

تأثیر ویتامین C بر روی تغییرات چربی و اسیدهای چرب در فیله منجمد و وکیوم شده شگ ماهی دریای مازندران (*Alosa caspia caspia*)

فاطمه انصاری فرد^{۱*}، مونا خانی^۲، سهراب معینی^۳ و مسعود هدایتی فرد^۴

۱، ۲ و ۳- گروه شیلات، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال

۴- گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائم شهر

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۰/۲۹

تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۱/۵

چکیده

در این تحقیق ۹ عدد شگ ماهی (*Alosa caspia caspia*) دریای مازندران در اسفند ۱۳۸۸ صید و جهت مطالعه انتخاب شد. هدف شناسایی اسیدهای چرب و اثر آنتی اکسیدان ویتامین C وبسته‌بندی وکیوم و انجماد بر روی تغییرات اسیدهای چرب در زمان نگهداری در سردخانه با دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد طی ۱۲۰ روز بود. نتایج نشان داد که در نمونه حاوی ویتامین C غلظت ۵ درصد نسبت به ۱ درصد تغییرات کمتری وجود دارد. مجموع اسیدهای چرب اشباع در نمونه شاهد و نمونه‌های حاوی ویتامین C ۵ درصد در روز ۱۲۰ به ترتیب: ۳۶/۸۷±۰/۰۳، ۳۸/۳۳±۰/۴۰، ۴۰/۱۴۵±۰/۰۶، ۴۸/۷۳±۰/۰۱، ۴۱/۳۵±۰/۰۳، ۳۸/۱۶±۰/۰۳، ۴۸/۷۳±۰/۰۱، ۲/۸۲±۰/۰۲، ۲/۴۹±۰/۰۱، ۲/۶۲±۰/۰۳ درصد و میزان پروتئین: ۱۷/۱±۰/۰۲، ۱۶/۶±۰/۰۳، ۱۶/۵۵±۰/۰۴، ۱۶ درصد و میزان رطوبت: ۸۸/۰۵±۰/۷۷، ۰۱/۳۵±۰/۰۱، ۷۹/۱۵±۰/۰۳، ۸۸/۰۵±۰/۷۷، ۰۱/۳۵±۰/۰۱، ۱/۷±۰/۰۴، ۱/۲۵±۰/۰۳، ۱/۲۳±۰/۰۳ درصد بود.

واژه‌گان کلیدی

شگ ماهی (*Alosa caspia caspia*)، ویتامین C، اسیدهای چرب، انجماد

مقدمه

شگ ماهی دریای خزر (*Alosa caspia*)، گونه‌ای پلاژیک است که در آب‌های شیرین، لب شور و دریایی مناطق معتدل زیست می‌کند، این گونه در دریای خزر، سیاه و آزوف پراکنش دارد. این گونه از اهمیت شیلاتی برخوردار است. ترکیبات شیمیایی بدن ماهی از گونه‌ای به گونه دیگر متفاوت است این تفاوت حتی در ماهیان یک گونه هم وجود دارد که دلیل اصلی آن تفاوت در سن، جنس، تغذیه، شرایط محیطی و فصلی می‌باشد (Nichols et al., 1994). یکی از مهمترین دلایل فساد مواد غذایی، اکسیداسیون چربی (اسیدهای چرب به ویژه اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه) در آنها است (Fernandez et al., 1998). اکسیژن هوا باعث اکسیداسیون چربی‌ها در گوشت شده و گوشت را فاسد می‌کند اما تأثیر غلظت بالای اکسیژن بر روی پروتئین مشخص نیست (Mariahhe et al. 2006). برای جلوگیری از اکسیداسیون چند روش از جمله: به کارگیری ترکیبات آنتی اکسیدان و حذف اکسیژن با ایجاد

خلاء یا استفاده از گاز بی‌اثر همچنین استفاده از دما پایین و نگهداری محصول در محیط تاریک وجود دارد. بنا بر این بسته‌بندی و کیوم همراه با پایین‌آوردن دمای محصول می‌تواند زمان ماندگاری را افزایش دهد (Dondero *et al.*, 2004). مشخص شده که اسیدهای چرب C20:5 و C22:6 نقش مهمی را در پیشگیری و درمان بیماری‌های قلبی و عروقی ایفا می‌کنند (Nordoy, 2001, Vaccaro *et al.*, 2005 و Mukhopadhyay *et al.*, 2007). طی سال‌های گذشته اقداماتی در جلوگیری یا به تعویق انداختن فساد انجام شده است که از جمله دلایل آن می‌توان به کنترل درجه حرارت و کاهش آن، کنترل‌های لازم در محل فرآوری، بسته‌بندی تحت خلاء، بسته‌بندی در اتمسفر اصلاح شده و نیز افزودن آنتی‌اکسیدان اشاره کرد. یکی از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی ویتامین C یا اسید آسکوربیک می‌باشد. اسید آسکوربیک به فراوانی در طبیعت یافت می‌شود و اغلب جانداران و گیاهان قادرند این ترکیب شیمیایی را از اسید کلوکورونیک بیوسنتز کنند، در حالی که ماهیان قادر به سنتز این ویتامین نیستند، زیرا در ماهیان آنزیم سازنده این ویتامین یعنی گولونواکسیداز وجود ندارد. این ویتامین که ترکیبی بی‌رنگ، کریستاله و محلول در آب است، خاصیت اسیدی و احیاکنندگی نسبتاً شدیدی دارد و با از دست‌دادن دو اتم هیدروژن به دی‌هیدروآسکوربیک اسید تبدیل می‌شود. ویتامین C در محلول اسیدی در مقابل حرارت پایدار است اما در حضور مواد قلیایی به سهولت تجزیه می‌شود. تخریب این ویتامین در مقابل نور با سرعت بیشتری انجام می‌شود. با وجود آنکه این ویتامین معروف‌ترین و ساده‌ترین ویتامین است، اما نحوه عملکرد آن هنوز به خوبی شناخته شده نیست. ویتامین C یکی از عوامل مهم اکسیداسیون و احیای سلولی است که در نقل و انتقال هیدروژن با سیستم سیتوکروم C برای تثبیت ترکیب شیمیایی بافت غضروفی و استخوانی ضروری است (سالک یوسفی، ۱۳۸۹). در این تحقیق هدف مشخص کردن اثر بسته‌بندی و کیوم و انجماد بر روی تغییرات اسیدهای چرب در شگ ماهی (*Alosa caspia*) می‌باشد.

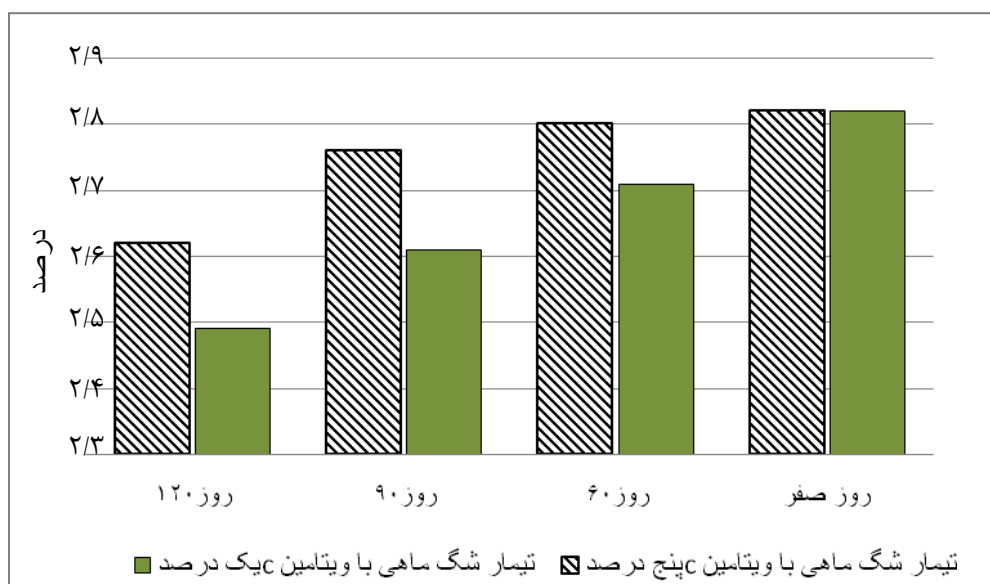
مواد و روش‌ها

۹ عدد شگ ماهی صید شده با تور پره از سواحل محمودآباد در اسفند ۱۳۸۸ تهیه گردید. نمونه‌ها دارای وزن متوسط ۶۰۰ گرم و طول کل حدود ۳۰ سانتی‌متر بودند. نمونه‌ها به نسبت ۱:۱ زیر یخ قرار داده شده و در جعبه‌های یونولیتی به کارخانه حمل گردیدند. پس از انتقال به کارخانه بلافاصله به وسیله چاقو بر روی میز استیل سر و دم‌زنی شد و امعاء و احشاء تخلیه گردیده و با آب سرد شستشو شدند. استخوان ستون فقرات ماهی به کمک چاقو به صورت دستی برداشته شد. سپس تمام نمونه ماهیان در محلول ویتامین C (محصول لوهمن آلمان) تهیه شده با غلظت‌های ۵ و ۱ درصد به مدت ۵ دقیقه قرار داده شده و توسط دستگاه و کیوم، بسته‌بندی شدند. جهت بسته‌بندی در خلاء (و کیوم)، سینی پر از ماهی در کیسه انعطاف‌پذیری گذاشته شد و در حالیکه سرکیسه از یک طرف باز بود، هوای آن خارج شده و سردیگر آن دوخت حرارتی شد تا بستر تراوش‌ناپذیری به وجود آید (عادلی، ۱۳۸۷). در هر بسته تعداد دو عدد ماهی قرار داده شد. ماهیان و کیوم شده در فریزر با روش وزشی منجمد شده و به سردخانه ۱۸- درجه سانتی‌گراد انتقال یافتند. برای کلیه آزمایش‌ها، قسمت‌های مختلف ماهی (سر، وسط و دم) را جدا کرده سپس آنها را در مخلوط‌کن چرخ کرده و از نمونه مخلوط شده استفاده گردید. طی ۴ مرحله زمانی ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ روز و با سه تکرار آزمایش‌های زیر بر روی آنها انجام گرفت: تعیین و اندازه‌گیری پروتئین به روش کج‌لدال (پروانه، ۱۳۷۷)، تعیین و اندازه‌گیری چربی به روش سوکسله (پروانه، ۱۳۷۷)، تعیین و اندازه‌گیری رطوبت به روش آون (پروانه، ۱۳۷۷)، اسیدهای چرب با کلروفرم/متانول استخراج گردید (Folch *et al.*, 1957) و اسیدهای چرب با BF₃ در متانول تهیه شدند. اسیدهای چرب متیل استر بوسیله n-هگزان بازیافت شدند (Metcalf *et al.*, 1966). برای شناسایی اسیدهای چرب موجود در نمونه از دستگاه گاز کروماتوگرافی (GC) مدل Variancp-3800 مجهز به ستون کاپیلاری از نوع (120m×0.25mm SGE BP×70) و آشکارساز نوع FID استفاده گردید. دمای آشکارساز و محل

تزریق به ترتیب بر ۲۳۰ و ۲۶۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد. ۱ میکرولیتر از نمونه استری با استفاده از سرنگ میکرولیتری به دستگاه گاز کروماتوگراف تزریق شد. دمای اولیه ستون روی ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد. پس از ۱۰ دقیقه، دمای ستون با سرعت ۲ درجه سانتی‌گراد در دقیقه به دمای ۱۸۰ درجه رسانده شد و به مدت ۸۵ دقیقه دما در این درجه باقی ماند. در این روش گاز هلیوم (با خلوص ۹۹/۹۹۹۹ درصد) به عنوان گاز حامل و گاز هیدروژن به عنوان سوخت، ازت با خلوص (۹۹/۹۹۹ درصد) به عنوان گاز کمکی و هوای خشک استفاده شد. مقدار اسید چرب به صورت درصد سطح زیرپیک از کل بیان شد.

نتایج

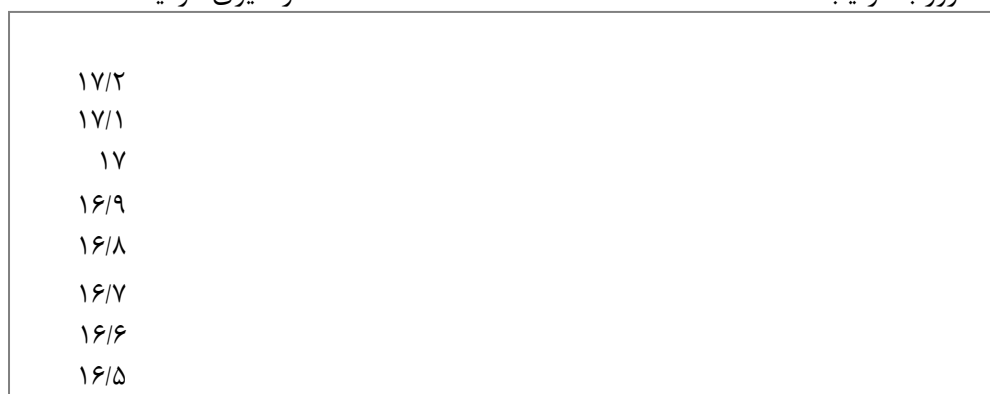
میزان چربی تعیین شده در شکل شماره (۱) ارائه شده است. میزان چربی در نمونه‌ی شاهد $2/82 \pm 0/02$ درصد بود و با گذشت زمان کاهش یافته و اکسید شد، در نمونه همراه ویتامین C درصد در زمان‌های ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ روز به ترتیب: $2/71 \pm 0/02$ ، $2/61 \pm 0/01$ و $2/49 \pm 0/01$ درصد و در نمونه همراه ویتامین C درصد در زمان‌های ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ روزه ترتیب: $2/04 \pm 0/01$ ، $2/01/80 \pm 0/02$ ، $2/03/76 \pm 0/02$ درصد بدست آمد.

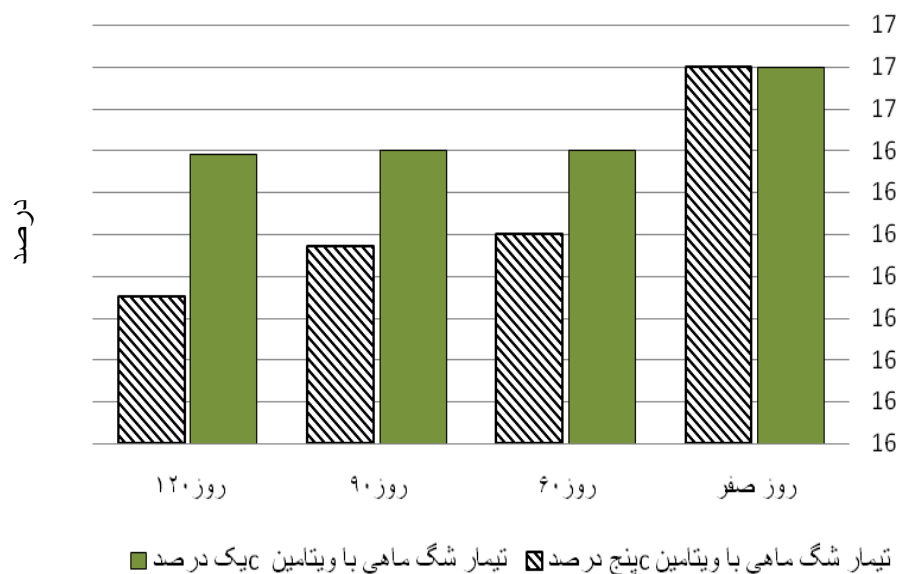


شکل ۱- نمودار تغییرات چربی در ۱۲۰ روز نگهداری *Alosa caspia* در برودت ۱۸- درجه سانتی‌گراد

آنتی‌اکسیدان ویتامین C نیز بسته به غلظت به کار رفته تأثیر مؤثری در میزان تغییرات داشت. از نظر آماری بین نمونه شاهد و تیمار ویتامین C، ۵ درصد در زمان‌های یاد شده اختلاف معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد ($P < 0/05$) وجود داشت.

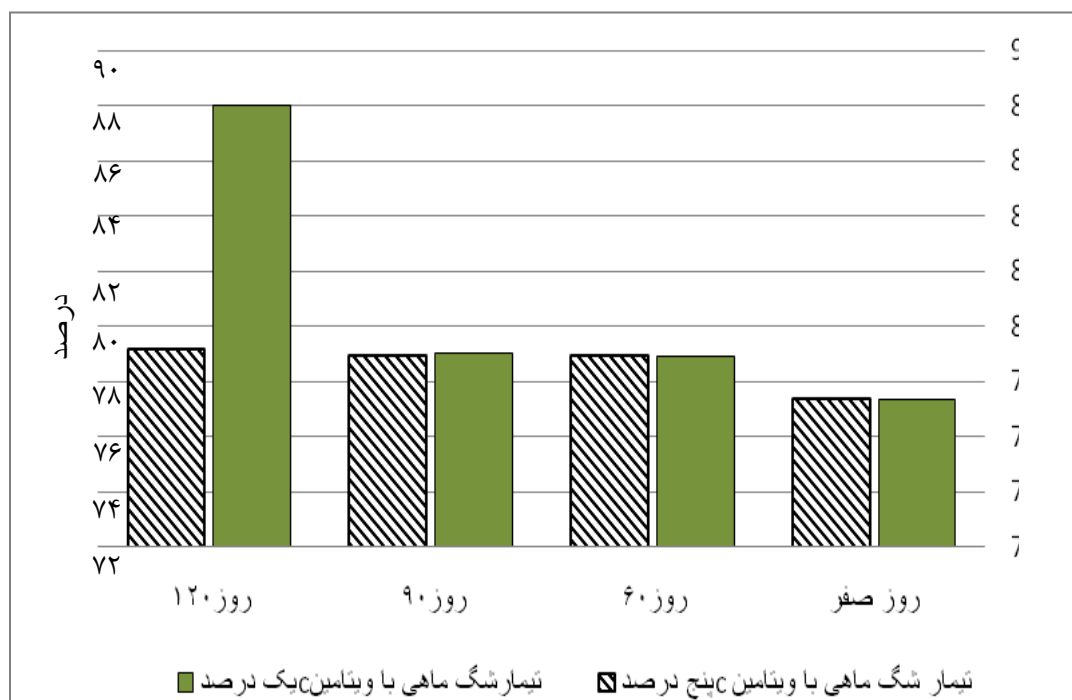
شکل (۲) نشان دهنده ی تغییرات پروتئین می‌باشد. میزان پروتئین در نمونه شاهد $17/1 \pm 0/02$ درصد بود و میزان پروتئین در نمونه منجمد و وکیوم شده همراه با ویتامین C درصد در زمان‌های ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ روز به ترتیب: $16/91 \pm 0/01$ ، $16/80 \pm 0/16$ ، $16/60 \pm 0/03$ درصد بدست آمد. در نمونه همراه ویتامین C ۵ درصد در زمان‌های ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ روز به ترتیب: $16/05/70 \pm 0/02$ ، $16/67 \pm 0/16$ ، $16/55 \pm 0/04$ اندازه‌گیری گردید.





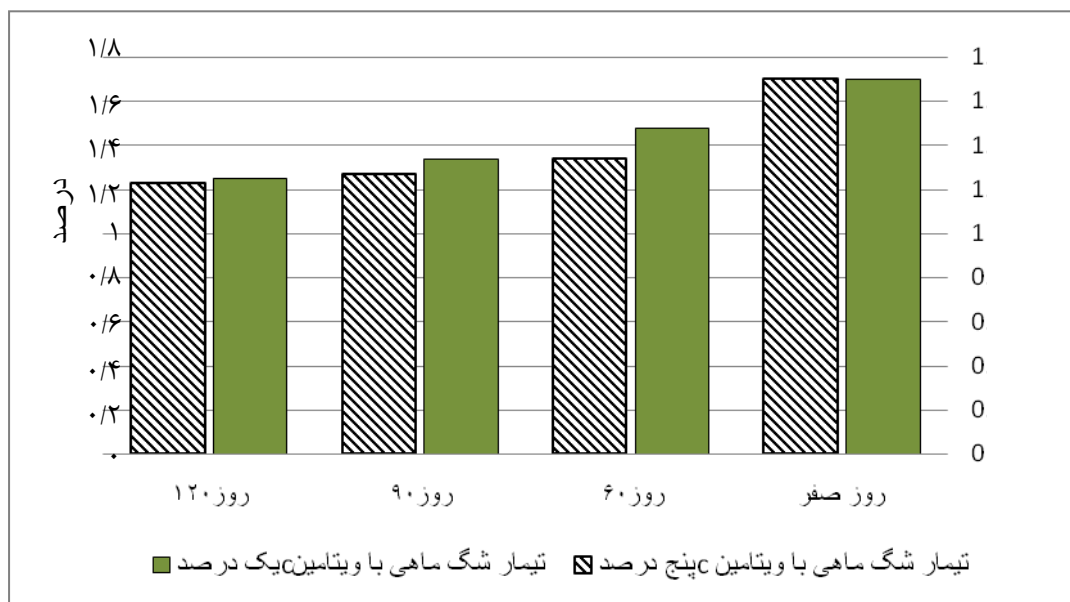
شکل ۲- نمودار تغییرات پروتئین در ۱۲۰ روز نگهداری *Alosa Caspia* در برودت ۱۸- درجه سانتی‌گراد

میان نمونه شاهد تا روز ۱۲۰ در هر دو غلظت از ویتامین C اختلاف معنی‌داری دیده نشد. همچنین از نظر آماری بین نمونه شاهد و تیمارهای حاوی آنتی‌اکسیدان ۵۱ درصد در زمان‌های یاد شده اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (شکل شماره ۳) نشان‌دهنده تغییرات میزان رطوبت در تحقیق حاضر می‌باشد. ($P > 0.05$)



شکل ۳- نمودار تغییرات رطوبت در ۱۲۰ روز نگهداری *Alosa caspia* در برودت ۱۸- درجه سانتی‌گراد

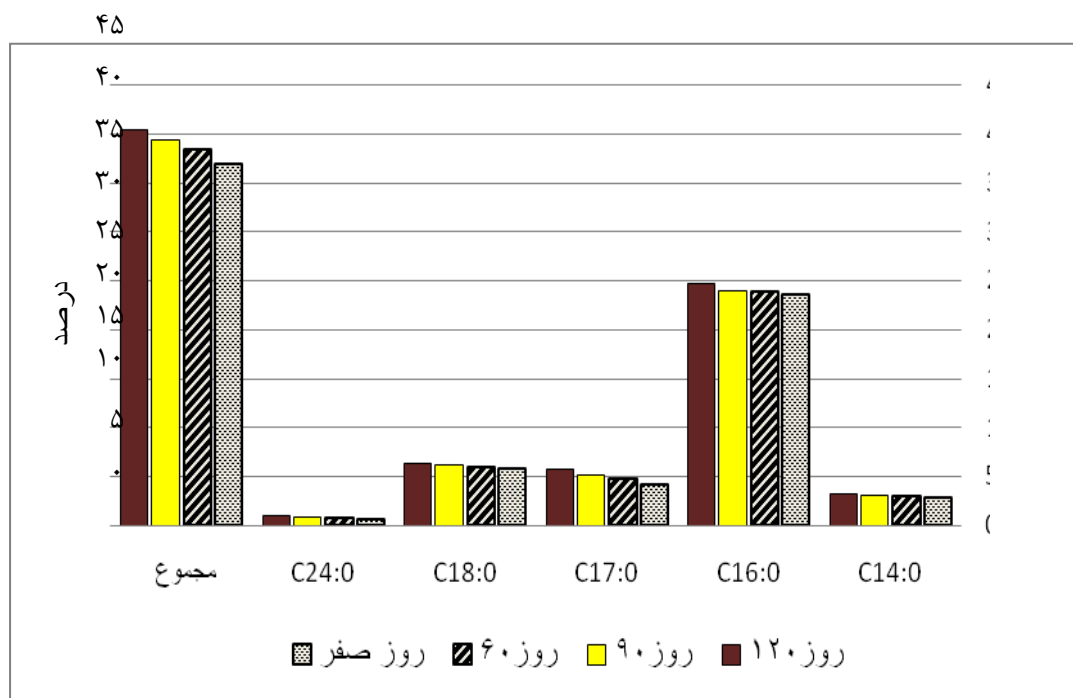
نتایج نشان داد که میزان رطوبت در زمان صفر $1 \pm 0/01$ و $77/35$ درصد بود که تا روز ۱۲۰ این میزان در هردو غلظت ویتامین C افزایش یافت، به طوری که در نمونه همراه ویتامین C درصد در زمان‌های ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ روز به ترتیب $0/03 \pm 0/02$ ، $0/03 \pm 0/02$ و $0/03 \pm 0/01$ و $79 \pm 0/01$ و $88/05 \pm 0/01$ و در نمونه همراه ویتامین C ۵ درصد در زمان‌های ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ روز به ترتیب $0/03 \pm 0/02$ ، $0/03 \pm 0/01$ و $2/62 \pm 0/01$ بدست آمد. در شکل شماره (۴) میزان خاکستر نشان داده شده است.



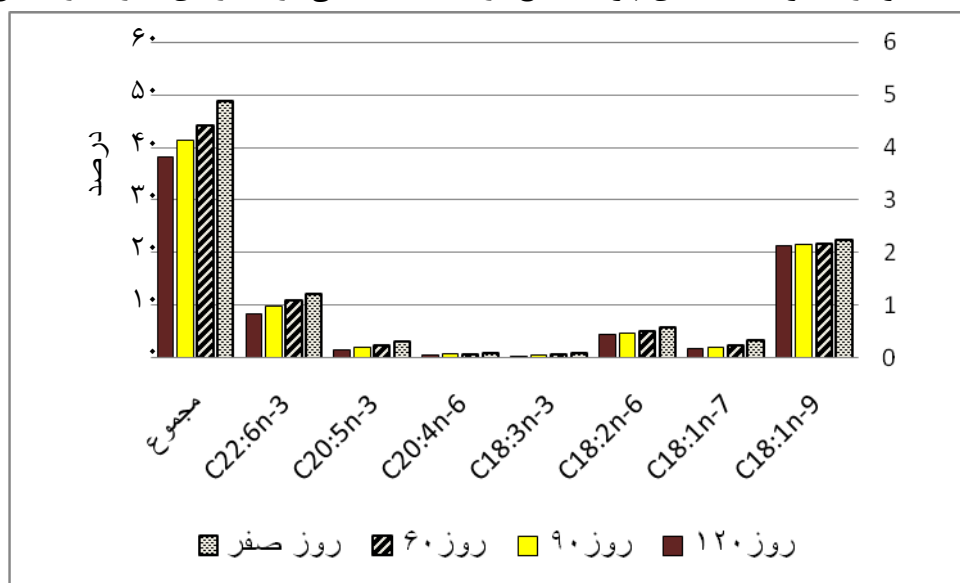
شکل ۴- نمودار میزان خاکستر در ۱۲۰ روز نگهداری *Alosa caspia* در برودت ۱۸- درجه سانتی‌گراد

محتوای خاکستر در زمان صفر $0/04 \pm 0/01$ و $1/70$ درصد بود و بتدریج تا روز ۱۲۰ کاهش پیدا کرد به طوری که در نمونه همراه ویتامین C درصد در زمان‌های ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ روز به ترتیب $0/02 \pm 0/01$ ، $0/02 \pm 0/01$ و $0/03 \pm 0/01$ و در نمونه همراه ویتامین C ۵ درصد در زمان‌های ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ روز به ترتیب $0/02 \pm 0/01$ ، $0/04 \pm 0/01$ و $0/03 \pm 0/01$ ارزیابی گردید، از زمان صفر تا روز ۱۲۰ از کاهش ملاحظه گردید.

تغییرات اسیدهای چرب اشباع در فیله شگ ماهی در تیمارهای ۱ درصد ویتامین C در شکل‌های (۵ و ۶) ارائه شده است.



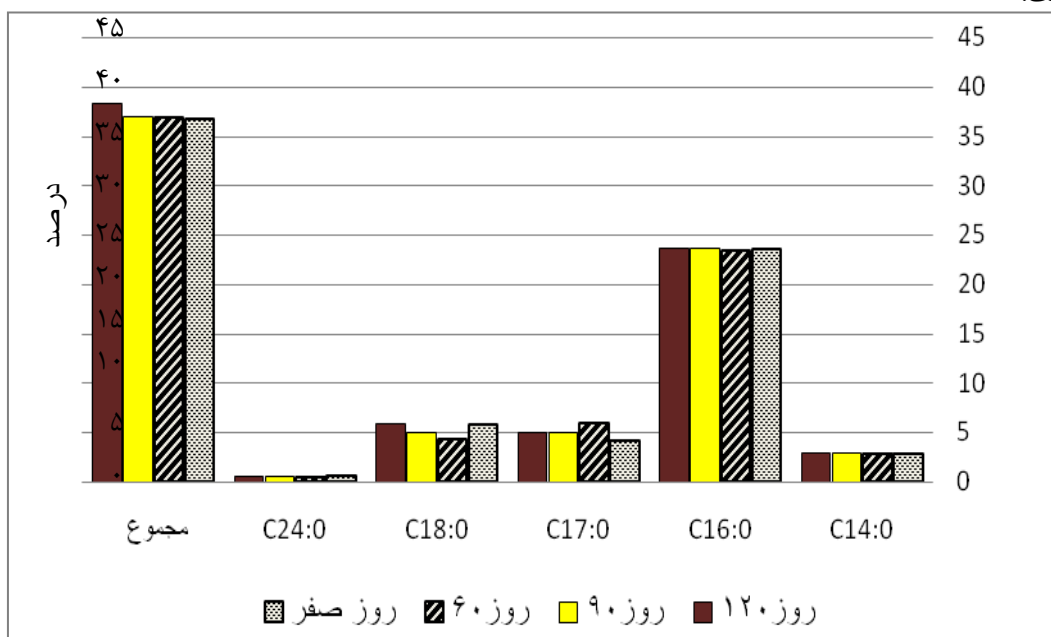
شکل ۵- نمودار تغییرات اسیدهای چرب اشباع در فیله شگ ماهی در تیمارهای ۱ درصد ویتامین C



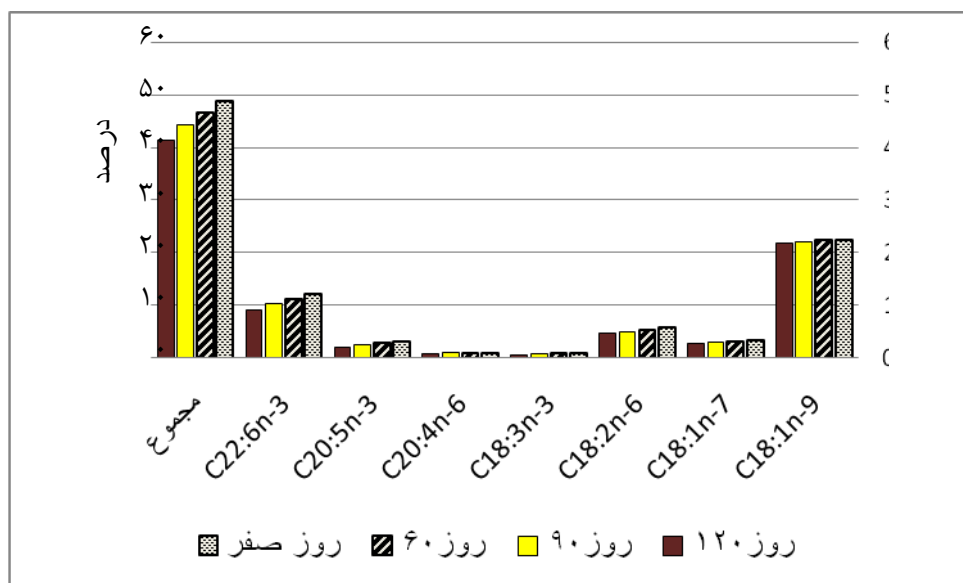
شکل ۶- نمودار تغییرات اسیدهای چرب غیراشباع در فیله شگ ماهی در تیمارهای ۱ درصد ویتامین C

در کل ۱۲ نوع اسید چرب شناسایی شد و مورد بررسی قرار گرفت که عبارت بودند از: میریستیک اسید ($C_{14:0}$)، پالمیتیک اسید ($C_{16:0}$)، هپتا دکانوئیک اسید ($C_{17:0}$)، استئاریک اسید ($C_{18:0}$)، لیگنوسریک اسید ($C_{24:0}$)، اولئیک اسید ($C_{18:1}$)، لینولئیک اسید ($C_{18:2}$)، آلفالینولئیک ($C_{18:3}$)، آراشیدونیک اسید ($C_{20:4}$)، ایکوزاپنتانوئیک اسید ($C_{20:5}$) و دوکوزاهگزانوئیک اسید ($C_{22:6}$) می‌باشد.

تغییرات اسیدهای چرب اشباع در فیله شگ ماهی در تیمارهای ۵ درصد ویتامین C در شکل‌های (۷ و ۸) نشان داده شده است.



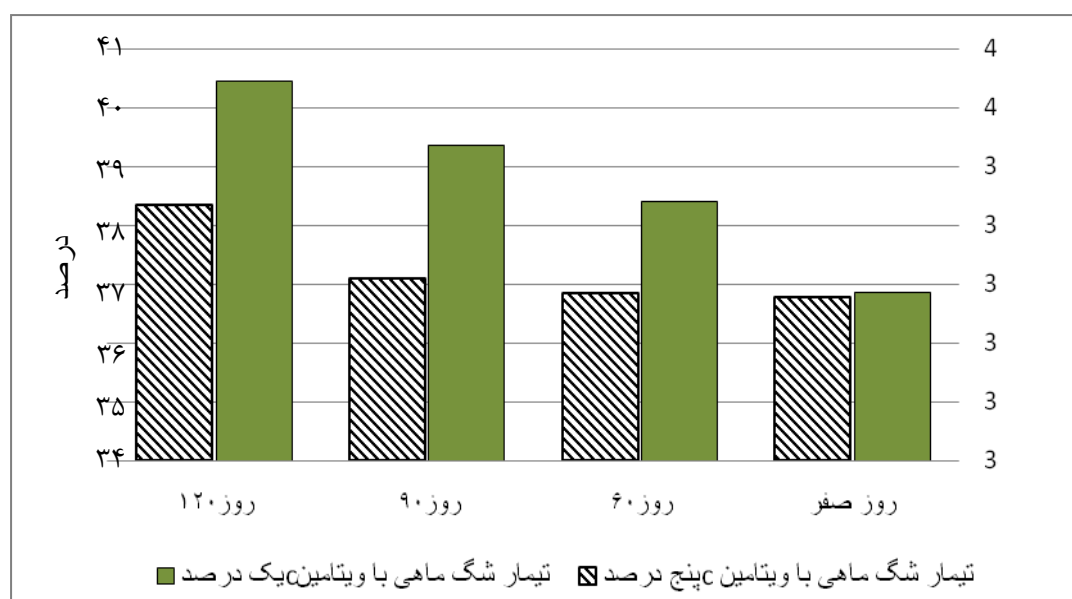
شکل ۷- نمودار تغییرات اسیدهای چرب اشباع در فیله شگ ماهی در تیمارهای ۵ درصد ویتامین C



شکل ۸- نمودار تغییرات اسیدهای چرب غیراشباع در فیله شگ ماهی در تیمارهای ۵ درصد ویتامین C

در بین اسیدهای چرب اشباع در نمونه شاهد بیشترین میزان را پالمیتیک اسید ($C_{16:0}$) با $23/57 \pm 0/02$ درصد و پس از آن استئاریک اسید ($C_{18:0}$) با $5/78 \pm 0/01$ درصد و بعد از آن هپتادکائوئیک اسید ($C_{17:0}$) با $4/11 \pm 0/01$ درصد به خود اختصاص دادند. کمترین میزان مربوط به لیگنوسریک اسید ($C_{24:0}$) با $0/58 \pm 0/02$ درصد بود. مجموع اسیدهای چرب اشباع در نمونه شاهد $36/78 \pm 0/03$ درصد بدست آمد که این میزان پس از ۱۲۰ روز افزایش یافت. شاهد در اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه بیشترین میزان مربوط به اولئیک اسید با $22/41 \pm 0/04$ درصد است، در اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دو گانه در نمونه شاهد، بیشترین میزان را دوکوزاهگزانوئیک ($C_{22:6}$) با $12/16$ درصد و پس از آن لینولئیک اسید ($C_{18:2}$) با $5/72 \pm 0/02$ درصد دارند و کمترین میزان مربوط به آلفالینولئیک اسید ($C_{18:3}$) با $1/01 \pm 0/01$ درصد است.

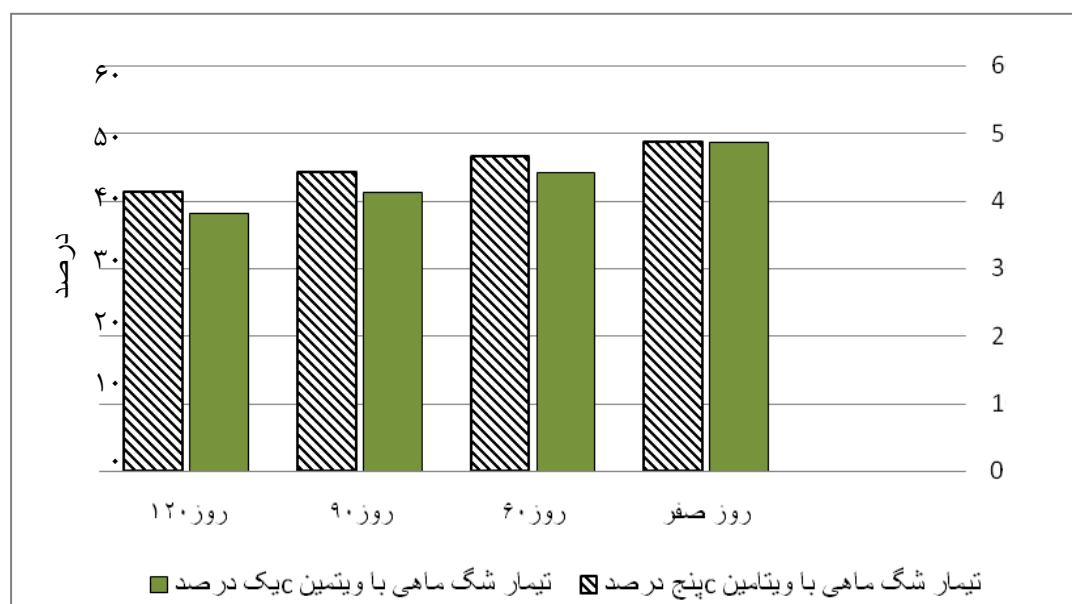
در شکل (۹) اسیدهای چرب اشباع در فیله شگ ماهی در تیمارهای با ۵ درصد ویتامین C مقایسه و ارائه شده است.



شکل ۹- نمودار مقایسه تغییرات مجموع اسیدهای چرب اشباع در فیله شگ ماهی

در تیمارهای ۱ و ۵ درصد ویتامین C

شکل شماره (۱۰) نشان دهنده ی تغییرات اسیدهای چرب غیر اشباع در فیله شگ ماهی در تیمارهای ۱ و ۵ درصد ویتامین C می‌باشد.



شکل ۱۰- نمودار مقایسه تغییرات مجموع اسیدهای چرب غیر اشباع در فیله شگ ماهی در تیمارهای ۱ و ۵ درصد ویتامین C

از میزان اسیدهای چرب غیر اشباع چه با یک پیوند دوگانه و چه با چند پیوند دوگانه با گذشت ۱۲۰ روز، کاسته شد.

بحث و نتیجه‌گیری

در این تحقیق اسیدهای چرب بعد از گذشت ۱۲۰ روز به علت و کیوم شدن، انجماد و ویتامین C تغییرات کمی نشان دادند. در تیماری که در معرض ۵ درصد ویتامین C قرار گرفته بود، تغییرات کمتر از تیمار با ویتامین C ۱ درصد بود. همچنین آنتی اکسیدان ویتامین C بر روی تغییرات چربی تاثیر داشته ولی بر روی رطوبت و خاکستر و پروتئین هیچ تاثیری نداشت. در تحقق حاضر میزان چربی در نمونه شاهد $2/82 \pm 0/2$ درصد بود که تا روز ۱۲۰ توسط آنزیم‌های لیپاز تجزیه و از میزان آن کاسته شد. در بررسی که هاشمی کنتی در سال ۱۳۸۷ بر تاثیر دودی کردن بر روی کیفیت ماهی فیتوفاگ در مدت نگهداری ۴ ماه در دو دمای ۴ و ۲۲ درجه سانتی گراد انجام داد، میزان چربی پس از ۱۲۰ روز افزایش یافت که با نتایج تحقیق حاضر مغایرت دارد، دلیل این موضوع می‌تواند کاهش آب در بافت ماهی به علت پدیده دودی کردن باشد (هاشمی کنتی، ۱۳۸۷). همچنین نتایج تحقیق حاضر با نتایج Kujawa و Zmijewski (2006) بر روی ماهی *Aspius aspius* و *Abramis brama* و *Esox locius* انجام دادند همخوانی نشان می‌دهد. میزان چربی در تحقیق حاضر با بررسی (Kyrana et al., 1997; Tejada & , 2002) Huidobro مطابقت نشان می‌دهد.

در بررسی حاضر میزان اسیدهای چرب امگا ۳ در این ماهی بسار بالا بود. اسیدهای چرب امگا ۳ مهم تر از دیگر اسیدهای چرب می‌باشد. دو نمونه از مهم‌ترین آنها اسیدایکوزاپنتانوئیک و دیگری دوکوزاهگزانوئید اسید می‌باشد (Gladyshe et al., 2008, Gulzal & Zuber, 2000). در بین اسیدهای چرب، اسید اشباع اسید پالمیتیک بیشترین

میزان را دارا بود و در بین اسیدهای چرب تک غیر اشباع اسید اولئیک بیشترین میزان را به خود اختصاص داده بود. از نظر آماری بین نمونه شاهد و نمونه‌های حاوی ویتامین C با غلظت‌های ۱ و ۵ درصد اختلاف معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد ($P < 0/05$) وجود داشت. این تحقیق با بررسی که Ozguel و Ozguel در سال ۲۰۰۷ بر روی *Mugil cephalus* انجام دادند تا حدودی همخوانی دارد. در این تحقیق میزان پالمیتیک اسید $21/5 \pm 0/02$ درصد برآورد شد که در بین اسیدهای چرب اشباع بیشترین میزان را به خود اختصاص داد. همچنین در بررسی که Celik و Diler (2005) بر روی ماهی *Sander lucioperca* انجام دادند، بیشترین میزان اسیدهای چرب اشباع را پالمیتیک اسید با $19/6 \pm 0/04$ درصد به خود اختصاص داده بود. اسیدهای چرب بعد از گذشت ۱۲۰ روز به علت وکیوم و انجماد و آنتی اکسیدان تغییرات کمی نشان داده بود. همچنین میزان polyunsaturated fatty acid (PUFA) بعد از گذشت ۱۲۰ روز رو به کاهش بود که با نتیجه Lugasia و همکاران در سال ۲۰۰۷ مطابقت دارد. میزان polyunsaturated fatty acid (PUFA) در تیمار آنتی اکسیدان‌ها با غلظت‌های ۵ و ۱ درصد نسبت به نمونه تازه تغییرات کمتری نشان دادند که می‌توان آن را به خاصیت آنتی اکسیدان ویتامین C که ممانعت از اکسید شدن چربی‌ها میکند نسبت داد. این نتیجه با بررسی (Suresh Kumar et al., 2006) و (Sant ; Tsao & Yin, 2001) و (Fogaca & Ana, 2007 و Wong et al., 1995) مطابقت دارد. در این مطالعه بیشترین میزان Saturated fatty acid (SFA) پالمیتیک بود و مشابه نتایج (Ozguel & Ozguel, 2007) بر روی *Sole solea* و *Trachurus mediterraneus* و *Sardinella aurita* و *Pegellus erythrius* و *Scorpaena scrofa* بدست آمد. رطوبت از جمله عوامل بسیار مهم در رابطه با رشد میکروارگانیسم‌ها در مواد غذایی به شمار می‌آید از این رو، به عنوان یک پارامتر مورد ارزیابی قرار گرفت. در این تحقیق میزان رطوبت در زمان صفر برابر $77/35 \pm 0/01$ درصد اندازه‌گیری شد که با گذشت ۱۲۰ روز افزایش یافت علت این افزایش را هم می‌توان به وجود بسته‌بندی وکیوم نسبت داد که رطوبت را در خود حفظ نمود و هم اینکه به هنگام انجام آزمایشات و ایجاد یخزدایی در نمونه‌ها و ایجاد پدیده آب‌چک آب میان بافتی از آن خارج شد و رطوبت نمونه‌ها افزایش یافت. همچنین در بررسی که Zmijewski و همکاران در سال ۲۰۰۶ بر روی ماهی *Aspius aspius* انجام دادند، میزان رطوبت در ماهی تازه $77/64 \pm 0/35$ درصد بود که این نتیجه با نتیجه‌ای که در این بررسی بدست آمد، همخوانی دارد. در این تحقیق میزان پروتئین در نمونه شاهد $17/1 \pm 0/01$ بود که با گذشت زمان کاهش پیدا کرد و هیدرولیز شد. در بررسی که که هاشمی کنتی (۱۳۸۷) بر تاثیر دودی کردن بر روی کیفیت ماهی فیتوفاگ در مدت نگهداری ۴ ماه در دو دمای ۲۲ و ۴ درجه سانتی گراد انجام داد، میزان پروتئین تا ماه سوم افزایش یافت و سپس در ۴ ماه کاهش پیدا کرد که علت آن از دست دادن آب طی زمان نگهداری و تبدیل شدن به مواد از ته فرار بیان شد. این نتایج بخصوص بخش آخر آن تا حدی با تحقیق حاضر مطابقت دارد. از نظر آماری بین نمونه شاهد و نمونه‌های حاوی آنتی اکسیدان با غلظت‌های ۱ و ۵ درصد اختلاف معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد ($P < 0/05$) وجود نداشت. حداکثر حد مجاز خاکستر ۲ درصد است (رفیعی طاری، ۱۳۸۷). در این تحقیق میزان خاکستر از زمان صفر تا ۱۲۰ کاهش پیدا کرده است. همچنین نتایج حاضر با بررسی که Zmijewski و همکاران در سال ۲۰۰۶ بر روی ماهی *Aspius aspius* و *Abramis brama* و *Exous lacius* انجام دادند، همخوانی دارد.

تقدیر و تشکر

با تشکر از جناب دکتر اسماعیلی ساری رئیس دانشگاه تربیت مدرس نور و همچنین جناب دکتر عابدیان کناری هیئت علمی دانشگاه تربیت مدرس نور به خاطر فراهم آوردن بستر مناسب برای انجام این تحقیق نهایت تشکر را دارم.

منابع

- کیوان، ا.، هدایتی فرد، م. ۱۳۸۷. بررسی زمان ماندگاری و تغییرات کیفی فیله تاس ماهی ایرانی *Acipenser persicus* در شرایط بسته‌بندی در خلاء. اولین کنفرانس ملی علوم شیلات و آبزیان ایران. لاهیجان. پروانه، و. ۱۳۷۷. کنترل کیفی آزمایش‌های شیمیایی مواد غذایی. دانشگاه تهران. ایران.
- رفیعی طاری، م. ۱۳۸۷. بررسی اثرات نمک سود کردن بر روی ترکیبات اسیدهای چرب ماهی فیتوفاک و تعیین زمان ماندگاری آن. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال. ستاری، م.، شاهسونی، د. و شفیع، ش. ۱۳۸۲. ماهی‌شناسی سیستماتیک. نشر حق شناس. تهران.
- سالک یوسفی، م. ۱۳۸۹. تغذیه آبزیان پرورشی. مؤسسه تبلیغاتی عاطفه. تهران.
- عادل، ا. ۱۳۸۷. اصول بازاریابی و بسته‌بندی آبزیان. انتشارات مؤسسه فرهنگی و انتشاراتی هنر تا بی‌نهایت. تهران.
- هاشمی کنتی، ف. ۱۳۸۷. مطالعات اثر نمک سود بر روی اسیدهای چرب ماهی کفال طلایی در سواحل جنوبی دریای مازندران. اولین کنفرانس ملی علوم شیلات و آبزیان ایران. لاهیجان.
- Celic, M. & Diler, A. 2005. A comparison of the proximate composition and Fatty Acid profiles of (*Sonder lucioperca*) from Two different region and climatic condition. Journal Food Chemistry, 92:637-641.
- Dondero, M., Usternas, F., carvajal, L. & simpson, R. 2004. Changes in quality of vacuum-packed cold-smoked salmon (*Salmo salar*) as affection of storage temperature. Food chemistry, 4: 543-550.
- Fernandez, J., Perez-Alvarez, J.A. & Fernandez-lopez, J.A. 1998. The barbituric acid test for monitoring lipid oxidation in meat. Food Chem., 59(3): 375-353.
- Fogaca, F. H. S. & Sant Ana, L. S. 2007. Tocopherol in the lipid stability of Tilapia (*Oreochromis niloticus*) hamburgers. Food Chemistry, 105: 1214-1218.
- Gladysheva, M.I., Sushchik, N.N., Makhutova, O. N. & Kalachova, G.S. 2008. Content of essential polyunsaturated fatty acids in tree caged fish species. International Journal of Food Sciences and Nutrition., 8:1-7.
- Gulzar, S. & M. Zuber. 2000. Determination of omega-3 fatty acid composition in fresh water fish. International Journal of Agriculture and Biology, 2: 342-373.
- Harris, P. & Tall, I. 1995. Rancidity in frozen fish. In Technology nutrition and Marketing Hamilton, Rj. Riu, Roeds. Pj Barnes and Associates. Sharn brook, UK.
- Kyranou, V. R., Lougovois, V. P. & Valsamis, D. S. 1997. Assessment of shelf-life of maricultured Gilthead sea bream (*Sparus aurata*) stored in ice. International Journal of Food Science and Technology, 32, 339-347.
- Mukhopadhyay, T., & Ghosh, S. 2007. Lipid profile and fatty acid composition of two silurid fish eggs. Journal of Oleos Science, 8:399-403.
- Metcalfe, L. D., Schmitz, A. & Pelkaj, R. 1966. Rapid preparation of fatty acid esters from lipids for gas chromatographic analysis. Annals of chemistry, 38:524-535.
- Belitz, H.D. & Grosch, W. 1999. Lipids in food chemistry. Springer Verlag. Heidelberg, Germany.
- Nichols, P.D., Volkman, J.K. & Elliott, N.G. 1994. Orange roughy and other marine oils: characterization and commercial applications. Hobartotas. Australia.
- Nordoy, A., Mavchioli, R., & Avnesen, H. 2001. N-3 polyunsaturated fatty acids and cardiovascular diseases. Liquids, 36:127-129.
- Lugasia, A., Losadab, V., Hovari, J., Lebovicsa, V., Jakoczia, I. & Aubourg, S. 2007. Effect of pre-soaking whole pelagic fish in a plant extract on sensory and biochemical changes during subsequent frozen storage. J. LWT, 40: 930-936.
- Ozogul, Y. & Ozgoul, F. 2007. Fatty acid profiles of commercially important fish species from the Mediterranean, Aegean and Black Sea. Food Chemistry, 99:752-758.
- Suresh Kumar, G., Nayaka, H., Dharmesh, S. & Salimath, P. V. 2006. Free and bound phenolic antioxidants in amla (*Embllica officinalis*) and turmeric (*Curcuma longa*). Journal of Composition and Analysis, 19: 446-452.

-
- Tejada, M. & Huidobro, A. 2002. Quality of farmed Gilthead sea bream (*Sparus aurata*) during ice storage related to the slaughter method and gutting. *European Food Research and Technology*, 215: 1-7.
- Tsao, S.M. & Yin, M.C. 2001. In-vitro antimicrobial activity of 4 diallyl sulphides occurring naturally in garlic and Chinese leek oils. *J. Med. Microbiol*, 50: 646-696.
- Vaccaro, A.M., Buffa, G., Messina, C. M., Santullis, A. & Mazzola, A. 2005. Fatty acid composition of a cultured sturgeon Hybrid (*Acipenser naccarii*, *baerii*). *Food Chemistry*, 93:627-631.
- URL. 2002. Fish oil and angina/heart attack, health benefits of fish oils. Available in: <http://www.oilofpisces.com>.
- Zar, J.H. 1984. *Biostatistical analysis*. Prentice-Hall. Englewood Cliffs, NJ.
- Žmijewski, T. & Kujawa, B. 2006. Slaughter yield, proximate and fatty acid composition and sensory properties of Rapfen (*Aspius aspius* L) with tissue of Bream (*Abramis brama* L) and Pike (*Esox lucius* L). *Journal of Food Composition and Analysis*, 19 (2-3): 176-181.