اثر آنتي‌اکسیدانهاي طبیعی بر کیفیت ماهی کیلکاي معمولي (*Clupeonella cultriventris caspia*) به هنگام نگهداري در یخ

سید مهدی اجاق[1]، محمد علی سحری [2]*، مسعود رضایی[3]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور
۲- دانشیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران
۳- استادیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور

چکیده

اثر آنتی‌اکسیدانهای طبیعی β- کاروتن در غلظت ppm ۱۰۰ به همراه ۰/۱g اسید اسکوربیک به عنوان سینرژیست (BC۱۰۰) و پلی فنلهای چای در غلظتppm ۲۰۰ (PP۲۰۰) بر کیفیت ماهی کیلکای معمولی به هنگام نگهداری در یخ مطالعه شد. شاخصهای عدد پراکسید (PV) و اسید تیوباربیتوریک(TBA) در زمانهای ۱۴، ۳۸ و ۶۲ ساعت پس از صید اندازه‌گیری و با نمونه مشابه بدون آنتی اکسیدان شاهد مقایسه شدند. براساس نتایج آماری، اگرچه در همه تیمارها با گذشت زمان مقادیرPV وTBA به شکل معناداری (P<۰/۰۵) افزایش یافت اما نمونه‌های حاوی آنتی اکسیدان در مقایسه با نمونه شاهد در هر سه زمان (۱۴، ۳۸ و۶۲ ساعت) به شکل معناداری (p<۰/۰۵) PV و TBA کمتری داشت. با توجه به نتایج حاصل از آزمایش ارگانولپتیکی (صفات رنگ، بو، بافت، طعم و پس طعم) و نبود تفاوت معنادار میان دو آنتی اکسیدان می‌توان استفاده از هر دو نوع آنتی اکسیدان را در نگهداری این ماهی توصیه کرد.

کلید واژگان: کیلکای معمولی، آنتی اکسیدان طبیعی، β- کاروتن، پلی فنلهای چای، نگهداری در یخ، ماهی تازه.

۱- مقدمه

ماهی یکی از منابع مهم و با ارزش پروتئین، چربی و انرژی به شمار می‌آید[۱]. در این میان چربی ماهیان منبع مهمی از اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه و امگا ۳ که به طور عمده DHA[1] وEPA[2] است [۲]. نقش DHA در توسعه سلولهای مغزی و شبکیه چشم طی دوره بارداری و نقش EPA در جلوگیری از ظهور بیماریهای قلبی به اثبات رسیده است [۳، ۴]. اما از طرفی چربی ماهیان به دلیل داشتن مقدار قابل توجهی از اسیدهای چرب با چند پیوند دوگانه (PUFA) در مقابل فسادهای ناشی از اکسیداسیون بسیار حساس است و دچار آسیب دیدگی می‌شود [۵، ۶].

ترکیبات فرار حاصل از شکسته شدن، واکنش اکسیداسیون و واکنش هیدرولیتیک چربیها (هیدروپراکسیدها، آلدئیدها، کتونها، اسیدهای چرب و ...) بو، طعم، رنگ، بافت، ارزش غذایی و به طور کلی کیفیت ماهی را دستخوش تغییر می‌کند و باعث عدم مطلوبیت برای مصرف کنندگان این منبع مهم و با ارزش غذایی می‌شود [۷، ۸، ۹].

* نویسندهٔ مسؤول مقاله: تلفن: ۰۲۱۴۴۱۹۶۵۲۴ ، E-mail: Sahari@modares.ac.ir

1. Docosahexaenoic acid
2. Eicosapentaenoic acid

Archive of SID
www.SID.ir

اندازه‌گیری پراکسید برای تعیین مقدار محصولات اولیه اکسیداسیون چربی (هیدروپراکسیدها) به‌کار می‌رود [۱] که معرف درجه پیشرفت اکسیداسیون و در نتیجه کاهش کیفیت ماهی می‌باشد و در مطالعات زیادی از این شاخص برای سنجش مقادیر اولیه فساد استفاده شده است [۱، ۲].

مواد واکنشی ۲- تیوباربیتوریک اسید TBARS[1] معمولاً برای سنجش وضعیت اکسیداسیونی غذاهای گوشتی به‌کار می‌روند[۱۰] در واقع میزان محصولات ثانویه اکسیداسیونی چربی (عمدتاً آلدئیدها یا کربونیل) را نشان می‌دهند که موجب طعم بد در روغنهای اکسید شده و محصول می‌شود [۲].

اقداماتی در جلوگیری یا به تعویق انداختن فساد ماهیها و فرآورده‌های آن گزارش شده است که از آن جمله می‌توان به کنترل درجه حرارت، سرد کردن و انجماد، کنترلهای لازم در محل فرآوری، بسته بندی تحت خلاء[2]، بسته‌بندی در اتمسفر اصلاح شده[3] و همچنین افزودن آنتی‌اکسیدان اشاره کرد [۲، ۷، ۱۰].

در ایران امکان انجماد بلافاصله پس از صید یا روی عرشه وجود ندارد؛ بنابراین انتخاب بهترین شیوه ممکن برای حمل صید فراوان کیلکا ماهیان به محل فرآوری، امری منطقی است [۱۱]. اضافه کردن آنتی اکسیدان به مواد غذایی یکی از مؤثرترین شیوه‌های کاهش سرعت اکسایش چربیهاست. این شیوه به طرز فراگیری برای افزایش میزان ماندگاری مواد غذایی و بهبود پایداری چربیها و غذاهای حاوی چربی و به تبع آن جلوگیری از اُفت خصوصیات حسی و ارزش تغذیه‌ای آنها مورد استفاده قرار می‌گیرد [۱۲]. چون مرحله انتشار اکسیداسیون به تشکیل یک سری واکنش رادیکال آزاد منجر می‌شود، استفاده از آنتی‌اکسیدانها برای کاهش سرعت اکسیداسیون معمول است [۶]. به دلیل آثار نامطلوب آنتی‌اکسیدانهای سنتزی مانند اثر جهش‌زایی، ایجاد مسمومیت سرطانزایی و ... استفاده از آنتی‌اکسیدانهای طبیعی مانند ترکیبات پلی فنل، ویتامینهای با خاصیت آنتی اکسیدانی شامل اسید اسکوربیک، توکوفرول، ویتامین A، β- کاروتن و ... که آثار محافظتی در برابر بیماریهای مزمن، سرطان، دیابت، بیماریهای قلبی عروقی، آلزایمر، آب مروارید و جهش‌زایی دارند، توصیه می‌شود [۴، ۹، ۱۰].

۲- مواد و روش کار

ماهي: ماهی کیلکا از صید کیلکا ماهیان دریای خزر در ساحل بابلسر تهیه و بلافاصله با آنتی‌اکسیدان پوشانده شدند.

تیمارها به ترتیب زیر بودند:

C: تیمار شاهد بدون آنتی اکسیدان؛ PP۲۰۰: یک لیتر پلی فنل چای با غلظتppm ۲۰۰+ ۳kg ماهی کیلکای معمولی+ ۱/۵kg پودر یخ؛ BC۱۰۰: تیمار بتاکاروتن با غلظت ppm ۱۰۰ +۰/۱g اسید آسکوربیک +۳kg ماهی کیلکای معمولی + ۱/۵kg پودر یخ، که در جعبه یونولیتی نگهداری و بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شدند.

استخراج پلي‌فنلهاي چاي: به ۱۰۰mg چای سبز خشک ۱۰۰mL آب مقطر افزوده شد و با هیتر مغناطیسی به مدت ۴۵ دقیقه در دمای ۸۰-۷۰°C در فشار اتمسفر هم‌زده شد و عمل استخراج انجام پذیرفت. محلول با کمک فیلتر کاغذی واتمن شماره یک فیلتر گردید.

محلول بتاكاروتن: بتاکاروتن ۱۰٪ همراه اسید آسکوربیک در آب مقطر حل شد.

۲-۱- تجزیه و تحلیل شیمیایی

۲-۱-۱- مقادیر پراکسید

میزان پراکسید گوشت ماهی به روش اِگان[4] (۱۹۹۷) تعیین و به صورت mEq oxygen/Kg چربی بیان شد. نمونه‌ای از روغن استخراج شده ماهی بدقت در ارلن مایر۲۵۰mL

1. 2-thiobarbituric acid reactive substances
2. Vaccum packaging
3. Modify atmosphere packaging
4. Egan

Archive of SID
www.SID.ir

سرسمباده‌ای وزن گردید وحدود۲۵mL از محلول اسیداستیک کلروفرمی (نسبت کلروفرم به اسید استیک ۲: ۳) به محتویات ارلن اضافه شد؛ سپس ۰/۵ mL از محلول یدور پتاسیم اشباع، ۳۰mL از آب مقطر و۰/۵ mL محلول نشاسته ۱٪ به مجموعه افزوده شد و مقدار ید آزاد شده با محلول تیوسولفات سدیم ۰/۰۱ نرمال تیتر گردید [۱۳].

۲-۱-۲- مقادیر اسید تیوباربیتوریک

میزانTBA با دستگاه اسپکتروفتومتر و به روش اگان (۱۹۹۷) و نامولما[1] (۱۹۹۲) تعیین و به صورت mg malonaldehyde/Kg بافت بیان گردید. مقدار ۲۰۰mg از نمونه چرخ شده ماهی به یک بالن ۲۵ mL انتقال یافت و با ۱- بوتانل به حجم رسانده شد. ۵ mL از مخلوط مذکور به لوله‌های خشک درب‌دار وارد شد و به آن ۵ mL از معرف TBA افزوده گردید. لوله‌های درب‌دار در حمام آب با دمای ۹۵°C به مدت ۲ ساعت قرار گرفتند؛ پس از آن در دمای محیط سرد شدند. سپس مقدار جذب در ۵۳۰nm در مقابل شاهد آب مقطر خوانده شد [۱۳، ۱۴].

۲-۱-۳- ارزیابی حسی

ارزیابی حسی به‌وسیله ۳۸ فرد آموزش دیده انجام پذیرفت. پس از پخت نمونه‌ها در روغن، ویژگیهای رنگ، بو، بافت، طعم و پس طعم به‌وسیله گروه نیمه آموزش دیده سنجش شد. نمونه‌ها از ۵-۰ امتیاز بندی شدند؛ عالی = ۵، خوب = ۴، قابل قبول = ۳، ضعیف = ۲، بد = ۱ [۱۵].

۲-۲ روش آماري

به منظور تجزیه و تحلیل مقادیر کمی به‌دست آمده از تجزیه واریانس دوطرفه در قالب طرح آماری فاکتوریل کاملاً تصادفی استفاده شد. برای مقایسه میانگینها در مواردی که اثر کلی تیمارها معنادار شناخته شد، از آزمون S.N.K[2] در سطح ۵٪ با کمک نرم افزارSPSS۱۰ استفاده گردید[۱۶]. همچنین از آزمون کوروسکال والیس[3] برای پیدا کردن اختلاف معنادار در بین نتایج حاصل از آزمونهای حسی تیمارهای مورد آزمایش استفاده شد [۱۷].

۳- نتایج

براساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس دوطرفه داده‌های PV وTBA (جدول۱) بترتیب اثر مستقل آنتی‌اکسیدان (P=۰/۰۲۴ وP=۰/۰۳۴) و زمان (P=۰/۰۴۵ وP=۰/۰۰۰) بر مقادیرPV وTBA معنادار بود. از طرفی با توجه به معنادار نبودن اثر متقابل بین آنتی‌اکسیدان و زمان می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که نتایج حاصل از مقایسه آثار اصلی داده‌ها به تمام سطوح تیمارهای زمان و آنتی‌اکسیدان قابل تعمیم است.

با توجه به جدول ۲، در تمام تیمارها با گذشت زمان میزان پراکسید افزایش یافت به طوری که در زمان ۶۲ ساعت پس از صید پراکسید به شکل معناداری بیشتر از زمانهای ۱۴ و ۳۸ ساعت مشاهده شد. با توجه به همین جدول مشاهده می‌شود که پراکسید تیمار شاهد طی مدت نگهداری به شکل معناداری نسبت به تیمارهای دیگر بیشتر بود. همچنین با توجه به جدول ۲، در تمام تیمارها با گذشت زمان میزان TBA افزایش یافت به‌طوری که طی مدت نگهداری (فواصل زمانی ۱۴، ۳۸ و۶۲ ساعت پس از صید) تفاوت معناداری از نظر میزان TBA مشاهده شد. به علاوه تیمار شاهد طی مدت نگهداری تفاوت معناداری با تیمارهای دیگر از نظر میزان TBA داشت.

نتایج ارزیابی ارگانولپتیکی نمونه‌های حاوی آنتی‌اکسیدان (جدول۳ و۴) بیانگر نبود تفاوت معنادار میان دو آنتی‌اکسیدان بر هر یک از صفات مورد مطالعه بود.

1. Namulema

2. Student Newman Keuls
3. Kruska Wallis Test

Archive of SID
www.SID.ir

جدول۱ تجزيه واريانس دو طرفه فاكتوريل كاملاً تصادفي مقادير پراكسيد و اسيد تيوباربيتوريک (TBA) در تيمارهاي مختلف

منبع تغييرات	مجموع مربعات		درجه آزادي	ميانگين مربعات		F		P	
	PV	TBA	PV TBA	PV	TBA	PV	TBA	PV	TBA
آنتي‌اكسيدان	۰/۱۱۷	۰/۰۱۰۵۲	۲	۰/۰۵۸۶۵	۰/۰۰۵۲۵۹	۴/۵۹۳*	۴/۱۱۵*	۰/۰۲۴	۰/۰۳۴
زمان	۰/۰۹۴۶۸	۰/۰۷۸۵۵	۲	۰/۰۴۷۳۴	۰/۰۳۹۲۷	۳/۷۰۷*	۳۰/۷۲۵**	۰/۰۴۵	۰/۰۰۰
زمان * آنتي اكسيدان	۰/۰۹۵۳۱	۰/۰۰۱۸۹۹	٤	۰/۰۲۳۸۳	۰/۰۰۰۴۷۴۶	$۱/۸۶۶^{ns}$	$۰/۳۷۱^{ns}$	۰/۱۶۰	۰/۸۲۶
خط	۰/۲۳۰	۰/۰۲۳۰۱	۱۸	۰/۰۱۲۷۷	۰/۰۰۱۲۷۸				
كل	۱۴/۸۶۰	۰/۹۰۰	۲۷						

*و** به ترتيب معرف وجود تفاوت معنادار در سطح ۹۵ و ۹۹٪ می‌باشد.

^{ns} معرف نبود تفاوت آماری در سطح ۹۵٪ است.

جدول۲ مقادير عدد پراكسيد (PV) و اسيد تيوباربيتوريک (TBA) برای تيمارهای مختلف آنتی‌اكسيدان نسبت به زمان

تيمار	زمان نگهداری (ساعت)					
	۱۴		۳۸		٦۲	
	PV	TBA	PV	TBA	PV	TBA
PP۲۰۰	$*۰/۰۳۲^{bB} \pm ۰/۰۱۵۸$	$۰/۰۱۲^{cB} \pm ۰/۰۸۴$	$۰/۲۷۸^{bB} \pm ۰/۴۶۶$	$۰/۰۲۹^{bB} \pm ۰/۱۶۶$	$۰/۰۷۲^{aB} \pm ۰/۵۸۴$	$۰/۰۰۸^{aB} \pm ۰/۲۱۲$
BC۱۰۰	$۰/۰۴۴^{bB} \pm ۰/۲۵۳$	$۰/۰۱۰^{cB} \pm ۰/۱۰۰$	$۰/۰۲۷^{bB} \pm ۰/۳۰۴$	$۰/۰۲۵^{bB} \pm ۰/۱۶۱$	$۰/۱۴۷^{aB} \pm ۰/۳۸۷$	$۰/۰۰۰۹^{aB} \pm ۰/۲۱۴$
C	$۰/۰۹۷^{bA} \pm ۰/۴۴۶$	$۰/۰۱۲^{cA} \pm ۰/۱۱۲$	$۰/۰۴۱^{bA} \pm ۰/۴۸۶$	$۰/۰۳۸^{bA} \pm ۰/۲۲۰$	$۰/۰۹۳^{aA} \pm ۰/۷۸۶$	$۰/۰۱۹^{aA} \pm ۰/۲۶۲$

* ميانگين ± اشتباه معيار (Mean ± Standard Error; n=۳).

حروف كوچک مشترک (در هر رديف) و بزرگ (در هر ستون) نشان از نبود تفاوت معنادار و حروف مختلف نشان از وجود تفاوت معنادار در زمانهای مختلف است.

جدول ۳ نتايج حاصل از آزمون تجزيه واريانس كوروسكال واليس مورد آزمايش در ارزيابی صفات ارگانولپتيكی

شاخص اندازه‌گيري	خي دو	P
رنگ	$۱۳۰/۰۰۰^{ns}$	۰/۱۶۳
بو	$۱۱۷/۵۰۰^{ns}$	۰/۱۷۳
بافت	$۱۳۵/۵۰۰^{ns}$	۰/۱۳۶
طعم	$۱۲۰/۰۰۰^{ns}$	۰/۱۶۳
پس طعم	$۱۵۹/۵۰۰^{ns}$	۰/۹۳۵

^{ns}معرف تفاوت آماری در سطح ۹۵٪ است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴ مقایسه میانگین تیمارهای مختلف

صفات	تیمار	میانگین
رنگ	BC۱۰۰	^{a}۱۶/۷۲
	PP۲۰۰	^{a}۲۰/۲۸
بو	BC۱۰۰	^{a}۱۶/۰۳
	PP۲۰۰	^{a}۲۰/۰۹
بافت	BC۱۰۰	^{a}۱۶/۹۷
	PP۲۰۰	^{a}۱۸/۹۷
طعم	BC۱۰۰	^{a}۱۶/۱۷
	PP۲۰۰	^{a}۲۰/۸۳
پس طعم	BC۱۰۰	^{a}۱۸/۶۴
	PP۲۰۰	^{a}۱۸/۳۶

حروف مشترک نشان از نبود تفاوت معنادار و حروف متفاوت نشان از وجود تفاوت معنادار میان تیمارهای مختلف است.

۴- بحث

تفاوت معنادار پراکسید و تیوباربیتوریک اسید در نمونه شاهد نسبت به نمونه‌های تیمار شده با آنتی اکسیدانهای پلی‌فنلهای چای و β-کاروتن و کاهش آن در تیمارهای حاوی آنتی‌اکسیدان بیانگر تأثیر آنتی‌اکسیدانها در کم کردن توسعه فساد است. نتایج مطالعات Wansundara و Shahidi در سالهای ۱۹۹۶ و ۱۹۹۸ مبنی بر اثر فعالیت آنتی‌اکسیدانی مشابه یا بهتر کاتشینهای چای نسبت به هیدروکسی آنیزول بوتیله، هیدروکسی تولوئن بوتیله و ترت بوتیل هیدروکینون و آلفا توکوفرول در روغنهای دریایی غیر اشباع با زنجیره بلند، نتایج این تحقیق را تأیید می‌کند [۱۸، ۱۹]. آنتی‌اکسیدانها با اهدای هیدروژن با لیپیدهای اکسید نشده رقابت می‌کنند [۲۰]. بنابراین با اهدای یک اتم هیدروژن یا الکترون آزاد باعث تشکیل ترکیبات پایدار می‌شوند [۲۱]، یا ممکن است از طریق شلاته کردن یونهای فلزی (عوامل پرو- اکسیدان) [۲۱] یا فرونشاندن اکسیژن یگانه [۲۲] یا حذف پراکسید، اثر مثبت خود را در جلوگیری از فساد اعمال کنند [۲۳]. برگهای چای سبز حاوی بیش از ۳۶٪ پلی فنلها براساس وزن خشکند [۲۰]. کاتشینها گروه غالب پلی‌فنلهای چای می‌باشند و به عنوان آنتی‌اکسیدانهای مؤثر در حمله به رادیکالهای اکسیژن و متصل کردن یونهای فلزی شناخته شده‌اند [۲، ۲۰]. بتاکاروتن دارای خاصیت فرو نشانی اکسیژن یگانه است [۲۲] و با حذف انرژی القایی از اکسیژن یگانه بدون هیچ تغییر شیمیایی عمل می‌کند؛ بنابراین از تشکیل هیدروپراکسیدها جلوگیری می‌کند.

آثار آنتی‌اکسیدانهای مختلف به شرایط هر کدام بستگی دارد و به نظر می‌رسد از فازهای سیستم واکنش یا نوع رادیکالها متأثر باشد [۲۰، ۲۴]. بالا بودن مقدار TBA نمونه شاهد نشان از بالا بودن فساد دارد همانطور که مقدار پراکسید آن نیز بیشتر است. پایین بودن میزان TBA در نمونه‌های حاوی آنتی‌اکسیدان احتمالاً به دلیل اثر آنتی‌اکسیدانها در کاهش پراکسید باشد چرا که براساس مکانیسم یک مولکولی و دو مولکولی زمانی که مقادیر هیدروپراکسید عضلات ماهی کم باشد سرعت تشکیل این ترکیبات سریعتر از شکستگی آنهاست. در این حالت براساس مکانیزم یک مولکولی، میزان هیدروپراکسیدها در عضلات ماهی شروع به بالا رفتن می‌کند. با گذشت زمان و افزایش غلظت هیدروپراکسیدها، براساس

Archive of SID

www.SID.ir

مکانیزم دو مولکولی این ترکیبات سریعاً شکسته می‌شوند و به دنبال چنین مکانیزمی مقادیر هیدروپراکسیدها کاهش می‌یابند. باید توجه داشت که در این حالت سرعت تجزیه آنها سریعتر از سرعت تشکیل است [۱۱، ۲۵]. بنابراین براساس نتایج این تحقیق آنتی اکسیدانها موجب کاهش سرعت تشکیل پراکسید شدند اما در تیمار شاهد به‌دلیل بالا رفتن بیشتر میزان پراکسید، واکنشهای دو مولکولی با سرعت بیشتری انجام شدند و به همین دلیل میزان TBA تیمار شاهد بیشتر از تیمارهای دیگر شد. براساس نتایج ارزیابی ارگانولپتیکی جدول ۳ و ۴ می‌توان استفاده از هر دو نوع آنتی‌اکسیدان را برای نگهداری این ماهی پیشنهاد کرد. به طور کلی می‌توان کیفیت کیلکای معمولی را در ارتباط با فساد چربی هنگامی که با آنتی اکسیدان و یخ پوشانده (آغشته) می‌شوند، تضمین کرد.

۵- منابع

[۱] رضایی م.، سحری م. ع.، معینی س.، صفری م.، غفاری ف.؛ «مقایسه کیفیت چربی کیلکای آنچوی (*Clupeonella engrauliformis*) در دو روش حمل و نگهداری موقت سرد»؛ *مجله علمی شیلات ایران*؛ ۱۳۸۲؛ ۱۲(۳)، ۹۷-۱۰۸.

[2] Lin C. C., Lin C. S.; «Enhancement of the storage quality of frozen bonito fillet by glazing with tea extracts». *Food Chem*. 2004; 16(2):169-175.

[3] Navarro-Garcia G., Pacheco-Aguilar R., Bringas-Alvaradol L., Ortega-Garcia J.; «Characterization of the lipid composition and natural antioxidants in the liver of *Dasyatis brevis* and *Gymnura marmorata* rays»; *Food Chem*. 2004; 87: 89-96.

[4] Kaltaranta J. K.; Control of lipid oxidation fish oil with various antioxidative compounds. *J.Am.Oil Chem Soc*.; 1992; 69 (8): 810-813.

[5] Viscidi K. A., Dougherty M. P., Briggs J., Camira M. E.; «Complex phenolic compounds reduce lipid oxidation in extruded oat cereals». *Lebensmittel Wissenschaft Und-technologie*. 2004; 37(7): 789-796.

[6] Vicetti R., Ishittani T., Salas A., Ayava. M.; «Use of alfa-tochopherol combined with synergists and compared to other antioxidants on the oxidative stability of sardine skin lipids»; *J. of Food Compos and Anal.* 2003; 18(2-3): 131-137.

[7] Tall J., Harris P.; Rancidity in frozen fish. In: Technology Nutrition and Marketing Hamilton, R j. Rice, RD. eds. P. J. Barnes and Associates. Sharnbrook, UK. 1995; p.138.

[8] Hras A. R., Hadolin M., Knez Z., Bauman D.; «Comparison of antioxidative and synergistic effect of rosemary extract with α-tochopherol, ascorbyl palmitate and citric acid in sunflower oil»; *Food Chem*; 2000; 71: 229-233.

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

[10] He Y., Shahidi, F.; «Antioxidant activity of green tea and tea catechins in fish meat model system»; *J. Agric. Food Chem*; 1997; 45(11): 4262-4266.

[۱۱] رضایی م.، سحری م. ع.، معینی س.، صفری م.، رضاییان م.، غفاری ف.؛ «بررسی برخی خصوصیات کیفی چربی کیلکای آنچوی (*Clupeonella engrauliformis*) در زمان نگهداری به حالت انجماد»؛ *مجله علوم دریایی ایران*؛ ۱۳۸۱؛ ۴: ۵۵-۶۴.

[۱۲] فرهوش ر.؛ «استخراج، تخلیص و شناسایی فراکسیون عمده آنتی اکسیدانی برگ گیاه نوروزک و بررسی خصوصیات آن»؛ *پایان نامه دوره دکتری تخصصی*؛ گرایش شیمی مواد غذایی علوم و صنایع غذایی؛ دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد؛ ۱۳۸۲؛ ۱۱۳ ص.

[13] Egan H., Kirk R. S., Sawyer R.; Pearson's Chemical Analysis of Food. 9th Edn. Longman Scientific and Technical; 1997; pp. 609-634.

Archive of SID
www.SID.ir

[14]Namulema A., Muyonga J. H., Kaaya A. N.; «Quality deterioration in frozen Nile perch (*Lates niloticus*) stored at –13 and –27ºC». *Food Resear. Inter.*; 1999; 32: 151-156.

[15] Karmer A., Twigg B.; Fundamental of Quality Control for the Food Industry. 2nd edn., AVI. Pensylvania. 1966; 505p.

[16] Zar J. H.; Biostatistical Analysis. Prentice Hall International, Inc. 1999; 660p.

[17] Wheater C. P., Cook P. A.; Using Statistics to Understand the Environment. Routledge Publication, 2002; 245p.

[18] Wanasundara U., Shahidi F.; «Stabilization of sea blubber and menhaden oils with green teacatechins»; *J. Am. Oil Chem. Soc.*; 1996; 42: 1285-1290.

[19] Wanasundra N. U., Shahidi F.; «Antioxidant and pro-oxidant activity of green tea extracts in marine oils». *Food Chem*. 1998; 63(3):335-342.

[20] Lin C. C., Liang J. H.; «Effect of antioxidants on the oxidative stability of chicken breast meat in a dispersion system»; *J. Food Sci*. 2002; 67: 530-533.

[21] Mahdavi D. L., Deshpande S. S., Salunkhe D. K.; Food Antioxidant. 1st edn. New York: Marcel Dekker, Inc, USA. 1995; 378p.

[22] Bellus D.; Physical quenchers of molecular oxygen. adv. *Photochem*. 1979; 11:105-205.

[23] Diplock A. T.; Antioxidants and free radical scavengers. In"Free Radical Damage and Its Control. Rice C. A., Burdon R. H. eds. Elsevier Science B.V.; 1994; 392p.

[24] Huang S. W., Hopia A., Schwarz K., Frankel EN., German JB.; «Antioxidant activity of α-tocopherol and trolox in different lipid substrates: Bulk oils vs oil-in-water emulsion»; *J. Agric. Food Chem*.; 1992; 44 (2): 444-452.

[25] Ben-Gigirey B., De Sousa J. M., Villa T. G., Barros-Velazqez J.; «Chemical changes and visual appearance of albacore tuna as related to frozen storage»; *J. Food Sci*.1999; 64: 20-24.

Archive of SID

www.SID.ir