

اثر مدت زمان نگهداری به صورت منجمد بر روند تغییر کیفیت گوشت کپور نقره‌ای چرخ شده حاوی محافظ سرمایی

افسانه اصغرزاده کانی^{۱*}، بهاره شعبانپور^۲، هدایت حسینی^۳، امید سبزواری^۴

۱- دانش آموخته، دانشکده شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۲- استادیار گروه شیلات، دانشکده شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۳- استادیار پژوهشی، اداره کل آزمایشگاههای کنترل غذا و دارو، تهران

۴- دانشیار، اداره کل آزمایشگاههای کنترل غذا و دارو، تهران

چکیده

روند تغییر کیفیت گوشت چرخ شده ماهی فیتوفاگ (*Hypophthalmichthys molitrix*) حاوی محافظ سرمایی طی نگهداری به صورت منجمد با اندازه‌گیری میزان رطوبت، پروتئین، چربی کل و شاخصهای فساد اکسیداتیو و هیدرولیتیک چربی بررسی شد. گوشت چرخ شده از ماهی فیتوفاگ تازه تهیه شد و با ۴٪ ساکاروز، ۴٪ سوربیتول و ۳٪ پلی فسفات (مخلوط با نسبت ۱:۱ از تتراسدیم پیروفسفات و سدیم تری پلی فسفات) به عنوان محافظ سرمایی مخلوط شد. سپس در پلاستیکهای مخصوص فریزر بسته‌بندی و در دمای ۳۵°C- منجمد و در ۱۸°C- برای مدت ۶ ماه نگهداری شد. تغییرات میزان رطوبت، چربی کل، پروتئین تام، پراکسید، تیوباربتوریک اسید و اسیدهای چرب آزاد در ماههای صفر، ۱، ۲، ۳، ۴ و ۶ مورد بررسی قرار گرفت. میزان پراکسید و اسیدهای چرب آزاد طی ۶ ماه نگهداری به طور معناداری افزایش یافت ($p < 0/05$). میزان تیوباربتوریک اسید نیز پس از یک کاهش در ماه دوم، دوباره تا ماه ششم روند افزایشی را نشان داد. میزان رطوبت و چربی کل تغییر معناداری را نشان نداد ($p > 0/05$). مدت زمان نگهداری به صورت منجمد بر میزان پروتئین تام گوشت چرخ شده حاوی نگهدارنده در اکثر ماهها اثر معناداری نداشت ($p > 0/05$).

کلید واژگان: ماهی فیتوفاگ، گوشت چرخ شده، تغییر کیفیت، زمان انجماد.

۱- مقدمه

این ماهی برای ترویج مصرف آن ضروری به نظر می‌رسد. تولید گوشت چرخ شده از ماهیان کم مصرف یکی از روشهایی است که امروزه برای افزایش مصرف این دسته از ماهیان پیشنهاد می‌شود.

گوشت چرخ شده ماهی Minced fish یا Fish mince به گوشت جدا شده از ماهی اطلاق می‌شود که به شکل کاملاً

ماهی فیتوفاگ (*Hypophthalmichthys molitrix*) از خانواده Cyprinidae و از ماهیان آب شیرین است که در پرورش توأم در استخرهای پرورشی درصد اصلی را تشکیل می‌دهد [۱]. آنجا که این ماهی در رقابت با ماهیان خوش خوراک تر ماهی کم مصرفی محسوب می‌شود، بنابراین تولید فرآورده‌های متنوع از

* نویسنده مسؤول مقاله: تلفن: ۰۹۱۲۵۳۴۶۳۵۵، E.mail: afsaneh_asgharzadeh@yahoo.com

جدا شود. سپس فیله‌های ماهی با عبور از یک استخوانگیر (مدل Sepamatic Deboner) تبدیل به گوشت چرخ شده بدون استخوان و پوست و خالص ماهی با ابعاد کمتر از ۴- ۵mm شدند. گوشت چرخ شده به دست آمده سریعاً با ۴٪ ساکارز، ۴٪ سوربیتول و ۳٪ پلی فسفات به نسبت ۱:۱ از تتراسدیم پیرو فسفات و سدیم تری پلی فسفات^۱ به عنوان محافظ سرمایی مخلوط شد [۳، ۹]؛ سپس در بسته‌بندیهای ۲۵۰ گرمی در کیسه‌های مخصوص فریزر^۲ بسته‌بندی و در تونل انجماد همین مرکز با دمای ۳۵°C- منجمد گردید و به مدت ۶ ماه در دمای ۱۸°C- نگهداری شد. آنالیزهای مربوط روی نمونه‌ها در بخش پروتئینی اداره کل آزمایشگاههای کنترل غذا و داروی وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی به شرح ذیل انجام شد.

آزمایشهای پروتئین تام با استفاده از روش هضم، تقطیر و تیتراسیون کلدال^{۱۰}، چربی با استفاده از متانول و کلروفورم^۳ مطابق با روش بلای و دایر^۴ [۱۱]، اسیدهای چرب آزاد (FFA) و پراکسید (PV) با روش اگان و همکاران [۱۲]، تیوباریتوریک اسید (TBA) به وسیله روش رنگ سنجی [۱۲] و رطوبت با استفاده از ۵g نمونه در فور ۱۰۵°C- ۱۰۰ [۱۰] در ماههای صفر، ۱، ۲، ۳، ۴ و ۶ انجام شد.

آنالیز آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS انجام شد. روش آنالیز واریانس یک طرفه برای تعیین وجود اختلاف بین مقادیر حاصل از اندازه‌گیری هر شاخص در ماههای صفر، ۱، ۲، ۳، ۴ و ۶ به کار رفت. برای تعیین معنادار بودن یا نبودن اختلافهای بین میانگین صفات در زمانهای اندازه‌گیری از آزمون چند دامنه‌ای دانکن^۵ استفاده شد و وجود یا نبود اختلاف معنادار در سطح ۵٪ تعیین گردید.

1. Manufactured by Merck, K GaA. 64271 Darmstadt, Germany
2. Zip lock
3. Manufactured by Merck, Darmstadt, Germany
4. Bligh and Dyer
5. Dancan's multiple range test

خرد شده و یکنواخت و عاری از فلس، پوست و استخوان باشد [۲]. از سویی دیگر پس از مرگ، تغییرات نامطلوبی در کیفیت عضله ماهی آغاز می‌گردد که طی مدت عمل‌آوری و نگهداری ادامه دارد [۳]. این تغییرات معمولاً به دلیل واکنشهای شیمیایی اتولیزی، افزایش بار باکتریایی و تغییرات خواص فیزیکی است که نهایتاً به کاهش کیفیت فرآورده نهایی منجر می‌شود [۴، ۵] و از مدت زمان ماندگاری می‌کاهد [۶]. انجماد و نگهداری به حالت منجمد یکی از بهترین روشهای نگهداری گوشت است که می‌تواند آن را به حالت طبیعی بدون فاسدشدگی قابل ملاحظه نگه دارد، اما حتی با استفاده از این روش نیز هنوز مقداری کاهش کیفیت در گوشت طی مدت زمان نگهداری به حالت منجمد اتفاق می‌افتد [۷]. از آنجا که کیفیت محصولات دریایی به کیفیت پروتئین و لیپید آنها وابسته است [۸]، بنابراین مطالعه حاضر سعی کرده است اثر مدت زمان نگهداری به صورت منجمد را بر تغییرات کیفیت پروتئین و چربی گوشت چرخ شده ماهی فیتوفاگ نمایان سازد.

۲- مواد و روش کار

ماهیهای فیتوفاگ (*Hypophthalmichthys molitrix*) مورد استفاده در این تحقیق در اواسط آذر ماه از آبدان عرضه ماهی زنده حوالی شهرستان بابلسر تهیه شدند. میانگین وزنی ماهیان ۵۵۰g و میانگین طولی آنها ۳۵cm بود. ماهیها بلافاصله برای تهیه گوشت چرخ شده به شرکت کیان ماهی خزر در شهرستان بابلسر انتقال یافتند، به طوری که در زمان رسیدن به محل مورد نظر هنوز زنده بودند. پس از آن ماهیان در حضور مقادیر کافی یخ با گذراندن مراحل سرزنی، تخلیه امعا و احشا و پوست کنی، فیله شده، به طور کامل با آب سرد شسته شدند تا کاملاً تمیز شده، خونابه‌ها و سایر ضایعات از آنها

۳- نتایج و بحث

گوشت چرخ شده انجامید ($p < 0/05$). سووانیچ و همکاران (۲۰۰۰) دلیل این مهم را به افزایش یافتن جامدات و مواد خشک گوشت چرخ شده در اثر مخلوط شدن با محافظ سرمایی نسبت دادند.

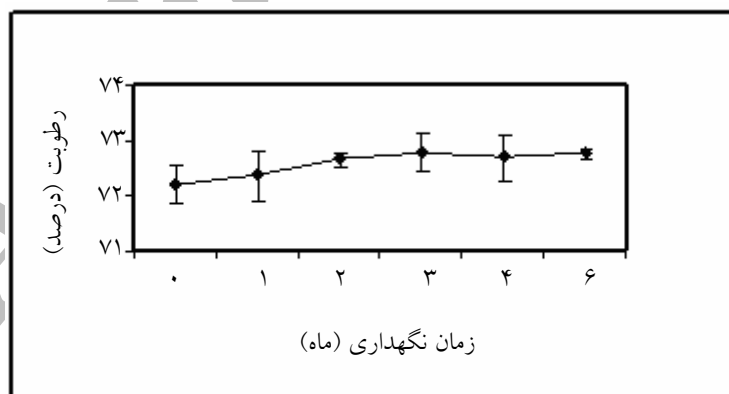
مطابق جدول ۱، میزان پروتئین و چربی کل گوشت چرخ شده همراه و بدون محافظ سرمایی در ماه صفر نگهداری اختلاف معناداری را نشان نداد ($p > 0/05$). مخلوط کردن گوشت چرخ شده با محافظ سرمایی به کاهش میزان رطوبت

جدول ۱ مقایسه میانگین پروتئین تام، رطوبت و چربی کل گوشت چرخ شده همراه و بدون محافظ سرمایی ماهی فیتوفاگ در ماه صفر نگهداری

رطوبت کل %	پروتئین تام %	چربی کل %	تیمارهای گوشت چرخ شده
۷۸/۶±۰/۰۵ a	۱۶/۵۳±۱/۱۵ A	۲/۲۷±۰/۰۷ a	گوشت چرخ شده
۷۲/۲۰±۰/۳۵ b	۱۶/۳۵±۰/۶۱ ab	۲/۲۳±۰/۵۶ a	گوشت چرخ شده همراه با محافظ سرمایی

۱. میانگین ۳ تکرار با انحراف معیار

۲. میانگینهای یک ستون با حرف یا حروف مشابه اختلاف معناداری ندارند ($p > 0/05$).



شکل ۱ تغییرات رطوبت گوشت چرخ شده ماهی فیتوفاگ در زمان نگهداری به صورت منجمد

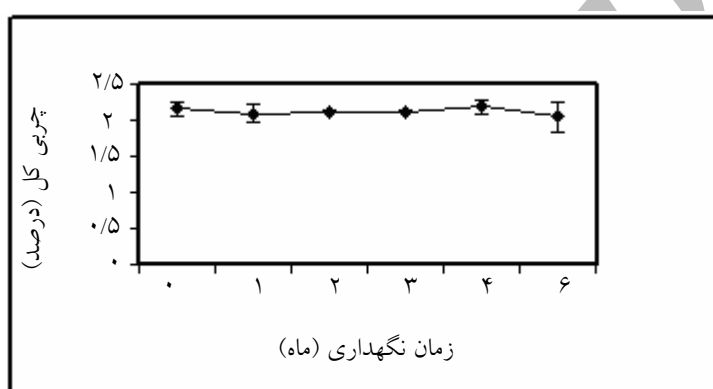
تغییرات رنگ و در نتیجه آفت کیفیت محصول می شود [۱۴]. براساس شکل ۱، میزان رطوبت گوشت چرخ شده ماهی فیتوفاگ در ماههای مختلف نگهداری اختلاف معناداری را

رطوبت یکی از عوامل مهم اندازه گیری کیفیت گوشت چرخ شده است؛ زیرا کاهش رطوبت نمونه ها موجب کاهش وزن [۱۳]، افزایش تغییرات اکسیداسیونی، تغییر ماهیت پروتئین،

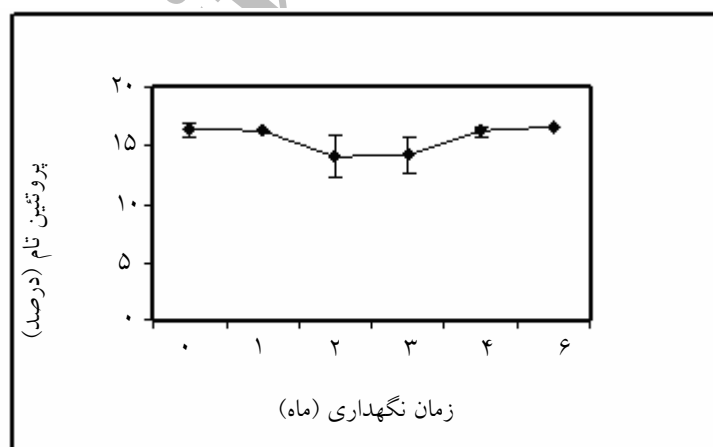
مهم با نتایج حاصل از مطالعه سانکار و راگوناس^۱ منطبق است [۱۵].

میزان پروتئین تام به طور وسیعی به عنوان معیار اکسیداسیون پروتئین استفاده می‌شود [۱۶]. براساس شکل ۳، مدت زمان نگهداری به صورت منجمد بر میزان پروتئین تام گوشت چرخ شده حاوی نگهدارنده ماهی فیتوفاگ اثر معناداری نداشت ($p > 0.05$).

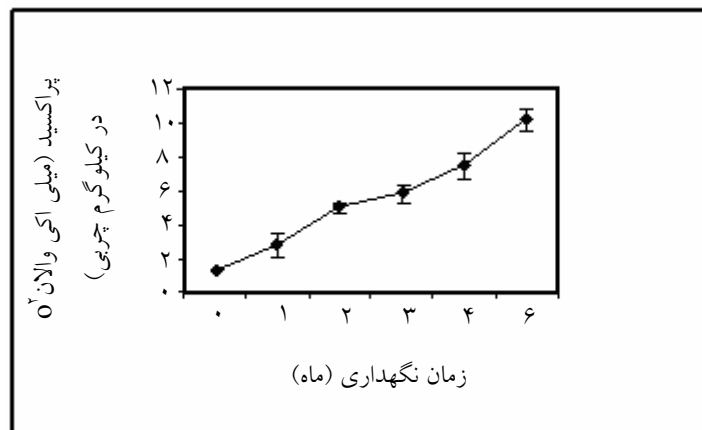
نشان نداد ($p > 0.05$). سووانیچ و همکاران (۲۰۰۰) نیز درخصوص مطالعه گوشت چرخ شده منجمد گربه ماهی (*Ictalurus punctatus*) نتایج مشابهی را به دست آوردند. تغییرات چربی نقش مهمی را به عنوان شاخص آفت کیفیت برعهده دارد و چربی کل یکی از شاخصهای مهم فساد ماهیان منجمد می‌باشد [۱۴]. براساس شکل ۲ میزان چربی گوشت چرخ شده ماهی فیتوفاگ در ماههای مختلف نگهداری اختلاف معناداری را نشان نداد ($p > 0.05$) که این



شکل ۲ تغییرات چربی کل گوشت چرخ شده ماهی فیتوفاگ در زمان نگهداری به صورت منجمد



شکل ۳ تغییرات پروتئین تام گوشت چرخ شده ماهی فیتوفاگ در زمان نگهداری به صورت منجمد



شکل ۴ تغییرات پراکسید (PV) گوشت چرخ شده ماهی فیتوفاگ در زمان نگهداری به صورت منجمد

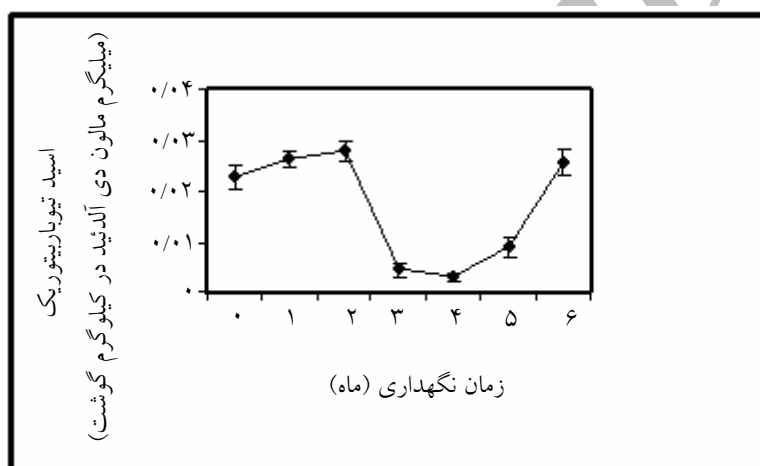
گفته می‌شود که میزان پراکسید در ماهی بسیار تازه باید زیر ۲ میلی اکی والان در کیلوگرم چربی ماهی باشد، در حالی که در ماهی تازه مقدار پراکسید نباید بیشتر از ۵ میلی اکی والان در کیلوگرم چربی باشد [۱۸]. به هر حال با مقایسه مقادیر پراکسید حاصل از این تحقیق (شکل ۴) با معیاری که ذکر شد می‌توان نتیجه گرفت که گوشت چرخ شده ماهی فیتوفاگ تا ۲ ماه در دمای -18°C از کیفیت خوب و در حد ماهی تازه برخوردار است.

به دنبال افزایش مدت نگهداری، شکستن هیدروپروکسیدها باعث تولید ترکیبات کربونیل و الکل می‌شود که می‌تواند به ایجاد طعم و بوی بد در ماهی منجر شود [۱۹]. اندازه‌گیری ترکیبات کربونیل با شاخص TBA مشخص می‌شود. مقدار TBA بیانگر میزان تندی و فساد گوشت ماهی است و مقدار بالاتر از ۳-۴ میلی‌گرم مالون آلدئید در کیلوگرم گوشت ماهی آفت کیفیت آن را نشان می‌دهد [۲۰، ۲۱]. نتایج مطالعه حاضر بیانگر آن است که گوشت چرخ شده ماهی فیتوفاگ پس از ۶ ماه هنوز با این مقدار و رسیدن به فساد فاصله دارد.

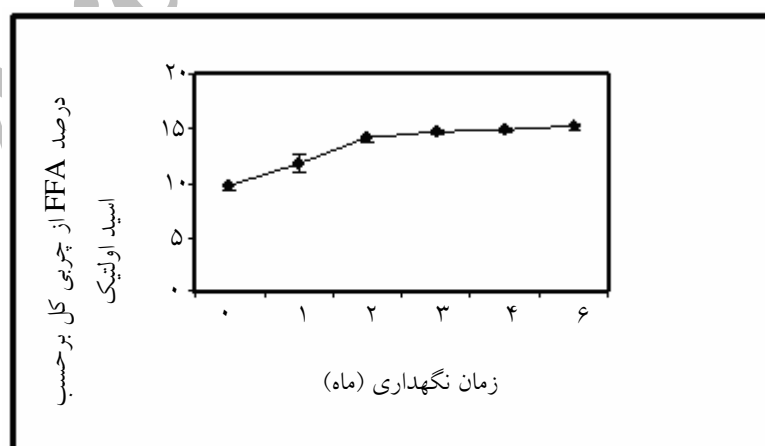
فساد لیپید در طول نگهداری به صورت منجمد یکی از مهمترین عواملی است که به طور مستقیم یا غیرمستقیم روی کیفیت غذا مؤثر است [۱۷]. پراکسید (PV) از شاخصهای مهم فساد چربی می‌باشد که افزایش آن طی مدت زمان نگهداری ماهی یا گوشت چرخ شده آن به شکل منجمد در مطالعات متعددی گزارش شده و از آن به عنوان اندیکاتور جذب اکسیژن یاد شده است. از جمله این مطالعات، بررسی میزان پراکسید گوشت چرخ شده سوف صورتی (*Nemipterus japonicus*) تا میزان ۳/۹ برابر مقدار اولیه [۷] و گربه ماهی دریایی (*Tachysurus dussumieri*) تا میزان ۱۰۷/۸۵ برابر مقدار اولیه [۸] به ترتیب طی ۶ و ۱۰ ماه نگهداری به صورت منجمد بوده است. در مطالعه حاضر نیز میزان پراکسید گوشت چرخ شده ماهی فیتوفاگ طی ۶ ماه نگهداری به حالت منجمد به طور معناداری افزایش داشت ($p < 0.05$) به طوری که در انتهای دوره میزان پراکسید به ۸/۹ برابر مقدار اولیه آن رسید. این مسأله می‌تواند بیانگر توسعه تندی و فساد در هنگام نگهداری ماهیان منجمد باشد [۱۴].

غیراشباعی بالا مستعد برای اکسیداسیون است [۲۳، ۲۴]، اما میزان این اکسیداسیون در ماهیان مختلف متفاوت است و علت آن می‌تواند ترکیبات متفاوت اسید چرب آنها باشد. اسیدهای چرب چند غیراشباعی در مقایسه با اسیدهای چرب اشباع برای اکسیداسیون مستعدترند [۲۵]. این نکته از این جهت حائز اهمیت است که می‌تواند در مقایسه و توجیه میزان TBA و به طور کلی اکسیداسیون چربی ماهیان مختلف و روند افزایشی آنها به کارگرفته شود.

میزان TBA گوشت چرخ شده ماهی فیتوفاگ در ماههای ۰، ۱، ۲ یک روند افزایشی را دنبال می‌کند. پس از آن به دنبال کاهش مقدار TBA در ماه سوم، دوباره مقدار TBA سیر صعودی پیدا می‌کند که اوج آن در ماه ششم است (شکل ۵). محققان دلایل کاهش مقدار TBA را بعد از یک دوره زمانی به واسطه واکنش و ترکیب مالون آلدئید با اسیدهای آمینه ماهی، تشکیل ترکیبات اضافی کربونیل یا واکنش مالون آلدئید با میوزین بیان کردند [۲۲]. به طور کلی اگرچه چربی ماهیان به دلیل



شکل ۵ تغییرات مقدار اسید تیوباریتوریک (TBA) گوشت چرخ شده ماهی فیتوفاگ در زمان نگهداری به صورت منجمد



شکل ۶ تغییرات اسیدهای چرب آزاد (FFA) گوشت چرخ شده ماهی فیتوفاگ در زمان نگهداری به صورت منجمد

و آسیبهای بافتی ناشی از ترکیب آنها با پروتئین عضله را سبب می‌شود [۲۸]. همین‌طور تسریع در فساد و کاهش کیفیت محصول و افزایش اکسیداسیون چربی را به همراه دارد [۲۹].

با در نظر گرفتن مقادیر شاخصهای اندازه‌گیری شده بخصوص اسیدهای چرب آزاد و پراکسید و اثرات مؤثر آنها بر توسعه طعم نامطلوب و کاهش کیفیت محصول می‌توان نتیجه گرفت نگهداری گوشت چرخ شده ماهی فیتوفاگ حاوی محافظ سرمایی بیش از ۴ ماه در دمای 18°C ، سبب افت محسوس کیفیت ماهی می‌شود. بنابراین مصرف آن باید قبل از این زمان صورت پذیرد.

پس از مرگ ماهیان، آنزیمهای هیدرولیزکننده چربی می‌توانند میزان اسیدهای چرب آزاد را در آنها افزایش دهند [۲۲]؛ بنابراین اندازه‌گیری اسید چرب آزاد (FFA) را می‌توان به عنوان یک شاخص خوب برای بیان تأثیر آنزیمهای لیپولیتیک بر چربی ماهی و سایر فرآورده‌های گوشتی در نظر گرفت [۱۵]. در مطالعه حاضر میزان اسیدهای چرب آزاد گوشت چرخ شده ماهی فیتوفاگ طی ۶ ماه نگهداری به حالت منجمد افزایش معناداری داشت ($p < 0.05$). چنین الگویی در مطالعه سایر محققان نیز دیده شده است [۷، ۲۶، ۲۷]. اسیدهای چرب آزاد در عضلات ماهی، توسعه طعم نامطلوب

۴- منابع

- [۱] عباسی ک، ولی پور ع، طالبی حقیقی د، سرپناه ع، نظامی ش؛ اطلس ماهیان ایران، آبهای داخلی گیلان؛ ناشر مرکز شیلاتی گیلان؛ ۱۳۷۸؛ ۱۱۳ ص.
- [2] Balachandran K. K.; Post-harvest Technology of Fish and Fish Products; Daya publishing House, Dlh-110035; 2001; p.440.
- [3] Suvanich V., Jahncke M.L., Marshall D.L.; «Changes in Selected Chemical Quality Charactristic of Channel Catfish Frame Mince During Chill and Frozen Storage»; *Journl of Food Science*; 2000; 65: 24-29.
- [4] Scott D. N., Porter R.W., Kudo G., Miller r., Koury B.; «Effect of Freezing and Frozen Storage of Alaska Pollock on the Chemical and Gel-Forming Properties of Surimi»; *Journal Food Science*; 1988; 50:723-726.
- [5] Cheng C. S., Hamann D. D., Webb N. B., Sidwell V.; «Effects of species and storage on minced fish gel texture»; *J.Food Sci.*; 1979; 44: 1087-1092.
- [6] Huss H. H.; Fresh Fish Quaity and Quality changes; Danish International Development Agency. Rome: FAO. Food and Agricultural Organization; 1988; 43-45.
- [7] Verma J. K., Srikar L. N.; «Protein and Lipid Changes in Pink Perch (*Nemipterus japonicus*) Mince During Frozen Storage»; *Journal of Food Science and Technology*; 1994; 31: 238-240.
- [8] Srikar L. N., Seshadari H. S., Fazal A. A.; «Changes in Lipids and proteins of marine catfish (*Tachysurus dussumieri*) during frozen storage»; *Int. J. Food Sci. Technol*; 1989; 24: 653-658.
- [9] Lee C. M.; Surimi: Sience and Tchnology; In: Wiley Encyclopedia of Food Science and Technology; Ed., Francis F.J., John Wiley & Sons, Inc.; New york; 1999; 2229-2239.
- [10] AOAC; Official methods of analysis; 17thed. Association of Official Analytical chemists, procedure, Washington, Dc, 2000.
- [11] Bligh E. G., Dyer w. j.; «A Rapid method of Total lipid Extraction and Purification»; *Canadian of Biochemistry and Physiology*; 1959; 37: 911-917.
- [12] Egan H., Krik R. S., Sawyer R.; Pearsons Chemical Analysis of Food. 9th; 1997; 609-634.
- [۱۳] رضوی شیرازی ح؛ تکنولوژی فرآورده‌های دریایی، علم فرآوری (۲)؛ انتشارات نقش مهر؛ ۱۳۸۰؛ ۲۹۲ ص.
- [14] 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»; *Journal of food Science*; 1999; 64: 20-24.

- [15] Sanker T. V., Raghunath M. R.; «Effect of pre-freezing iced storage on the lipid fraction of *Ariomma indica* during frozen storage»; *Fishery Technology*; 1995; 32(2): 88-92.
- [16] Munasighe D., Takeshi O., Tadashi S.; The lipid peroxidation induced changes of protein in refrigerated yellowtail minced meat; *Fisheries Science*; 2005; 71: 462-46.
- [17] Shenouda S. Y. k.; Theories of Protein Denaturation During Frozen Storage of Flesh; In: *Advances in Food Research*; Eds., Chichester C.o., Mark E.M., Stewart G.F.; Academic Press, New York; 1980; Vol.26: 275-331.
- [18] Ludorff W., Meyer V.; Fischeund fisch erzuegnisse; In: *food Chemistry* (edited by Belitz H.D., Grosch W.); Berlin: Springer Verlag; 1973; p.463.
- [19] Sikorski Z. E.; *Seafood: Resources Nutritional Composition and Preservation*; Boca Raton Fla.; CRC Press Inc.; 1990; pp.39, 248.
- [20] Wood G., Hintz L., Salwin H.; «Chemical Alteration in Fish Tissue during Storage at Low Temperatures»; *Journal of Association Official Chemistry*; 1969; 52: 904-910.
- [21] Tarladgis B. G., Watts B. M., Jonathan M.; «Distillation Method for the Determination of Malonaldehyde in Rancid Foods»; *Journal of American Oil Chemistry Society*; 1969; 37: 44-48.
- [22] Silva J. L., Ammerman G.R.; «Composition, lipid change, and sensory evaluation of two sizes of channel cat fish during frozen storage»; *J. Applied Aquaculture*; 1993; 2(2): 39-49.
- [23] Xiong Y. L.; «Myofibrillar protein from different muscle fiber types: Implications of biochemical and functional properties in meat processing»; *Crit Rev Food Sci Nutr*; 1994; 34(3): 293-320.
- [24] Church N.; «MAP fish and crustaceans sensory enhancement». *Food Sci Tech Tod*; 1998; 12(2):73-83.
- [25] Visessanguan W., Chutima T., Munehiko T.; «Effect of frozen storage on chemical and gel-forming properties of fish commonly used for surimi production in Thailand»; *Food Hydrocolloids*; 2005; 19(2): 197-207.
- [26] Karacam H., Boran M.; «Quality changes in Frozen Whole and Guttled Anchovies During Storage at -18c°»; *International Journal of Food Science and Technology*; 1996; 31: 527-531.
- [27] رضایی م.; «اثرات دما و مدت زمان نگهداری به حالت انجماد در تغییرات چربی ماهی کیلکای آنچوی»; پایان نامه دکتر؛ دانشگاه تربیت مدرس، ایران؛ ۱۳۸۲.
- [28] Mai J., Kinsella J. E.; Composition and lipids and proteins of debopned minced and fillet whit sucker (*Catostomus commersoni*). *Journal of Food Biochemistry*. 3: 229-239.
- [29] Shewfelt R. L.; «Fish muscle lipolysis-a review»; *J Food Biochem*; 1981; 79-10.