آلدئید (MDA) با دو مولکول اسید ۲-تیوباربیتوریک (TBA) توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۳۲ نانومتر تعیین و به صورت میلی‌گرم مالون‌دی‌آلدهید در کیلوگرم گوشت بیان شد.

- مقدار مواد ازته فرار (TVB-N)

مقدار کل ازت پایه فرار (TVB-N) به روش Goulas و Kontominas در سال ۲۰۰۵ برآورد شده است. در این روش ۱۰ گرم همگن از نمونه با ۲ گرم اکسید منیزیم (MgO) توسط دستگاه اتوماتیک کلدال به مدت ۲۰ دقیقه تقطیر شد. ماده تقطیر شده در بالن کلدال واجد ۳٪ محلول آبی اسید بوریک و یک شاخص ترکیبی رنگی (انحلال ۰/۱ گرم متیل قرمز و ۰/۱ گرم متیلن بلو در ۱۰۰ میلی لیتر اتانول) جمع آوری شد. پس از آن، محتویات با اسید هیدروکلریک ۰/۱ نرمال تیتر شد. TVB-N با توجه به مصرف اسید هیدروکلریک در ضریب ۱۴ بصورت میلی‌گرم ازت در ۱۰۰گرم تعیین شد.

- اندازه‌گیری pH

۱۰ گرم از فیله ماهی در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر توسط هموژنایزر کامل هموژن شده و pH محتویات فیلتر شده در دمای محیط ثبت گردید (Fan *et al.*, 2008).

- آزمون‌های میکروبی

برای شمارش تعداد باکتری‌ها ابتدا ۱۰ گرم نمونه در ۹۰ میلی‌لیتر محلول سرم فیزیولوژیک (۰/۸۵درصد NaCl) توسط استومکر با همگن شد. سپس رقت های سریال از این رقت آماده و در محیط و شرایط انکوباسیون مناسب کشت داده شدند. تعداد باکتری‌های کل (TVC) و باکتری‌های سرما دوست (PTC) در محیط پلیت کانت آگار به ترتیب در دماهای۳۷°C به مدت ۲ روز و C ۱۰ به مدت ۷ روز با شمارش تک کلنی‌های موجود روی پلیت انجام گرفت. تمامی شمارش‌ها به صورت واحد تشکیل دهنده کلنی در گرم ($\log_{10}$ cfu/g) گزارش گردید (Arashisara *et al.*, 2004).

- ارزیابی حسی

کیفیت حسی نمونه‌های فیله خام ماهیتوسط هفت نفر عضو آموزش دیده از کارکنان آزمایشگاه مورد بررسی قرار گرفت. اعضای پانل به بافت، رنگ، بو و پذیرش کلی توسط روش نه امتیازی هیدونیک (از عدد ۱ بسیاردوست نداشتنی تا ۹ بسیاردوست داشتنی) امتیاز دادند (Amerine *et al.*, 1965).

- تجزیه و تحلیل آماری

کلیه آزمایش‌ها با ۳ تکرار انجام شد. داده‌ها به‌منظور مقایسه آماری به نرم‌افزار SPSS ورژن ۲۰ انتقال داده شد. درصورت نرمال بودن داده از روش آماری One Way ANOVA به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها و تعیین وجود تفاوت آماری معنی‌دار بین تیمارها استفاده شد و از آزمون دانکن به‌منظور گروه‌بندی تیمارها براساس تفاوت آماری بین آنها در سطح ۹۵ درصداستفاده شد.

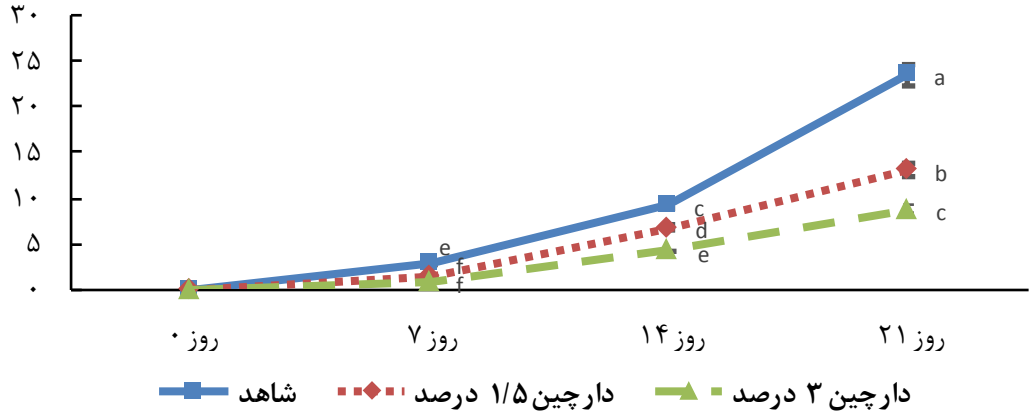
یافته‌ها

- پراکساید

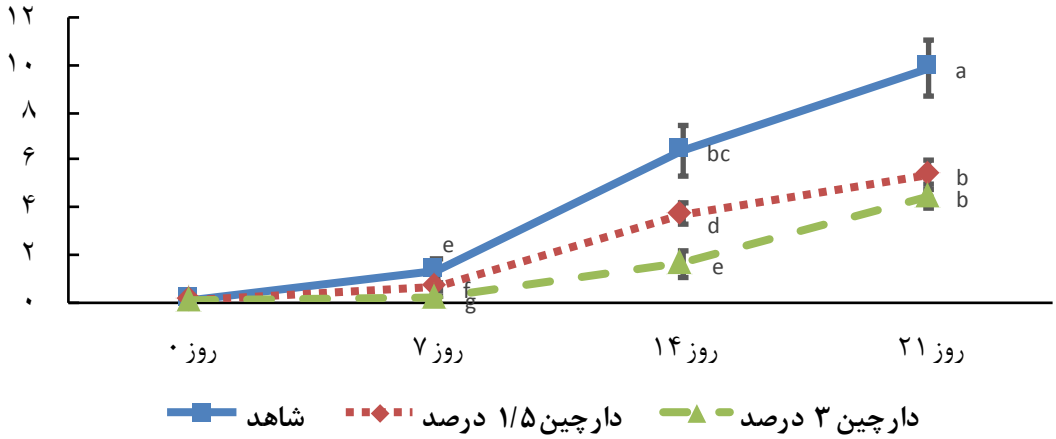
استفاده از عصاره دارچین برای نگهداری فیله ماهی کپور معمولی طی نگهداری دریخچال نشان داد طی هفت روز اول نگهداری شاخص پراکساید نسبت به نمونه شاهد به شکل معنی‌داری کاهش یافت ($p<0/05$) (شکل ۱). روند تغییرات عدد پراکساید بیانگر افزایش چشمگیر این شاخص در روزهای ۱۴ بود که روند افزایش این شاخص در تیمار دارچین ۳ درصد بطور معنی‌داری کندتر بود (شکل ۱). در تیمار شاهد با رسیدن به روز پایانی آزمایش، شاخص پراکساید به ۳/۴۱± ۲۳/۵۳ میلی‌اکی والان در گرم در ۱۰۰۰گرم روغن رسید در حالیکه این شاخص در فیله‌های تیمار شده کمتر مشاهده شد.

- شاخص تیوباربیتوریک اسید

در مطالعه حاضر شاخص تیوباربیتوریک اسید در طول نگهداری افزایش یافت (شکل ۲).درحالی که این افزایش در تیمارهای آزمایشی با آهنگی ملایم‌تر در مقایسه با شاهد بود. مقایسه آماری مقادیر تیوباربیتوریک اسید نشان داد در روزهای هفتم، چهاردهم و بیست‌ویکم تیمارهای آزمایشی تفاوت آماری معنی‌داری را با تیمار شاهد دارند ($P<0/05$). اما تیمارهای عصاره دارچین تنها در روز چهاردهم تفاوت آماری معنی‌داری را نسبت بهم و شاهد نشان دادند اما در روزهای هفتم و بیست‌ویکم هیچ تفاوت آماری معنی‌داری بین آن‌ها مشاهده نشد ($P>0/05$).



شکل ۱- تأثیر متقابل غلظت‌های مختلف عصاره دارچین بر عدد پراکساید (میلی‌ایکی‌والان‌گرم پراکساید در کیلوگرم) فیله ماهی کپور معمولی طی دوره‌های نگهداری در یخچال (حروف انگلیسی مختلف وجود اختلاف معنی‌دار آماری بین میانگین‌ها در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ است).



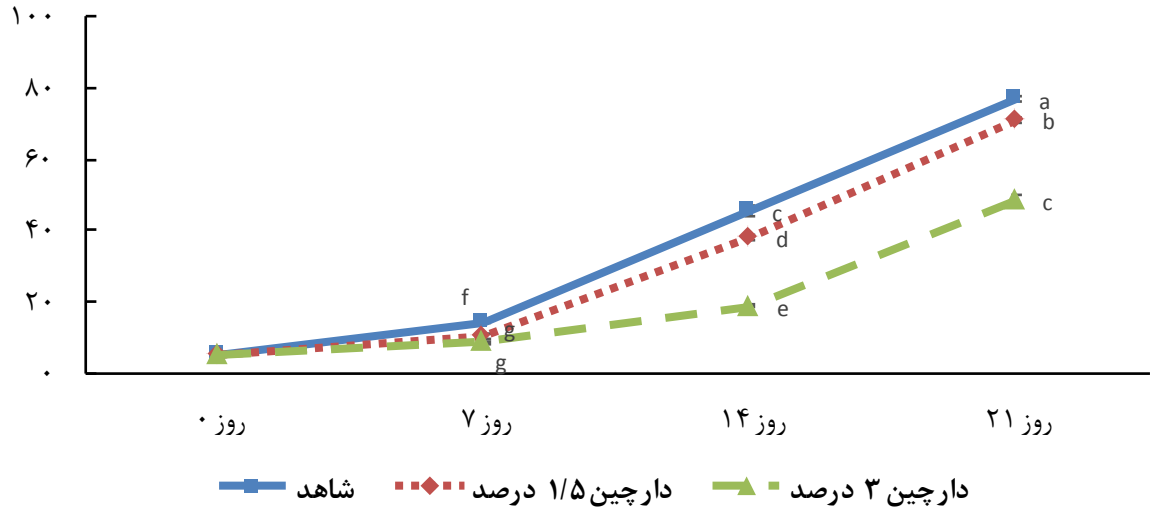
شکل ۲- تأثیر متقابل غلظت‌های مختلف عصاره دارچین بر شاخص تیوباربیتوریک اسید (میلی‌گرم مالون‌آلدهید بر کیلوگرم روغن) فیله ماهی کپور معمولی طی دوره‌های نگهداری در یخچال (حروف انگلیسی مختلف وجود اختلاف معنی‌دار آماری بین میانگین‌ها در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ است).

- مواد ازته فرار کل

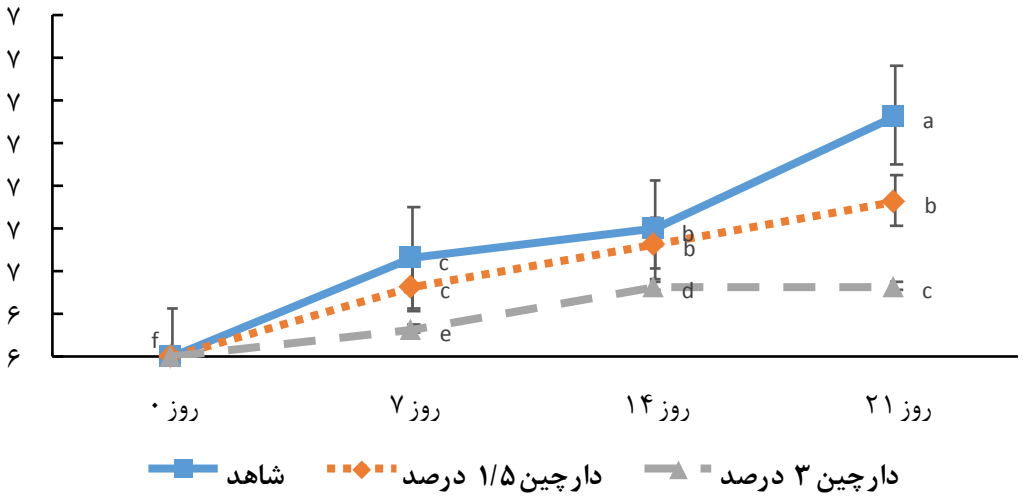
در تیمار شاهد مقدار کل مواد ازته فرار در فیله‌ی ماهی کپور معمولی طی دوره نگهداری در سرماتا روز هفتم به سرعت افزایش یافته و به ۱۴/۳۷ ±۰/۱۲ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم ماده غذایی رسید (شکل ۳). هرچند مقادیر کمتری نسبت به سایر نمونه‌ها در تیمار ۳ درصد عصاره در تمام فواصل اندازه‌گیری مشاهده گردید (p<۰/۰۵).

- pH

در مطالعه حاضر تیمار شاهد و تیمار دارچین ۱/۵ درصد تا روز هفتم یک شتاب مشخص را در افزایش pH نشان دادند (شکل ۴) در حالی‌که این روند در تیمار دارچین ۳ درصد بسیار کم‌تر بود (p<۰/۰۵).



شکل ۳- تأثیر متقابل غلظت‌های مختلف عصاره دارچین بر مواد ازته فرار (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم گوشت) فیله ماهی کپور معمولی طی دوره‌های نگهداری در یخچال (حروف انگلیسی مختلف وجود اختلاف معنی‌دار آماری بین میانگین‌ها در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ است).



شکل ٤- تأثیر متقابل غلظت‌های مختلف عصاره دارچین بر شاخص pH فیله ماهی کپور معمولی طی دوره‌های نگهداری در یخچال (حروف انگلیسی مختلف وجود اختلاف معنی‌دار آماری بین میانگین‌ها در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ است).

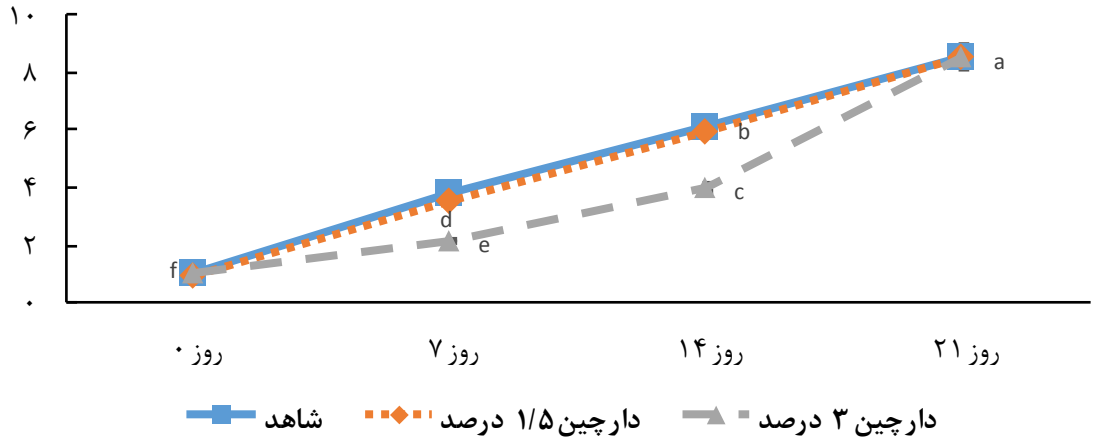
- جمعیت میکروبی

نتایج مطالعه حاضر نشان داد جمعیت باکتریایی کل در دو تیمار شاهد و عصاره دارچین ۱/۵ درصد در تمامی مدت مطالعه با شیب معنی داری روند افزایشی نشان داشته اما در تیمار عصاره دارچین ۳ درصد این شیب افزایشی تا روز چهاردهم بسیار ملایم بوده و از روز چهاردهم به بعد روند افزایش بار باکتریایی کل بسیار سریع‌تر گردید (شکل ۵).

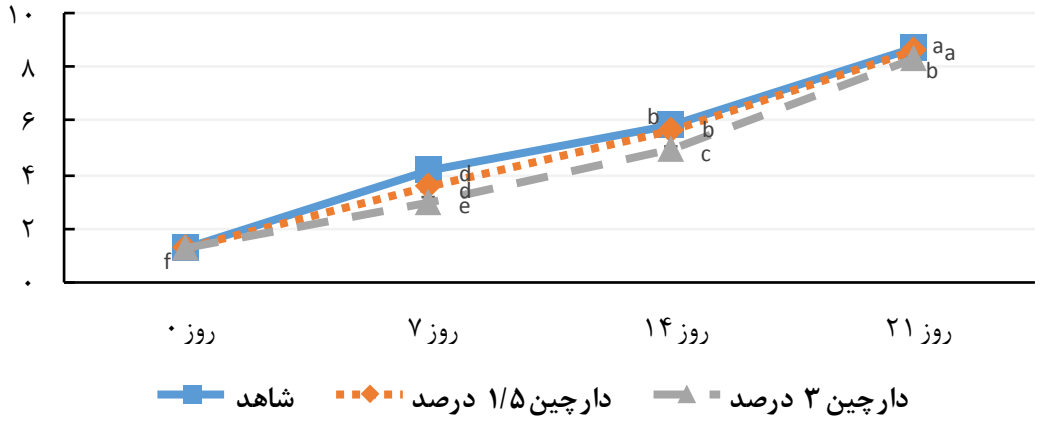
باکتری‌های سرمادوست طی دوره نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد در تیمار شاهد از ۱/۲۳±۰/۰۶ به ۸/۷۳±۰/۰۶ واحد تشکیل دهنده کلنی در گرم در روز بیست‌ویکم رسید (شکل ۶). تعداد باکتری‌های سرمادوست تیمارهای شاهد و تیمار عصاره دارچین ۱/۵ نسبت به تیمار عصاره دارچین ۳ درصد تا روز ۱۴ آزمایش همواره بیشتر($p<۰/۰۵$) بود (جدول ۲).

- ارزیابی حسی

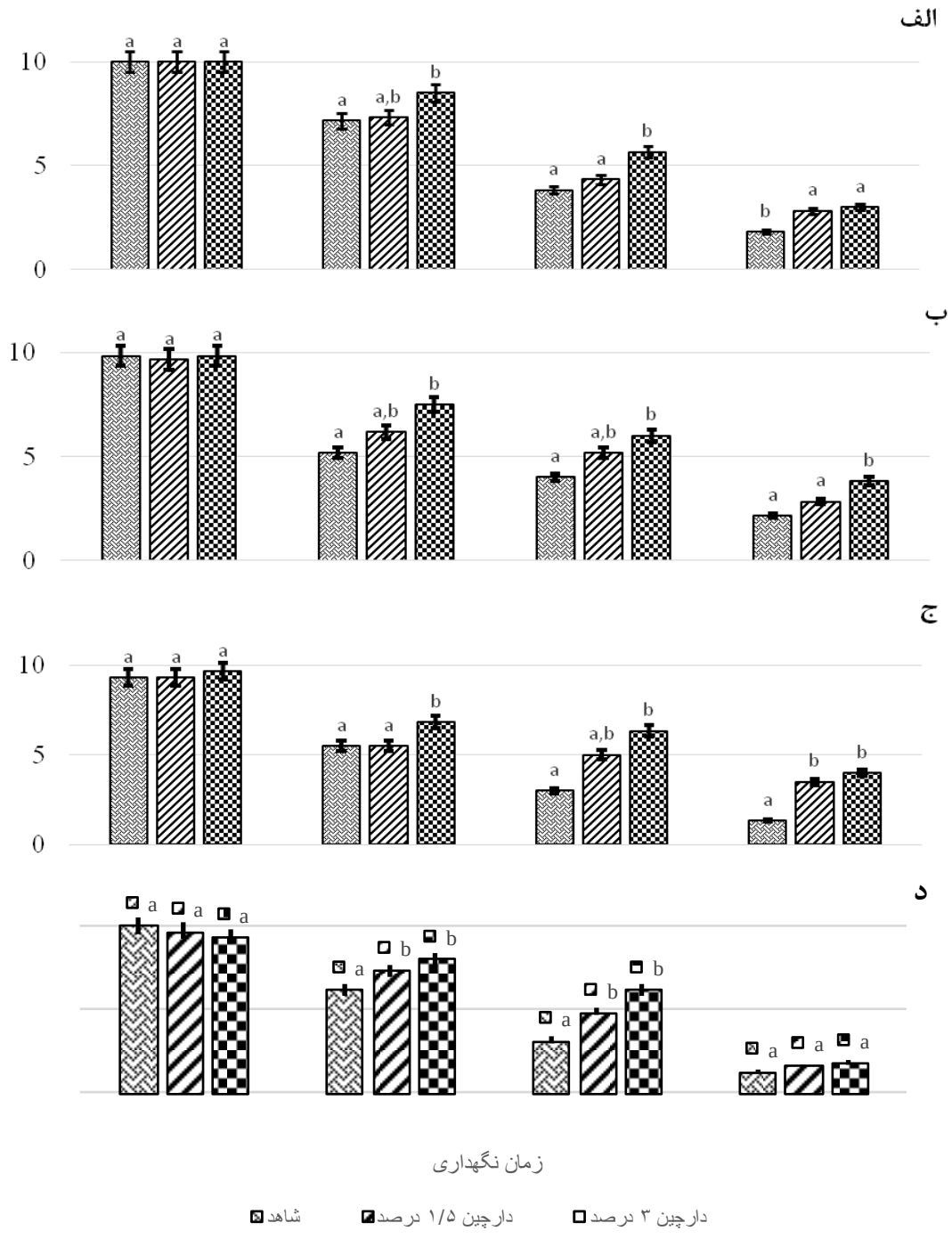
ارزیابی شاخص‌های حسی فیله ماهی در این مطالعه نشان دادکاربرد ۳ درصد عصاره دارچین به طور معنی‌داری موجب بهبود شاخص‌های حسی و افزایش میزان پذیرش ارزیابان تا روز ۱۴ آزمایش شد (شکل ۷).



شکل ۵- تأثیر متقابل غلظت‌های مختلف عصاره دارچین بر تعداد کل باکتری‌های قابل‌مشاهده (Log cfu/g) در فیله ماهی کپور معمولی طی دوره‌های نگهداری در یخچال (حروف انگلیسی مختلف وجود اختلاف معنی‌دار آماری بین میانگین‌ها در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ است).



شکل ٦- تأثیر متقابل غلظت‌های مختلف عصاره دارچین بر تعداد کل باکتری‌های سرمادوست (Log cfu/g) در فیله ماهی کپور معمولی طی دوره‌های نگهداری در یخچال (حروف انگلیسی مختلف وجود اختلاف معنی‌دار آماری بین میانگین‌ها در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ است).



شکل ۷-اثر غوطه وری فیله کپور معمولیدر عصاره دارچین بر امتیازات شاخص‌های رنگ (الف)، بافت (ب)، بو (ج) و پذیرش کلی (د) طی دوره‌های نگهداری در یخچال. میانگین±انحراف معیار (n=7،p<۰/۰۵). حروف مختلف بیانگر اختلاف معنی‌دار بین نمونه‌ها است

بحث

پراکساید معیاری برای تعیین میزان اکسیداسیون اولیه چربی‌ها بخصوص اسیدهای چرب غیراشباع بوده و وضعیت پیشرفت اکسیداسیون چربی‌ها را نشان می‌دهند (Cadun *et al.*, 2008). از طرفی آبزیان به واسطه غنی بودن از گروه اسیدهای چرب چند غیر اشباع مستعد اکسیداسیون هستند و از اینرو بررسی این شاخص در آنها کاربرد فراوانی دارد (Lin and Lin, 2004; Mexis *et al.*, 2009). البته تنها استناد به عدد پراکساید به تنهایی نمی‌تواند برای قضاوت در مورد وضعیت اکسایش چربی‌ها بخصوص در

مورد ماهیان بکار رود، زیرا چنین ترکیباتی معمولاً به‌شدت ناپایدار بوده و تبدیل به ترکیبات اکسیداسیونی ثانویه می‌شوند (Rostamzad *et al.*, 2011) و احتمالاً مقادیر پایین عدد پراکساید در روزهای پایانی آزمایش به دلیل تبدیل شدن آنها به ترکیبات ثانویه باشد. به همین دلیل اندازه‌گیری محصولات ثانویه فرآیندهای اکسایش چربی‌ها مانند شاخص تیوباربیتوریک اسید به همراه عدد پراکساید در بحث کنترل کیفیت انبارداری محصولات گوشتی حائز اهمیت است. شاخص تیوباربیتوریک اسید نشان دهنده تجزیه و اکسید ترکیبات پراکسید به آلدئیدها و کتون ها است (Lindsay, 1991).

دامنه قابل‌قبول شاخص پراکساید برای مصارف انسانی ۲۰-۱۰ میلی‌ایکی والان گرم در کیلوگرم گزارش شده است (Huss, 1995). به نظر می‌رسد نمونه شاهد در روز چهاردهم به این مرز بسیار نزدیک شده است، در حالیکه کاربرد عصاره دارچین به خوبی توانسته است تا روز چهاردهم در هر دو تیمار و تا روز بیست‌ویکم در تیمار عصاره دارچین ۳ درصد شاخص پراکساید را زیر عدد ۱۰ میلی‌ایکی والان گرم در کیلوگرم تثبیت کند. در مطالعه مشابهی ترکیبات پراکساید تا روز ۱۴ نگهداری در شرایط سرد توسط ترکیبات گیاهی مانند عصاره رزمای در ماهی پامپانو زیر عدد ۵ میلی‌ایکی والان گرم در کیلوگرم گزارش شد (Gao *et al.*, 2014).

مشابه با مطالعات قبلی (Yanar and Fenercioglu, 1998; Fan *et al.*, 2008) در این مطالعه نیز شاخص تیوباربیتوریک اسید در تمام نمونه‌ها یک روند افزایشی را در طول آزمایش نشان داد. مقدار شاخص تیوباربیتوریک اسید حدود ۵ بیانگر شرایط مناسب طی دوره نگهداری فرآورده‌های شیلاتی در سرما گزارش شده (Ojagh *et al.*, 2010) البته برخی محققین مقادیر این شاخص را تا ۸ میلی‌گرم مالون‌دی‌آلدهید در کیلوگرم گوشت برای انسان قابل مصرف دانسته‌اند (Ibrahim-Sallam, 2007). با توجه به اینکه شاخص تیوباربیتوریک در تیمار شاهد تا روز هفتم در محدوده‌ی قابل قبول قرار داشت اما در روز چهاردهم شاخص تیوباربیتوریک‌اسید از مرز ۵ گذشته و به عدد ۶/۴۰ رسید که بیانگر شدت فساد اکسیداسیونی بافت فیله در نمونه شاهد می‌باشد. در همین حال مقادیر این شاخص در تیمارهای حاوی عصاره دارچین تا روز چهاردهم زیر عدد ۵ میلی‌گرم مالون‌دی‌آلدهید در کیلوگرم قرار داشته و در روز بیست‌ویکم مقدار این شاخص در تیمار حاوی دارچین ۳ درصد هنوز هم در محدوده‌ی قابل قبول برای مصرف انسانی قرار دارد. بر اساس نتایج مقادیر پراکساید و شاخص تیوباربیتوریک اسید، احتمالاً طول دوره بهینه نگهداری در شرایط سرما برای فیله‌ی ماهی کپور معمولی تیمار شده با عصاره ۳ درصد دارچین ۱۴ روز است.

کاهش شاخص‌های اکسیداسیون چربی در فیله ماهی تیمار شده با عصاره دارچین به دلیل خاصیت آنتی‌اکسیدانی و چلاته‌کنندگی این عصاره به واسطه وجود ترکیبات فنولیک و غیرفنولیک فرار شامل eugenol, camphene, gamma-terpinene, ،coumarin cinnamaldehyde cinnamic acid و cinnacassiol (رنگدانه‌ی زرد و به‌عنوان ماده مؤثره زردچوبه) می‌توان نسبت داد (Souza and Glória, 1998; Suhaj, 2006).

شاخص TVB-N به طور عمده از آمونیاک و آمین‌های نوع اول، دوم و سوم تشکیل شده و ناشی از تخریب پروتئین‌ها و ترکیبات نیتروژنی غیر پروتئینی است که ناشی از فعالیت های میکروبی است (Ruiz-Capillas and Moral, 2005). بطور کلی TVB-N با افزایش مدت زمان ماندگاری افزایش پیدا نمود که این روند افزایشی توسط محققین دیگر نیز در ماهیان گزارش شده است (López-Caballero *et al.*, 2005; Gómez-Estaca *et al.*, 2010). درخصوص این شاخص دامنه ۲۵-۳۰ میلی‌گرم ازت در ۱۰۰ گرم نشان دهنده بروز فساد در فرآورده‌های گوشتی بوده (Lopez-Caballero *et al.*, 2005) و مقدار قابل‌قبول مواد ازته فرار برای مصارف انسانی بر حسب میلی‌گرم ازت در ۱۰۰ گرم گوشت ماهی را حداکثر ۳۰ پیشنهاد کرده‌اند (Ocaño-Higuera *et al.*, 2011). این شاخص در تیمار عصاره دارچین ۳ درصد نسبت به سایر تیمارها کاهش پیدا نمود و مشخص گردید تا روز چهاردهم مانع از افزایش مواد ازته فرار از مقدار توصیه شده بشود. این کاهش احتمالاً به علت اثرات آنتی‌اکسیدانی و آنتی‌میکروبی رنگدانه‌ی زرد در عصاره دارچین (Abdeldaiem, 2014) و می‌تواند به دلیل کاهش جمعیت باکتریایی و یا کاهش سرعت باکتری‌ها در جهت دآمیناسیون اکسیداتیو ترکیبات نیتروژن غیر پروتئینی یا پروتئین‌ها نسبت داد (Banks *et al.*, 1980). ترکیبات

مهم عصاره دارچین شامل سینامیک آلدهید (۸۰-۶۵ درصد) و اوژنـول (۱۰-۵ درصد) بوده که بیشترین اثر ضد باکتریایی مربوط بـه سینامیک آلدهید نسبت داده شده است (کمالی‌روستا و همکاران، ۱۳۹۳).

شاخص pH به عنوان یکی از شاخص‌های ساده و مهم برای قضاوت در مورد تازگی محصولات گوشتی در فیله تازه ماهی در محدوده خنثی است و بسته به گونه ماهی و شرایط پس از مرگ ممکن است این مقدار بین ۷-۶ متغیر باشد (Gao *et al.*, 2014). از آنجا که محدوده‌ی قابل‌قبول pH فیله‌ی ماهی برای مصرف انسانی حدود ۷-۶/۳ است (Erkan *et al.*, 2011)، مشاهده شد که تمامی تیمارهای مورد مطالعه از نظر pH در دامنه‌ی قابل قبولی قرار داشتند. مشابه با سایر تحقیقات معمولاً نگهداری فیله ماهی تیمار شده با عصاره‌های گیاهی تغییرات معنی‌داری در pH آن طی زمان نگهداری ایجاد نمی‌کند (Li *et al.*, 2011; Feng *et al.*, 2012). Gram و Huss در سال ۱۹۹۶ مقدار اندک کربوهیدرات باقی مانده و محتوای اندک اسید لاکتیک در بافت‌های عضلانی ماهی در مدت زمان نگهداری را دلیل اصلی عدم تغییرات pH در ماهیان نسبت داد.

یکی از مهم‌ترین عوامل فساد مواد غذایی فساد از طریق فعالیت‌های باکتریایی بوده، از این رو اندازه‌گیری آن‌ها به‌منظور بررسی وضعیت تازگی و سلامت گوشت ماهی مورد توجه است (Ozogul *et al.*, 2010; Qiu *et al.*, 2014). اثرات ضد میکروبی عصاره دارچین بر روی طیف وسیعی از انواع باکتری‌ها به اثبات رسیده است و این اثرات به علت وجود سینامیک آلدهید نسبت داده شده که با اختلال در فعالیت‌های متابولیکی میکروارگانیسم‌ها سبب از بین رفتن آنها می‌شود (Wendakoon and Sakaguchi, 1995). استفاده از عصاره دارچین برای افزایش مدت تازه‌مانی فراورده‌های ماکیان در شرایط یخچالی از طریق کاهش روند تکثیر باکتری‌ها نیز مورد تایید قرار گرفته است (Khare et al., 2016). افزایش بار باکتریایی با گذشت زمان به خاطر تکثیر تصاعدی باکتری‌ها یک امر طبیعی بوده و مشابه با این تحقیق افزایش همزمان بار باکتریایی کل و باکتری‌های سرمادوست در شرایط نگهداری فیله ماهیان در سرما گزارش شده است (Fan *et al.*, 2008). در مورد بار باکتریایی کل مجاز برای فرآورده‌های شیلاتی مقدار ۷ Log cfu/g گزارش شده است (Gould, 1990). تیمار عصاره دارچین ۳ درصد به خوبی توانست مانع از رشد تصاعدی جمعیت باکتریایی تا روز چاردهم شود. اما باید توجه داشت که هر سه تیمار مورد مطالعه در روز بیست‌ویکم فراتر از حد قابل قبول برای مصرف انسانی را نشان دادند.

تجزیه‌وتحلیل‌های حسی به عنوان ارزیابی تکمیلی در فرآورده‌های غذایی مد نظر گرفته می‌شود (Ozogul *et al.*, 2010) و اتکا تنها به آزمایشات آزمایشگاهی برای قضاوت در مورد تازگی یا فساد فیله ماهی صحیحی نیست. به‌عنوان‌مثال، شاخص بار باکتریایی کل در برگر ماهی قزل‌آلا نگهداری شده در شرایط سرد پایین بود، اما علائم حسی بیانگر فساد شدید در آن بود (Metin *et al.*, 2002). کسب امتیاز حسی زیر ۴ را به‌عنوان محصول غذایی غیرقابل مصرف برای انسان ارزیابی کردند (Amerine, 1965). تیمار عصاره دارچین ۳ درصد در روز چهاردهم نسبت به سایر تیمارها توانست امتیاز بالای ۵ را در تمام شاخص‌های حسی کسب کند. همسو با نتایج این مطالعه، پزشک و همکاران در سال ۱۳۹۱ اثرات ضد اکسیداسیونی عصاره زردچوبه روی شاخص‌های حسی فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان را بیان کرده اند. مطالعات نشان داده است که ترکیبات حاصل از اکسایش چربی‌ها و فعالیت اتولیز عامل اصلی ایجاد بو، طعم و رنگ نامناسب طی مدت زمان نگهداری می‌شود (Fan *et al.*, 2008; Song *et al.*, 2011).

نتیجه‌گیری

غلظت عصاره دارچین ۳ درصد تقریباً در تمامی موارد کیفی مورد مطالعه توانست تا روز چهاردهم در شرایط نگهداری در یخچال به خوبی کیفیت فیله را از نظر میکروبی، شیمیایی و حتی حسی در حد قابل مصرف انسانی حفظ کند. بنابراین نتایج این مطالعه ضمن تایید اثرات مثبت عصاره‌ی دارچین در افزایش زمان ماندگاری فیله ماهی کپور معمولی، این عصاره می‌تواند به عنوان یک ماده نگه‌دارنده طبیعی با خواص ضداکسیداسیون و ضدباکتریایی جهت حفظ شاخص‌های کیفی ماهیان در شرایط انبارداری سرد مورد استفاده قرار گیرد.

منابع

پزشک، س.، رضایی، م.، راشدی، ح. و حسینی، ه. (۱۳۹۱). مطالعه اثر ضد باکتریایی و ضد اکسیداسیونی عصاره زردچوبه (*Curcuma Longa*) در شرایط آزمایشگاهی بر ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*mykiss Oncorhynchus*). علوم و صنایع غذایی، سال ۹، شماره ۳۵، ۸۷-۷۷.

غیاثوند، ز.، راضیه، م.، قجقی، ف. و چنگیزی، ر. (۱۳۹۵) بررسی تاثیر غوطه وری فیلۀ ماهی فیتوفاگ (*Hypophthalmichthys molitrix*) در عصاره سیر، بر برخی فاکتورهای کیفیت گوشت نگهداری شده در یخچال. دامپزشکی ایران، سال ۱۲، شماره ۲، ۷۲-۸۴.

قجقی، ف.، حسینی شکرابی، س.پ. و محمدی، ا. (۱۳۹۴). اثر ضدباکتریایی و آنتی اکسیدانی اسید اسکوربیک بر فیله ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) نگهداری شده در یخچال. میکروب شناسی مواد غذایی، سال دوم، شماره ۱، ۲۵-۱۳.

کمالی روستا، ل.، قوامی، م.، الهامی راد، ا. و عزیزی نژاد، ر. (۱۳۹۳). بررسی خاصیت آنتی اکسیدانی و چلاته کنندگی عصاره دارچین. علوم غذایی و تغذیه، سال ۱۱، شماره ۲، ۴۶-۳۷.

Abdeldaiem, M. H. (2014). Use of yellow pigment extracted from turmeric (*Curcuma Longa*) rhizomes powder as natural food preservative. American Journal of Food Science and Technology, 2(1), 36-47.

Amerine, M. A., Pongborn, R. H. & Roescler, E. B. (1965). Principles of sensory evaluation of food. New York: Academic Press, p. 602.

Arashisara, S., Hisara, O., Kayab, M. & Yanik, T. (2004). Effects of modified atmosphere and vacuum packaging on microbiological and chemical properties of rainbow trout (*Oncorynchus mykiss*) fillets. International Journal of Food Microbiology, 97, 209–214.

Banks, H., Nickelson, R. & Finne, G. (1980). Shelf life studies on carbon dioxide packaged finfish from Gulf of Mexico. Journal of Food Science, 45, 157–162.

Burt, S. A. (2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods: a review .International Journal of Food Microbiology, 94, 223–253.

Cadun, A., Duygu, K. l., ükran, S., Akl, C. (2008). Marination of deep-water pink shrimp with rosemary extract and the determination of its shelf-life. Food Chemistry, 109, 81-87.

Cheng, D. M., Kuhn, P., Poulev, A., Rojo, L .E., Lila, M. A. & Raskin, I. (2012). In vivo and in vitro antidiabetic effects of aqueous cinnamon extract and cinnamon polyphenol-enhanced food matrix. Food Chemistry, 135(4), 2994-3002.

Egan, H., Kirk, R. S. & Sawyer, R. (1997). Pearson's Chemical Analysis of Food. 9th Edition. Longman Scientific and Technical, 609-634.

Erkan, N., Tosun, Ş. Y., Ulusoy, Ş. & Üretener, G. (2011). The use of thyme and laurel essential oil treatments to extend the shelf life of bluefish (*Pomatomus saltatrix*) during storage in ice. Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, 6(1), 39-48.

Etemadi, H., Rezaei, M. & Abediyan, A. (2008). Anti-bacterial and antioxidant potential of extracts of rosemary (*Rosmarinus officinalis*) on the shelf-life of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Journal of Food Science, 5, 67- 77.

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

FAO. (2014). The State of World Fisheries and Aquaculture 2012, Fisheries and Aquaculture Department, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, 230 p.

Feng, L. F., Jiang, T. J., Wang, Y. B. & Li, J. R. (2012). Effects of tea polyphenol coating combined with ozone water washing on the storage quality of black sea bream (*Sparus macrocephalus*). Food Chemistry, 135, 2915-2921.

Gao, M., Feng, L., Jiang, T., Zhu, J., Fu, L ,. Yuan, D. & Li, J. (2014). The use of rosemary extract in combination with nisin to extend the shelf life of pompano (*Trachinotus ovatus*) fillet during chilled storage. Food Control, 37, 1-8.

Gómez-Estaca, J., Lacey, A. L. D., López-Caballero, M. E., Gómez-Guillén, M. C. & Montero, P. (2010). Biodegradable gelatinechitosan films incorporated with essential oils as antimicrobial agents for fish preservation. Food Microbiology, 27, 889-896.

Goulas, A. E. & Kontominas, M. G. (2007). Combined effect of light salting, modified atmosphere packaging and oregano essential oil on the shelf-life of sea bream (*Sparus aurata*) :Biochemical and sensory attributes. Food Chemistry, 100(1), 287-296.

Gould, G. W. (1990). Micro-organisms in foods 2. Sampling for microbiological analysis: Principles and specific applications: ICMSF, Blackwell Scientific Publications, London, p. 293.

Gram, L. & Huss, H. H. (1996). Microbiological spoilage of fish and fish products. International Journal of Food Microbiology, 33, 121-137.

Huss, H. H. (1995). Quality and quality changes in fresh fish. Food & Agriculture Organization. No. 348

Ibrahim Sallam, K. (2007). Antimicrobial and antioxidant effects of sodium acetate, sodium lactate, and sodium citrate in refrigerated sliced salmon. Food Control, 18, 566-575.

Jiang, Y., Wu, N., Fu, Y.J., Wang, W., Luo, M., Zhao, C.J., Zu, Y.G. & Liu, X.L. (2011). Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of Rosemary. Environmental toxicology and pharmacology, 32(1), 63-68.

Khare, A. K., Abraham, R. J. J., Rao, V. A. & Babu, R. N. (2016) Utilization of carrageenan, citric acid and cinnamon oil as an edible coating of chicken fillets to prolong its shelf life under refrigeration conditions. Veterinary World, 9, 166-175.

Kirk, R. S & Sawyer, R. (1991). Pearson's composition and analysis of foods. London: Longman.

Kuorwel, K. K., Carn, M. J., Sonneveld, K., Miltz, J. & Bigger, S.W. (2011). Antimicrobial activity of biodegradable polysaccharide and protein-based films containing active agents. Journal of Food Sciences, 76: 90-102.

Lee, J. S., Jeon, S. M., Park, E. M., Huh, T. L., Kwon, O. S., Lee, M. K. & Choi, M.S. (2003). Cinnamate supplementation enhances hepatic lipid metabolism and antioxidant defense systems in high cholesterolfed rats. Journal of Medicinal Food, 6, 183-191.

Li, X. P., Li, J. R., Zhu, J. L., Wang, Y. B., Fu, L. L. & Xuan, W. (2011). Postmortem changes in yellow grouper (*Epinephelus awoara*) fillets stored under vacuum packaging at 0°C. Food Chemistry, 126, 896-901.

Lin C. C. & Lin C. S. (2004). Enhancement of the storage quality of frozen bonito fillet by glazing with tea extracts. Food Chemistry, 16(2), 169-175.

Lindsay, R. C. (1991). Flavour of fish. Paper presented at 8th World Congress of Food Science & Technology, 29th September–4th October, Toronto, Canada.

López-Caballero, M. E., Gómez-Guillén, M. C., Pérez-Mateos, M. & Montero, P. (2005). A chitosan-gelatin blend as a coating for fish patties. Food Hydrocolloids, 19, 303-311.

Lopez-Caballero, M. E., Perez-Mateos, M., Montero, P. & Borderias, A. J. (2000). Oyster preservation by high-pressure treatment. Journal of Food Protection, 63(2), 196-201.

Matan, N., Rimkeeree, H., Mawson, A.J., Chompreeda, P., Haruthaithanasan, V. & Parker, M. (2006). Antimicrobial activity of cinnamon and clove oils under modified atmosphere conditions. International Journal of Food Microbiology, 107, 180-185.

Mexis S. F., Chouliara E. & Kontominas M. G. (2009). Combined effect of an oxygen absorber and oregano essential oil on shelf-lif extension of rainbow trout fillets stored at 4°C. Food Microbiology, 26, 605-598.

Ocaño-Higuera, V. M., Maeda-Martínez, A. N., Marquez-Ríos, E., Canizales- Rodríguez, D. F., Castillo-Yáñez, F. J. & Ruíz-Bustos, E. (2011). Freshness assessment of ray fish stored in ice by biochemical, chemical and physical methods. Food Chemistry, 125, 49-54.

Ojagh S. M., Rezaei M., Razavi S. H. & Hosseini S. M. H. (2010). Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout. Food Chemistry, 120, 193-198.

Oussalah, M., Caillet, S., Saucier, L. & Lacroix, M. (2007). Inhibitory effects of selected plant essential oils on the growth of four pathogenic bacteria: E coli 0157:H7, *Salmonella typhimurium* ,*Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes*. Food Control, 18: 414-420.

Ozogul Y., Ayas D., Yazgan H., Ozogul F., Boga E. K. & Ozyurt G. (2010). The capability of rosemary extract in preventing oxidation of fish lipid. International Journal of Food Science and Technology, 45, 1723-1717.

Qiu, X., Chen, S., Liu, G. & Yang, Q. (2014). Quality enhancement in the Japanese sea bass (*Lateolabrax japonicas*) fillets stored at 4°C by chitosan coating incorporated with

citric acid or licorice extract. Food Chemistry, 162, 156-160.

Rostamzad, H., Shabanpour, B., Shabani, A. & Shahiri, H. (2011). Enhancement of the storage quality of frozen Persian sturgeon fillets by using of ascorbic acid. International Food Research Journal, 18, 109-116.

Ruiz-Capillas, C. & Moral, A. (2001). Residual effect of CO_2 on hake (*Merluccius merluccius*) stored in modified and controlled atmospheres. European Food Research and Technology, 212: 413-420.

Sánchez-González, L., Vargas, M ,. Gonzalez-martinez, C., Chiralt, A. & Chafer, M. (2011). Use of Essential oils in Bioactive Edible Coatings. Food Engineering Reviews, 3, 1-16.

Singh, G., Maurya, S., Delampasona, M. P. & Catalan, C. A. N. (2007). A comparison of chemical, antioxidant and antimicrobial studies of cinnamon leaf and bark volatile oils, oleoresins and their constituents. Food and Chemical Toxicology, 45(9), 1650-1661.

Song, Y., Liu, L., Shen, H., You, J. & Luo, Y. (2011). Effect of sodium alginate-based edible coating containing different anti-oxidants on quality and shelf life of refrigerated bream (*Megalobrama amblycephala*). Food Control, 22(3), 608-615.

Souza C. R. A. & Glória, M. B. A. (1998). Chemical analysis of turmeric from Minas Gerais, Brazil and comparison of methods for flavour free oleoresin. Brazilian Archives of Biology and Technology, 41(2), 1-7.

Suhaj, M. (2006). Spice antioxidants isolation and their antiradical activity: a review. Journal of Food Composition, 19, 531-7.

Wendakoon, C. N. & Sakaguchi, M. (1995). Inhibition of amino acid decarboxylase activity of *Enterobacter aerogenes* by active components in spices. Journal of Food Protection, 58, 280-283.

Yanar, Y. & Fenercioglu, H. (1998). The utilization of carp (*Cyprinus carpio*) flesh as fish ball. Turkish Journal of Veterinary and Animal Science, 23, 361-365.