نشریه فن‌آوری‌های نوین در توسعه آبزی‌پروری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آزادشهر/ ISSN: 2008-0026 سال سیزدهم، شماره اول، بهار ۹۸ / صفحات: ۷۱-۵۷

اثر بسته‌بندی تحت خلاء بر روی شاخص‌های اکسیداسیون چربی فیله ماهی کفال (*Liza* spp) در شرایط نگهداری دمای ۱۸- و ۴ درجه سانتی‌گراد

افلاطون پورعلی[۱]، *مجید محمدنژاد[۲] و حمید فغانی لنگرودی[۳]

[۱]کارشناس‌ارشد گروه شیلات، واحد تنکابن، دانشگاه آزاد اسلامی، تنکابن، ایران،

[۲]گروه شیلات، واحد بندرگز، دانشگاه آزاد اسلامی، بندرگز، ایران،

[۳]استادیار و عضو هیأت علمی، واحد تنکابن، دانشگاه آزاد اسلامی، تنکابن، ایران

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۲/۱۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۹/۱۰

چکیده

اثر بسته‌بندی در شرایط خلاء بر شاخص‌های اکسیداسیون چربی بافت ماهی کفال، تعیین زمان ماندگاری آن به‌مدت ٤٥ روز در شرایط یخچال ٤ درجه سانتی‌گراد و انجماد ۱۸- درجه سانتی‌گراد مورد بررسی قرار گرفت. ابتدا فیله‌ها به تعداد ۵۷ بسته ۱۰۰ گرمی در شرایط خلاء بسته‌بندی‌شده و در زمان‌های صفر، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵، ٤٠، ٤٥ روز در دمای ٤ و ۱۸- درجه سانتی‌گراد هر کدام در سه تکرار نگهداری شد. اندازه‌گیری میزان چربی با روش کینسلا و پراکسید به روش روغن پالم مالزی انجام پذیرفت. نتایج نشان داد که میزان پراکسید اندازه‌گیری‌شده در دو دمای ٤ و ۱۸- درجه با گذشت زمان در مقایسه با فیله‌های تازه ماهی کفال در روز صفر سیر افزایشی داشته که تغییرات آن نسبت به زمان معنی‌دار بوده است ($P<۰/۰۵$). بررسی شاخص چربی نشان داد در مدت زمان نگهداری در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد در ۳۰ روز پس از نگهداری از حد مجاز گذشت ولی در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد حتی تا ٤٥ روز پس از نگهداری در حد نرمال قرار داشتند. تجزیه و تحلیل آماری نشان داد که نگهداری فیله ماهی کفال در بسته‌بندی وکیوم در شرایط خلاء در دمای انجماد ۱۸- درجه سانتی‌گراد در مقایسه با دمای یخچال ٤ درجه سانتی‌گراد سبب کندی تغییرات پراکسید در روزهای مختلف شده و باعث کاهش سرعت فساد در فیله ماهی کفال می‌شود.

واژه‌های کلیدی: بسته‌بندی در خلاء، پراکسید، چربی، زمان ماندگاری، ماهی کفال

مقدمه

ماهی و محصولات دریایی یک منبع غذایی سرشار از مواد پروتئینی هستند. بیش‌تر ماهیان درصد پائینی از چربی‌های اشباع و کلسترول دارند که از نظر سلامتی و جلوگیری از امراض احتمالی قلبی و عروقی بسیار مناسب می‌باشند. ارزش غذایی ماهی به‌دلیل وجود اسیدهای چرب امگا سه و امگا شش است که ضرورت وجود آن در جیره غذایی بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته است (رضائیان، ۱۳۸۵: Hui، ۱۹۹٦). هر چند وجود اسیدهای چرب غیراشباع در بدن ماهی از نظر رژیم غذایی انسان مطلوب است ولی در عوض سبب آسیب‌پذیری بیش‌تر چربی در مقابل اکسیداسیون و تندی می‌شود. از این جهت اهمیت روش نگهداری مواد غذایی بسیار بالا بوده و برای ماهی نیز با توجه به فسادپذیری بیش‌تر آن نسبت به سایر مواد غذایی مهم‌تر می‌باشد (اسماعیل زاده و سحری، ۱۳۸۲).

* نویسنده مسئول: majid_m_sh@bandargaziau.ac.ir

ترکیبات فرار حاصل از شکسته شدن واکنش اکسیداسیون و واکنش هیدرولیتیک چربی‌ها بو، طعم، رنگ، بافت، ارزش غذایی و به‌طور کلی کیفیت ماهی را دست‌خوش تغییر می‌کند و باعث عدم مطلوبیت برای مصرف‌کنندگان این منبع مهم و با ارزش غذایی می‌شود (Sakanaka و همکاران، ۲۰۰۵). در بافت ماهی زنده، تعادل بین عوامل آنتی‌اکسیدانی و پراکسیدانی سبب کنترل واکنش‌های اکسیداتیو می‌شود (Hulin، ۱۹۹٤)، اما با صید ماهی و گذشت زمان، فساد اکسیداسیونی فساد اکسیداسیونی (Pacheco-Aguilar و همکاران، ۲۰۰۰: Perez Alonso و Auborg، ۲۰۰۳) و هیدرولیتکی (Namulema و همکاران، ۱۹۹۹) آغاز می‌شود. برخی از پژوهشگران مهم‌ترین عامل افت این کیفیت را تغییرات چربی می‌دانند. پس روش نگهداری بر کیفیت و ماندگاری ماهی امری مهم تلقی می‌شود. در شرایط معمولی این فسادپذیری در نتیجه آلودگی‌های میکروبی، شیمیایی و آنزیمی ایجاد می‌گردد. نگهداری ماهی در یخچال، سبب کاهش سرعت فعالیت‌های آنزیمی و شیمیایی و فعالیت موجودات ذره‌بینی می‌گردد ولی به‌دلیل عدم توانایی دمای یخچال (٤ درجه سانتی‌گراد) برای کاهش دمای ماهی به مقدار لازم، تغییرات نامطلوبی از جمله اکسیداسیون و هیدرولیز چربی به آرامی صورت گرفته، باعث کاهش کیفیت محصول می‌گردد (Perez Alonso و Auborg، ۲۰۰۳). اکسیداسیون چربی در ماهی علاوه بر تغییر طعم و بو با مجموعه تغییرات دیگری نیز همراه است، از جمله تغییر رنگ در ماهیان چرب که در اصطلاح رنگ‌زدگی یا Rusting گفته می‌شود. این حالت که به‌دلیل اکسیداسیون چربی و ترکیب چربی اکسید شده با مواد ازت‌دار به‌وجود می‌آید معمولاً با تغییر رنگ ماهی به قهوه‌ای همراه می‌باشد. پراکسید به معنای اولین محصول اکسایش چربی است. واحد اندازه‌گیری آن بر حسب ($meqO_2/kg$) میلی‌اکی‌والان اکسیژن در کیلوگرم چربی می‌باشد. مقدار این عدد بستگی به درجه اشباعیت چربی‌ها دارد که هر چقدر کم‌تر باشد یا به‌عبارت دیگر، هرچه قدر چربی‌ها دارای اسیدهای چرب غیراشباع بیش‌تری باشند امکان تشکیل پراکسید افزایش می‌یابد و در نهایت با تولید آن طعم و بوی نامطبوعی ایجاد می‌گردد. اکسیداسیون چربی‌ها و روغن‌ها، تولید بو و طعم نامناسب محصول برای مصرف‌کنندگان قابل‌قبول نیست. یکی از عواملی که می‌تواند از رشد باکتری‌ها عامل فاسد و افزایش بار میکروبی جلوگیری کند و همچنین تغییرات شیمیایی از جمله اکسیداسیون چربی‌ها را کاهش می‌دهد بسته‌بندی مناسب محصولات دریایی می‌باشد. بدین‌ترتیب استفاده از مواد و روش‌های مناسب برای به حداقل رساندن ضایعات از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (نظمی، ۱۳۸۲). مطالعات مربوط به روش‌های مختلف نگهداری فراورده‌های دریایی نیز بیانگر فروش بسیاری از فراورده‌های دریایی به شکل منجمد در بسیاری از کشورها است. به‌عبارت دیگر انجماد یکی از روش‌های مهم در نگهداری ماهی‌ها و محصولات دریایی می‌باشد (Vidya Sagar Reddy و Sriker، ۱۹۹٦) چرا که مدت زمان نگهداری ماهی در شرایط محیطی یک تا ۲ روز است، اما می‌توان کیفیت محصول را در شرایط سردخانه‌ای تا مدت بیش‌تری حفظ نمود (Johnston و همکاران، ۱۹۹۵). علاوه‌بر روش‌های افزایش زمان ماندگاری ماهی با استفاده از کاهش درجه حرارت، نمک‌زنی، دودی کردن و روش‌های بسته‌بندی مناسب نیز از روش‌های دیگر ماندگاری محسوب می‌شوند (رستم زاد و همکاران، ۱۳۸۸). بنابراین با انتخاب روش بسته‌بندی مناسب می‌توان شرایط بهداشتی را حفظ و زمان ماندگاری ماهی را افزایش داد. زمانی که ماهی تازه در مجاورت هوا بسته‌بندی می‌شود، زمان ماندگاری آن محدود

می‌گردد. با عنایت به افزایش خسارت اقتصادی ناشی از فساد محصولات تازه، این نیاز وجود دارد که زمان ماندگاری از طریق به‌کار بردن روش‌های ترکیبی به‌طوری افزایش یابد که محصول کم‌تر در معرض شرایط نامناسب قرار گیرد. به‌عنوان مثال اگر فرآیند سرد کردن توأم با خروج اکسیژن از محیط باشد، اثر نگهداری آن بیش‌تر می‌شود، زیرا از یک‌سو فعالیت میکروارگانیسم‌ها را کاهش می‌دهد و باعث کاهش فرآیندهای اکسیدایتو می‌گردد و از سوی دیگر موجب ایجاد شرایط بدون اکسیژن و کاهش فرآیندهای اکسیداتیو می‌گردد (Guld، ۱۹۹۵). یکی روش‌های مهم برای افزایش عمر ماندگاری ماهی استفاده از بسته‌های وکیوم (Vacuum packaging) برای بسته‌بندی آن می‌باشد. علت اصلی افزایش عمر ماندگاری ماهی در این نوع بسته‌بندی کاهش رشد میکروارگانیزم‌های هوازی به‌دلیل نبود هوا در این بسته‌ها می‌باشد (Reddy و Armstrong، ۱۹۹۲). بسته‌بندی در بسته‌های وکیوم (VP) در خلاء موجب حفظ ویژگی‌های بهداشتی و ایمنی ماهی و سهولت مصرف آن و شناساندن محصول می‌شود (معینی و هدایتی، ۱۳۸۵). در بسته‌بندی خلاء محصول داخل بسته‌ها قرار داده می‌شود که نسبت به گازها و رطوبت غیرقابل نفوذ است و هوای موجود در بسته نیز به‌طور کامل تخلیه می‌شود. بسته‌بندی در خلاء هم برای مواد تازه (Fresh) و منجمد (Frozen) کاربرد دارد و می‌تواند کیفیت فرآورده را به‌مدت بیش‌تری به‌صورت تازه حفظ نماید (رستم زاد و همکاران، ۱۳۸۸: Davies، ۱۹۹۷). بسته‌بندی در خلاء موجب افزایش عمر نگهداری، صرفه‌جویی، عرضه محصول تازه و با کیفیت بالا و امکان توزیع آن به فواصل دورتر گردد (معینی و هدایتی، ۱۳۸۵). کفال‌ماهیان یکی از مهم‌ترین ماهیان ساحلی شیلاتی در بسیاری از کشورهای دنیا می‌باشند. ماهی کفال یک ماهی خوش‌خوراک، نیمه‌چرب و از نظر ذائقه عمومی در اکثر کشورهای دنیا طرفدار دارد و به‌عنوان یک ماهی مرغوب مورد توجه است (کیوان و هدایتی فرد، ۱۳۸۷). از آن‌جایی‌که ماهی کفال یک ماهی با ارزش و پرمصرف در بین مردم استان‌های شمالی کشور است در نتیجه مطالعه میزان زمان ماندگاری ماهی و نیز روش‌های صحیح نگهداری آن از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد. تاکنون مطالعات مختلفی در خصوص اثرات نگهداری فیله‌ماهیان در شرایط مختلف بسته‌بندی و دمای نگهداری بر انواع مختلف ماهیان صورت پذیرفته است اما با توجه به بررسی‌های صورت گرفته تاکنون مطالعه‌ای بر روی ماهی کفال دریای خزر در این خصوص مشاهده نشد بنابراین در این مطالعه به بررسی تأثیر بسته‌بندی در خلاء بر روی تغییرات اکسیداسیون چربی فیله ماهی کفال و در شرایط نگهداری دمای ٤ درجه سانتی‌گراد و ۱۸- درجه سانتی‌گراد پرداخته شد.

مواد و روش‌ها

پژوهش جاری به روش بسته‌بندی وکیوم در شرایط خلاء برای نگهداری ماهیان در یخچال با ٤ درجه سانتی‌گراد و انجماد ۱۸- درجه سانتی‌گراد به‌مدت ٤٥ روز انجام پذیرفت. تعداد ٢٤ عدد نمونه‌های تازه ماهی کفال از یکی از صیدگاه‌های پره حوزه شیلات شهرستان تنکابن استان مازندران خریداری شدند. در هنگام انتخاب سعی شد که ماهیان مورد استفاده فاقد هر گونه علائم غیرطبیعی ظاهری باشند و تا حد ممکن دامنه طولی و وزنی ثابتی داشته باشند. پس از وزن کردن ماهیان، سر و دم جدا گردید و شکم ماهیان تخلیه شد. نتایج بیومتری‌ها میانگین وزن ۱۰۰۰ گرم و متوسط طولی ٤٠ سانتی‌متر را نشان داد. سپس ماهیان جهت آزمایش‌های اولیه، در

فلاکس مخصوص حمل نمونه مواد غذایی (Ice bag) به محل آزمایشگاه کارخانه فرآورده‌های گوشتی کاله در شهر آمل منتقل گردید و با رعایت کامل موارد بهداشتی اقدام به فیله کردن با وزن‌های حدود ۱۰۰ گرمی جهت بسته‌بندی در خلاء گردید. سپس ماهیان در همان شرایط زنجیره سرد به آزمایشگاه مواد غذایی معاونت غذا و دارو دانشگاه علوم پزشکی مازندران منتقل شدند. سپس فیله‌های آماده شده ماهی کفال در زمان‌های ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵، ۴۰، ٤٥ روز در سه تکرار و در دماهای ٤ و ۱۸- درجه سانتی‌گراد مورد ارزیابی قرار گرفتند. جهت انجام پژوهش ۵۷ بسته حدود ۱۰۰ گرمی فیله مورد نیاز در روز صفر و در روزهای ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵، ۴۰، ٤٥ جهت به‌دست آوردن مقدار چربی و تعیین مقدار پراکسید مورد آزمایش قرار گرفتند. برای بسته‌بندی به روش خلاء Vacuum packaging (VP) از یک دستگاه ماشین بسته‌بندی در خلاء EBOR که مجهز به یک پمپ خلاء می باشد مورد استفاده قرار گرفت. پس از آماده‌سازی و ایجاد حالت پایدار در دستگاه به کمک صفحه کنترل و براساس برنامه داده شده، میزان خلاء تا ۱/۵ ثانیه و فشار گاز تنظیم هوای درون بسته را تخلیه نموده و خلایی در بسته ایجاد گردید. در انتها درب کیسه پلاستیکی با دوخت حرارتی و دمای دوخت ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد مسدود گردید و با پوشش پلی‌آمید بسته‌بندی شدند. در این بسته‌بندی بر خلاف (MAP)، هیچ گازی پس از مکش درون بسته دیده نمی‌شود. برای استخراج چربی به روش سرد یا کینسلا (Kinsella و همکاران، ۱۹۷۷) در ابتدا نمونه توسط دستگاه چرخ گوشت چرخ شده و سپس ۵۰ گرم از آن را با ۵۰ سی‌سی کلروفورم و ۱۰۰ سی‌سی متانول به‌صورت هم‌زمان با همزن برقی در مدت زمان ۳ دقیقه با دور تند هم زده شد. سپس مجدداً ۵۰ سی‌سی دیگر کلروفورم به مخلوط اضافه گردید و مدت ۳۰ تا ٦٠ ثانیه هم زده شد. پس از این مرحله ۵۰ سی‌سی آب مقطر به آن افزوده شده و مدت ۳۰ تا ٦٠ ثانیه دیگر مجدداً با دور تند هم زده شد. مخلوط حاضر را در دکاتور ریخته و صبر کرده تا روغن از گوشت جدا شود، سپس آب در بالا، گوشت در وسط و روغن به همراه حلال در پایین ظرف جمع می‌شود. با حرکت دادن آرام یک میله فلزی یا شیشه‌ای در داخل مخلوط به روغن کمک می‌شود تا سریع‌تر در انتهای ظرف تجمع یابد. با کمی صبر می‌توان روغن و حلال را توسط قیف دارای کاغذ صافی شماره ٤ وارد بالن شیشه‌ای مخصوص دستگاه روتاویپور نمود. سپس بالن به دستگاه روتاویپور متصل شده و دمای آب روی ۵۰ تا ٦٠ درجه سانتی‌گراد تنظیم می‌شود. پس از این‌که پمپ خلاء روشن شد، حلال از روغن جدا شده و روغن در بالن باقی می‌ماند که پس از توزین مجدد بالن و با محاسبه اختلاف وزن به‌دست آمده و وزن خالی بالن می‌توان میزان روغن موجود را به‌دست آورد. چربی استخراج شده بر حسب گرم درصد گرم عضله مرطوب بیان می‌گردد. برای اندازه‌گیری عدد پراکسید یا Peroxide value (PV) نیز مقدار ۳ گرم روغن استخراج شده را داخل ظرف آزمایشگاهی ۲۵۰ میلی‌لیتری ریخته سپس مقدار ۱۰ میلی‌لیتر مخلوط کلروفورم و اسید استیک به آن وارد و هم زده شد. سپس یک میلی‌لیتر از محلول یدید پتاسیم اشباع به مخلوط فوق افزوده شد و برای مدت ۵ دقیقه در شرایط تاریک نگهداری گردید. بعد از آن ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر به مخلوط فوق افزوده و هم زده شد. مخلوط فوق سپس توسط یتوسولفات سدیم ۱ درصد نرمال تا مرحله ناپدید شدن رنگ زرد تیتره

گردید. سپس یک میلی‌لیتر محلول نشاسته ۱/۵ درصد به مخلوط اضافه و تیتراسیون ادامه یافت تا رنگ آبی تیره ناپدید گردد. نمونه کنترل نیز به روش مشابه انجام گرفت با این تفاوت که مخلوط فاقد روغن بوده است. مقدار پراکسید بر حسب میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰۰ گرم طبق رابطه زیر محاسبه گردید:

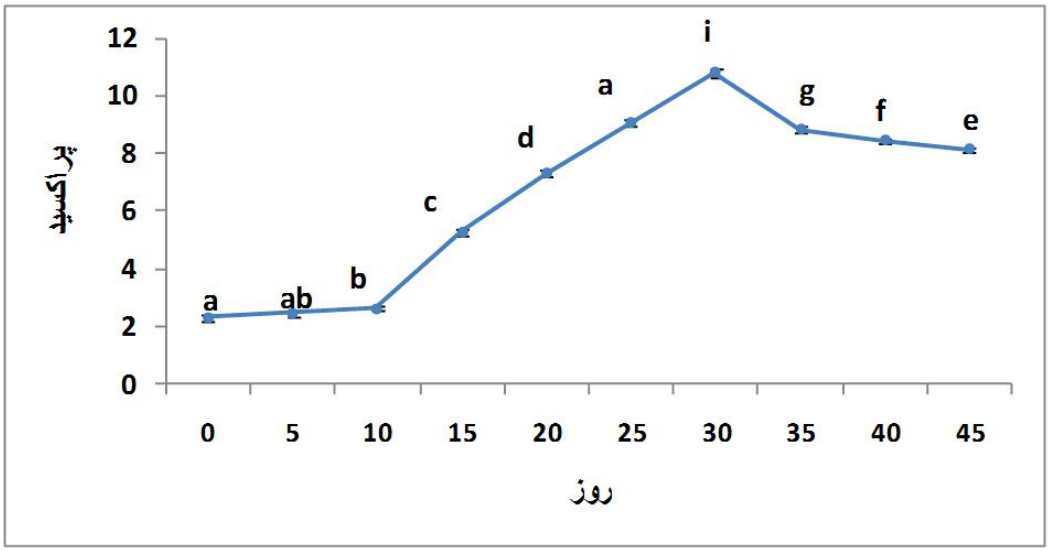
$$۱۰۰۰(V_۱ - V_۲)N / W$$

در این فرمول $V_۱$ مقدار تیوسولفات سدیم با نرمالیته N بر حسب میلی‌لیتر، $V_۲$ مقدار تیوسولفات سدیم مورد استفاده برای آزمایش کنترل، W وزن (گرم) نمونه مورد استفاده و N نرمالیته تیوسولفات سدیم مصرفی می‌باشد.

این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام پذیرفت. در ابتدا نرمال بودن داده‌ها با آزمون (کلموگروف- اسمیرنوف) تست گردید، به‌دلیل نرمال بودن توزیع داده‌ها، برای مقایسه میانگین بین روزهای مختلف از آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه (One-way ANOVA) در سطح اطمینان ۹۵ درصد و برای جداسازی گروه‌های همگن از آزمون دانکن استفاده گردید. نرم‌افزار آماری SPSS Version 18 برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و نرم‌افزار Excel 2007 برای رسم نمودارها به‌کار برده شد.

نتایج

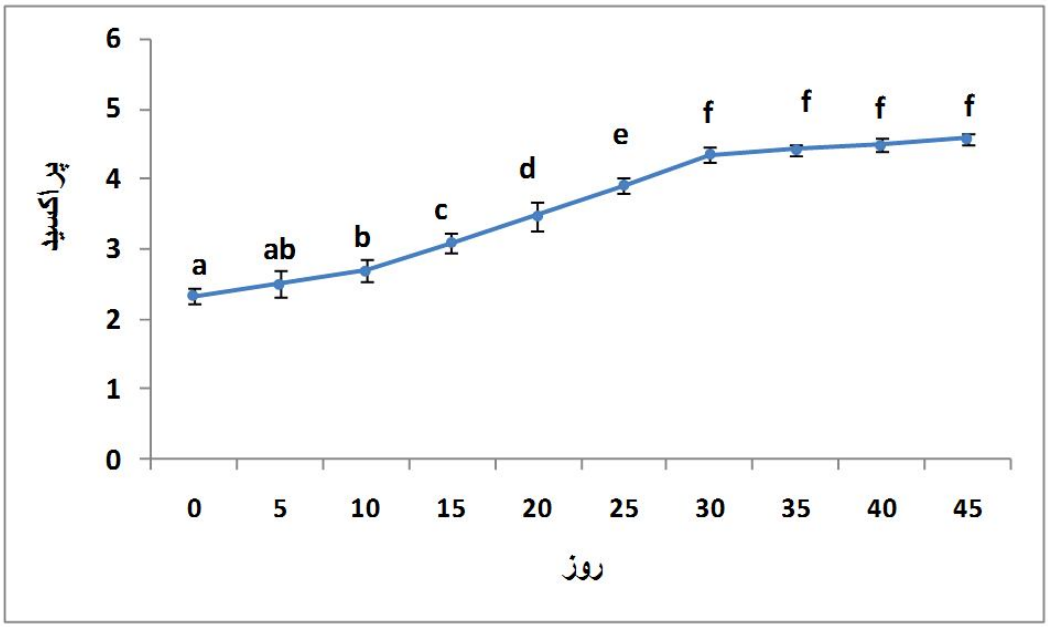
شکل ۱ میانگین تغییرات میزان پراکسید بافت ماهیان بررسی شده در روزهای مختلف در دمای ٤ درجه را بر اساس آزمون دانکن نشان می‌دهد. با توجه به آزمون آنالیز واریانس یکطرفه (One-way ANOVA) انجام گرفته در سطح اطمینان ۹۵ درصد، مشخص گردید، که در دمای ٤ درجه و بین روزهای مختلف از نظر میانگین پراکسید بافت ماهیان اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده می‌گردد (P<۰/۰۵) و تغییرات پراکسید در روزهای مختلف معنی‌دار بوده است.



شکل ۱- میانگین تغییرات میزان پراکسید بافت ماهیان بررسی شده در روزهای مختلف در دمای ٤ درجه

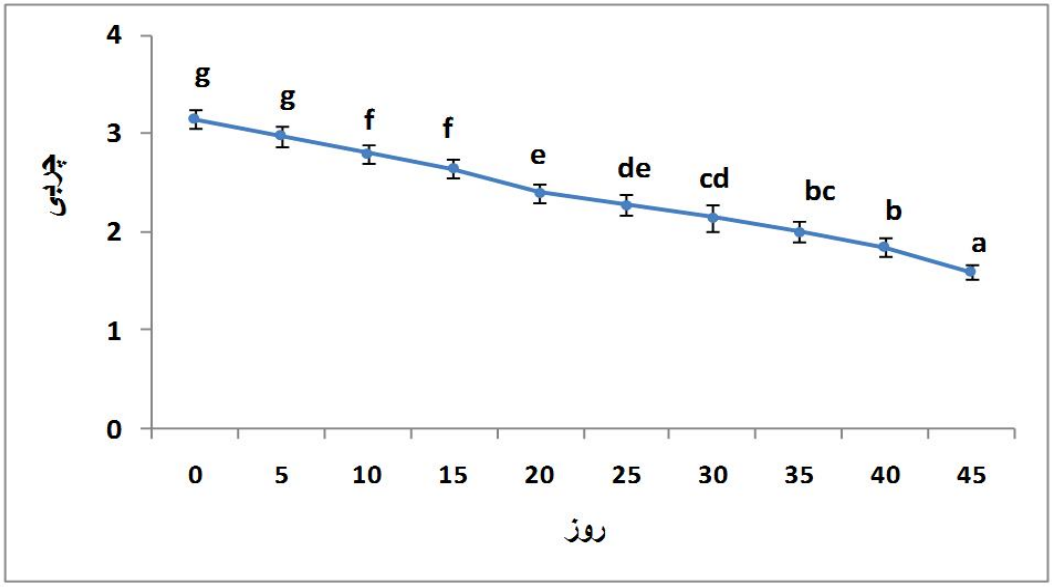
تغییرات میزان پراکسید بافت ماهیان بررسی شده در روزهای مختلف در دمای ۱۸- درجه در شکل ۲ نشان داده شده است. با توجه به آزمون انجام گرفته در سطح اطمینان ۹۵ درصد، مشخص گردید، که در

دمای ۱۸- درجه و بین روزهای مختلف از نظر میانگین پراکسید بافت ماهیان اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده می‌گردد (P<۰/۰۵) و آزمون دانکن نشان می‌دهد که بین روزهای ذکر شده از نظر میانگین پراکسید بافت ماهیان اختلاف معنی‌دار وجود دارد.



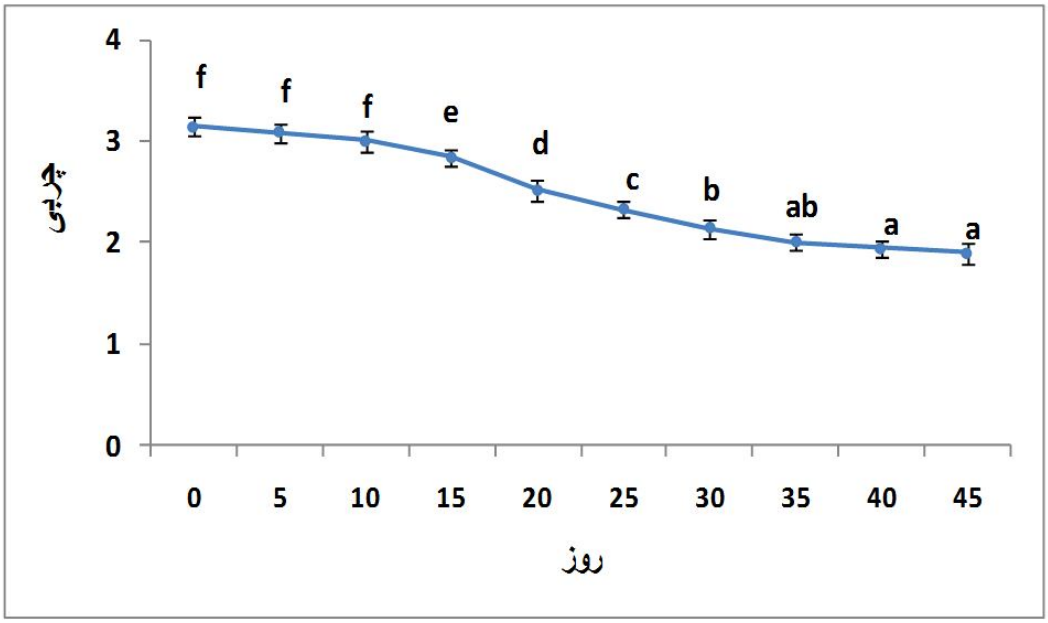
شکل ۲- میانگین تغییرات میزان پراکسید بافت ماهیان بررسی شده در روزهای مختلف در دمای ۱۸- درجه

نتایج بررسی میزان چربی بافت ماهیان بررسی شده در روزهای مختلف در دمای ٤ درجه مشخص گردید، که در دمای ٤ درجه و بین روزهای مختلف از نظر میانگین چربی بافت ماهیان اختلاف معنی‌دار آماری وجود درد (P<۰/۰۵) (شکل ۳).

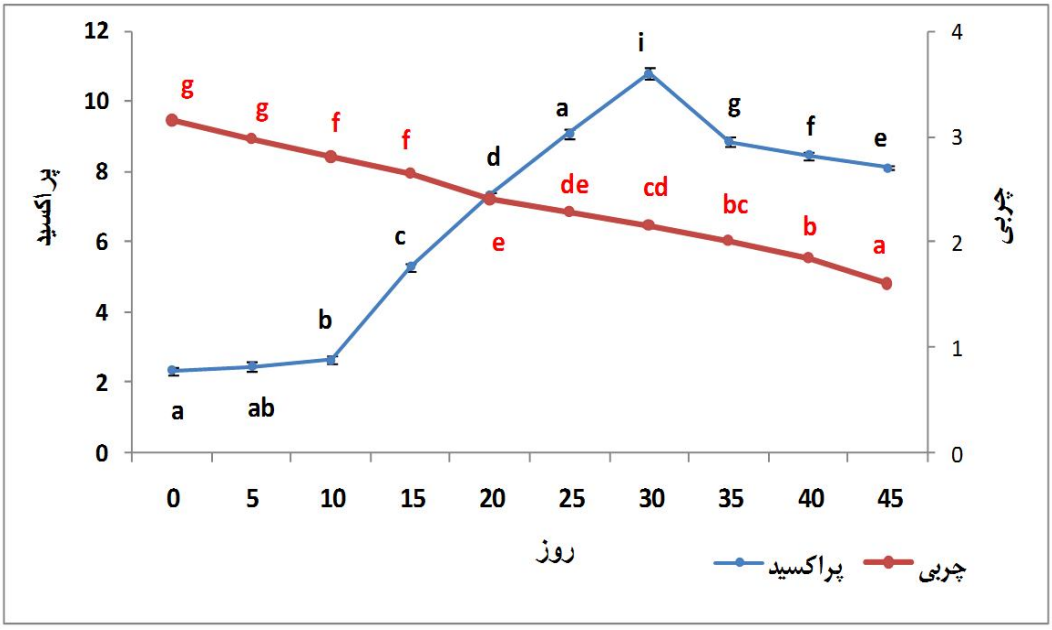


شکل ۳- میانگین تغییرات میزان چربی بافت ماهیان بررسی شده در روزهای مختلف در دمای ٤ درجه

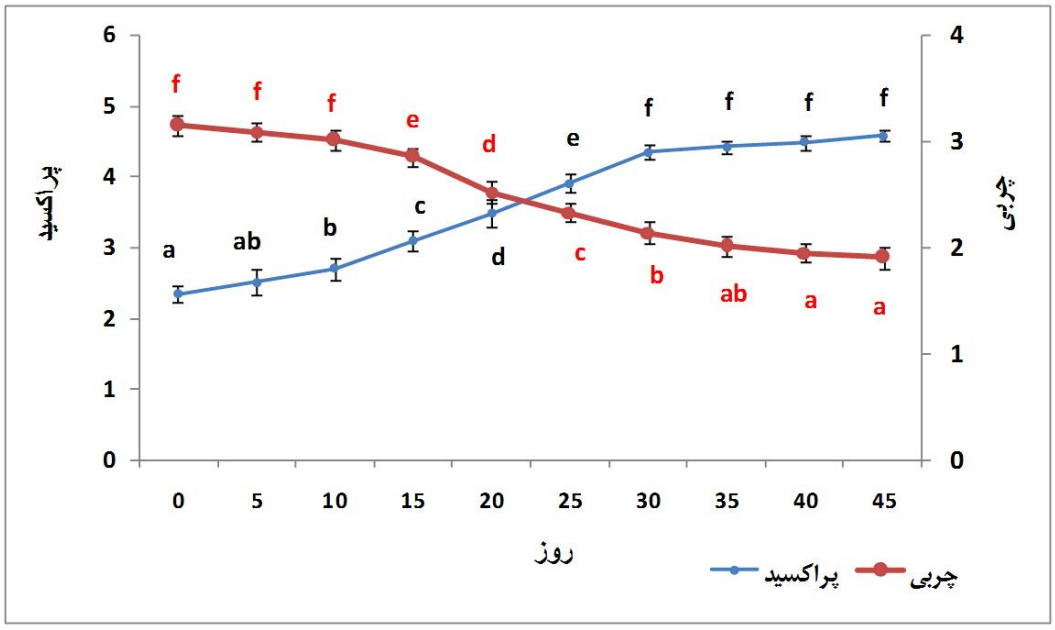
همچنین نتایج بررسی میزان چربی بافت ماهیان بررسی شده در روزهای مختلف در دمای ۱۸- درجه مشخص نمود، که در دمای ۱۸- درجه و بین روزهای مختلف از نظر میانگین چربی بافت ماهیان اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده می‌گردد (P<۰/۰۵) و تغییرات چربی در روزهای مختلف معنی‌دار بوده است (شکل ٤).



شکل ٤- میانگین تغییرات میزان چربی بافت ماهیان بررسی شده در روزهای مختلف در دمای ۱۸- درجه



شکل ٥- میانگین تغییرات میزان پراکسید و چربی بافت ماهیان بررسی شده در روزهای مختلف در دمای ٤ درجه



شکل ٦- میانگین تغییرات میزان پراکسید و چربی بافت ماهیان بررسی شده در روزهای مختلف در دمای ۱۸- درجه

در جدول ۱ مقدار پراکسید اندازه‌گیری‌شده در فیله‌های ماهی کفال نگهداری‌شده در شرایط خلاء در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد در روزهای مختلف نشان داده شده است. بر اساس جدول ۱، میانگین پراکسید فیله ماهی کفال در روزهای مختلف تغییر کرده است. نتایج نشان می‌دهد میانگین پراکسید فیله ماهی با گذشت زمان افزایش می‌یابد به‌طوری‌که در ابتدای بررسی (روز صفر) برابر ۲/۳٤ میلی‌اکی‌والان اکسیژن در کیلوگرم چربی ($meqO_2/kg$) بوده و تا روز ۳۰ همواره زیاد شده است. اما پس از آن اندکی کاهش را نشان می‌دهد و تقریباً در سطح ثابتی باقی مانده است.

جدول ۱- مقدار پراکسید در فیله‌های کفال نگهداری شده در شرایط خلا در دمای ٤ درجه در روزهای مختلف

روز	۰	۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	٤۰	٤۵
میانگین	۲/۳٤	۲/٤٦	۲/٦۵	۵/۲۸	۷/۳۳	۹/۰۸	۱۰/۸۰	۸/۸۵	۸/٤۵	۸/۱۲
انحراف معیار	۰/۱۲	۰/۱۵	۰/۰۹	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۲	۰/۱۵	۰/۱۳	۰/۱۰	۰/۰۸
حداقل	۲/۲۲	۲/۳۱	۲/۵٦	۵/۱۸	۷/۲۳	۸/۹٦	۱۰/٦۵	۸/۷۲	۸/۳۵	۸/۰٤
حداکثر	۲/٤٦	۲/٦۱	۲/۷٤	۵/۳۸	۷/٤۳	۹/۲۰	۱۰/۹۵	۸/۹۸	۸/۵۵	۸/۲۰

مقدار چربی اندازه‌گیری‌شده در فیله‌های ماهی کفال نگهداری‌شده در شرایط بسته‌بندی در خلاء در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد در روزهای مختلف بررسی در جدول ۲ نشان داده شده است. همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد میزان چربی فیله ماهی کفال با افزایش دوره زمانی نگهداری به‌تدریج کاهش می‌یابد. شکل ۱ نیز روند تغییرات میانگین پراکسید و چربی اندازه‌گیری‌شده در دمای ٤ درجه را نشان می‌دهد.

جدول ۲- مقدار چربی فیله‌های ماهی کفال نگهداری شده در شرایط خلا در دمای ٤ درجه در روزهای مختلف

روز	۰	۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	٤۰	٤۵
میانگین	۳/۱۵	۲/۹۸	۲/۸۰	۲/٦۵	۲/٤۰	۲/۲۸	۲/۱۵	۲/۰۱	۱/۸۵	۱/٦۰
انحراف معیار	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۰۹	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۱	۰/۱۳	۰/۱۱	۰/۱۰	۰/۰۸
حداقل	۳/۰۵	۲/۸۸	۲/۷۱	۲/۵۵	۲/۳۰	۲/۱۷	۲/۰۲	۱/۹۰	۱/۷۵	۱/۵۲
حداکثر	۳/۲۵	۳/۰۸	۲/۸۹	۲/۷۵	۲/۵۰	۲/۳۹	۲/۲۸	۲/۱۲	۱/۹۵	۱/٦۸

مقدار پراکسید اندازه‌گیری‌شده در فیله‌های ماهی کفال نگهداری شده در شرایط بسته‌بندی در خلاء در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد در روزهای مختلف بررسی در جدول ۳ نشان داده شده است. با توجه به نتایج جدول ۳، میانگین پراکسید در فیله‌های ماهی کفال نگهداری شده در دمای ۱۸- درجه در روز صفر بررسی برابر ۲/۳٤ میلی‌اکی‌والان می‌باشد. این میانگین در روز ٤۵ بررسی به مقدار ٤/۵۸ میلی‌اکی‌والان افزایش یافته است. با توجه به نتایج به‌تدریج با گذشت زمان میزان پراکسید افزایش می‌یابد و در روز آخر بررسی بیش‌ترین مقدار خود را اختیار کرده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود همانند دمای ٤ درجه در دمای ۱۸- درجه نیز با گذشت زمان بر میزان پراکسید فیله‌های ماهی کفال افزوده می‌شود اما این افزایش در مقایسه با دمای ٤ درجه بسیار کم‌تر بوده است.

جدول ۳- مقدار پراکسید در فیله‌های نگهداری شده در شرایط خلا در دمای ۱۸- درجه در روزهای مختلف

روز	۰	۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	٤۰	٤۵
میانگین	۲/۳٤	۲/۵۱	۲/۷۰	۳/۰۹	۳/٤۸	۳/۹۱	٤/۳۵	٤/٤۲	٤/٤۹	٤/۵۸
انحراف معیار	۰/۱۲	۰/۱۸	۰/۱۵	۰/۱٤	۰/۲۰	۰/۱۲	۰/۱۰	۰/۰۹	۰/۱۰	۰/۰۸
حداقل	۲/۲۲	۲/۳۳	۲/۵۵	۲/۹۵	۳/۲۸	۳/۷۹	٤/۲۵	٤/۳۳	٤/۳۹	٤/۵۰
حداکثر	۲/٤٦	۲/٦۹	۲/۸۵	۳/۲۳	۳/٦۸	٤/۰۳	٤/٤۵	٤/۵۱	٤/۵۹	٤/٦٦

نتایج متوسط چربی اندازه‌گیری‌شده در فیله‌های کفال نگهداری شده در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد در روزهای مختلف بررسی در جدول ٤ نشان داده شده است. همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد میزان چربی در فیله‌های ماهی کفال در روزهای مختلف دچار تغییرات شده و با گذشت زمان مقدار آن در فیله کاهش یافته است. همچنین شکل ۲، روند تغییرات میانگین پراکسید و چربی اندازه‌گیری‌شده در فیله ماهی کفال در دمای ۱۸- درجه را نشان می‌هند.

جدول ٤- میزان چربی فیله‌های کفال نگهداری شده در شرایط خلا در دمای ۱۸- درجه در روزهای مختلف

روز	۰	۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	٤۰	٤۵
میانگین	۳/۱۵	۳/۰۹	۳/۰۱	۲/۸۵	۲/۵۲	۲/۳۳	۲/۱٤	۲/۰۱	۱/۹۵	۱/۹۰
انحراف معیار	۰/۱۰	۰/۰۹	۰/۱۰	۰/۰۸	۰/۱۱	۰/۰۸	۰/۱۰	۰/۰۹	۰/۰۸	۰/۱۰
حداقل	۳/۰۵	۳/۰۰	۲/۹۱	۲/۷۷	۲/٤۱	۲/۲۵	۲/۰٤	۱/۹۲	۱/۸۷	۱/۸۰
حداکثر	۳/۲۵	۳/۱۸	۳/۱۱	۲/۹۳	۲/٦۳	۲/٤۱	۲/۲٤	۲/۱۰	۲/۰۳	۲/۰۰

بحث و نتیجه‌گیری

بافت تازه ماهی کفال از نظر ترکیبات بیوشیمیایی از ارزش غذایی بالائی برخوردار است، به‌طوری‌که با داشتن ۱۷/٤٥ درصد پروتئین و ۳/۱۵ درصد چربی در زمره ماهیان با ارزش غذایی بالا قرار می‌گیرد. نظر به ارزش غذایی و اقتصادی این ماهی و هم‌چنین شیوه مصرف آن و با توجه به این‌که کفال به‌طور عمده جزو ماهیان گرمسیری و نیمه‌گرمسیری است و به‌طور وسیعی میان دریاهای این مناطق انتشار دارد، بررسی تغییرات اکسیداسیون چربی با عنوان مهم‌ترین جنبه کیفیت غذایی ماهیان ضرورت تام دارد. مطالعات نشان داد که اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه در ماهی کفال در ماهی کفال بالاست و به همین دلیل باید استحصال، حفاظت از ذخایر و چگونگی نگهداری بعد از صید و فرآوری آن، روش‌های نوین به‌کار برده شود (هدایتی فرد و همکاران،۱۳۸۱). واکنش‌های اکسیداسیون و هیدرولیز چربی ماهی به هنگام انجماد، باعث بروز تغییرات ناخواسته‌ای در زمان نگهداری و در نتیجه کاهش عمر محصول می‌شود و خصوصیات چربی به‌عنوان مهم‌ترین جنبه کیفیت غذاهای دریایی و ارزیابی تغییرات آن در طول انجماد می‌باشد (Joseph و همکاران، ۱۹۸۹). اکسیداسیون در پیشرفت طعم ناخوشایند ماهیان نقش داشته و در واقع یکی از دلایل اصلی فساد محصولات غذایی به‌شمار می‌رود (Erkan و همکاران، ۲۰۰٦). بنابراین یکی از شاخص‌های مهم تعیین فساد و ماندگاری در ماهیان اندازه‌گیری پروکسید می‌باشد. پژوهشگران زیادی مقادیر پراکسید را به‌عنوان یکی از شاخص‌های مهم و اولیه فساد چربی ماهیان اندازه‌گیری کردند (معینی و نخبه زارع، ۱۳۸۱؛ Dragoev و همکاران، ۱۹۹۸؛ Perez Alonso و Auborg، ۲۰۰۳). در مطالعه‌ای که به بررسی اثر انجماد و مدت نگهداری در سردخانه بر روی کیفیت فیله کفال طلایی دریایی خزر انجام شد مشخص شد که تغییرات پراکسید (PV) با زمان نگهداری در سردخانه رابطه مستقیمی دارند و می‌توان از اندیس پراکسید به‌عنوان تعیین‌کننده کیفیت ماهی کفال منجمد شده استفاده نمود (اصغر زاده و همکاران، ۱۳۸٦). حد مجاز شاخص پراکسید برای ماهی ۱۰ میلی‌اکی‌والان بر کیلوگرم چربی تعیین شده است. بر اساس نتایج پژوهش جاری متوسط پراکسید و چربی اندازه‌گیری‌شده در فیله‌های ماهی کفال نگهداری‌شده در دمای ٤ درجه و دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد در روزهای مختلف زمان نگهداری متفاوت می‌باشد. بر اساس نتایج این بررسی، مقدار پراکسید تولید شده در طول نگهداری نمونه وکیوم شده در شرایط خلاء در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد در روز ۳۰ به حد غیرمجاز (بیش از ۱۰ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم چربی) رسیده در صورتی‌که مقدار پراکسید نمونه وکیوم‌شده ماهی کفال نگهداری‌شده در شرایط خلاء در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد در روز ٤٥ هنوز به حد مجاز کم‌تر از ۱۰ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم چربی است. بنابراین میزان افزایش پراکسید در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد در مقایسه با دمای ٤ درجه سانتی‌گراد بسیار کم‌تر است. میزان پراکساید بافت ماهی کفال نگهداری‌شده در شرایط خلاء در ٤ درجه سانتی‌گراد ۲/۳٤ میلی‌اکی‌والان بر کیلوگرم چربی بر آورد گردید که روند افزایشی را در طول دوره نگهداری تا ۳۰ روز را نشان داد. نگهداری در دمای پایین سردخانه توانست تا حد مطلوبی از افزایش پراکسید بکاهد.

اندازه‌گیری رطوبت و چربی کل به‌عنوان شاخص‌های کیفی فساد ماهیان منجمد در مطالعات بسیاری پژوهشگران دیده می‌شود (Aubourg و همکاران، ۲۰۰٤ و Dragoev و همکاران، ۱۹۹۸). در مطالعه حاضر، تغییرات میزان چربی کل در ماهی کفال

نگهداری‌شده در شرایط خلاء در دما ٤ و ۱۸– درجه سانتی‌گراد کاهش یافته و آزمون‌های آماری نیز کاهش معناداری را در سطح احتمال ۰/۰۵ نشان دادند. مطالعات قبلی بر روی ماهیان پلاژیک کوچک نشان داد که مقدار پراکسید برای ماهی هرینگ (*Culpea harengus*) از ۱/۲–۰/۸ میلی‌اکی‌والان اکسیژن در کیلوگرم چربی (Smitt و همکاران، ۱۹۸۰) و برای ساردین (*Sardinops sagas caerulea*) ۸/۹–۲/۹ میلی‌اکی‌والان اکسیژن در کیلوگرم چربی می‌باشد (Pacheco-Aguilar و همکاران، ۲۰۰۰). طعم نامطلوب یکی از اثرات مهم اکسیداسیون چربی می‌باشد (Fagana و همکاران، ۲۰۰۳). همچنین در مراحل نهایی اکسیداسیون چربی، تغییرات رنگ و تغذیه‌ای قابل‌مشاهده می‌باشند (Dragoev و همکاران، ۱۹۹۸). در حین مرحله پراکسیداسیون چربی، رادیکال‌هایی آزاد می‌شوند و برخی از ویتامین‌ها اکسید می‌شوند. محصولات اولیه اکسیداسیون چربی یا هیدروپراکسیدها ویژگی‌های حسی ماهی را تغییر نمی‌دهند اما برای سلامت انسان خطرناک هستند. هیدروپراکسیدها اثر سمی ندارند ولی سرطان‌زا هستند. نتایج مطالعات نشان داد هنگامی که این مسأله رخ می‌دهد دوره کند اکسیداسیون پایان یافته و به دنبال این مرحله افزایش سریع پراکسید مشاهده می‌گردد (Hultin و همکاران، ۱۹۹۲).

کاهش دما و انجماد یکی از روش‌های مهم در نگهداری ماهی‌ها و محصولات دریایی می‌باشد (Vidya Sagar Reddy و Sriker، ۱۹۹٦)). اما کاهش دمای معمولی با استفاده از یخ و و دیگر تکنیک‌های سرمازا در مقایسه با روش انجماد بسیار چشمگیر است. نتایج بررسی تاثیر نگهداری در یخ بر روی تغییرات چربی ماهی فیتوفاگ نشان داد، یخ با وجود همه مزایا و ویژگی‌هایی که دارد فقط برای نگهداری ماهی فیتوفاگ در دوره‌های زمانی کوتاه مناسب است و نگهداری طولانی‌مدت آن آسیب‌های جدی را در خصوص کیفیت چربی همراه خواهد داشت (حسینی و همکاران، ۱۳۸۲). همچنین اثر زمان نگهداری در یخ بر کیفیت چربی و ارزیابی حسی ماهی کفال طلایی، نشان داد طی دوره نگهداری در یخ میزان هر یک از شاخص‌های فساد چربی پراکسید، تیوباربیتوریک اسید و اسیدهای چرب آزاد افزایش و میزان آهن هم کاهش می‌یابد و عمر ماندگاری ماهی کفال طلایی نگهداری‌شده در یخ تا ۱۰ روز می‌باشد (رضایی، ۱۳۸۲). در پژوهشی بر روی ماهی آزاد مشخص شد که زمان نگهداری در ٤ درجه سانتی‌گراد ١٤ روز می‌باشد (Schirmer و همکاران، ۲۰۰۹). بررسی تغییرات بافت ماهی قره‌برون در شرایط تازه و منجمد نشان داد که در فیله ماهی قره‌برون اسیدهای چرب غیراشباع با ۸۸/۹۵ درصد در بافت ماهی تازه و ۷۹/٦۳ درصد در بافت نمونه منجمد، بیش‌ترین مقدار را داراست و در طول نگهداری یکساله در سردخانه نیز علاوه بر کاهش چربی که به کاهش مقدار همه اسیدهای چرب منجمدشده تغییراتی نیز در مقدار برخی اسیدهای چرب مانند اولئیک و آلفالینوئیک دیده شد و زمان نگهداری ماهی قره‌برون در سردخانه نباید بیش‌تر از ۱۲ ماه باشد (معینی، ۱۳۸٦). ارزیابی و بررسی تغییرات چربی آمور نگهداری‌شده در یخ به‌مدت ۲۰ روز نشان داد که طی دوره نگهداری، کیفیت چربی ماهی آمور، از نظر فساد اکسیداتیو و هیدرولیتیک کاهش معناداری داشت. کیفیت و تازگی ماهی آمور از درجه عالی تا خوب تا روز چهارم و از درجه خوب تا قابل پذیرش تا روز دهم نگهداری ارزیابی شد (رضائیان، ۱۳۸۵). بررسی اثرات مدت زمان نگهداری به‌صورت منجمد بر روند تغییر کیفیت گوشت کپور نقره‌ای چرخ‌شده حاوی محافظ سرمایی نشان داد میزان پراکسید طی ٦ ماه نگهداری افزایش یافت (اعتمادیان و همکاران، ۱۳۹۰). به هر حال

اثرات دما در زمان ماندگاری فراوردهای دریایی به خوبی مشخص شده است. اثرات معنادار دما و زمان نگهداری در حالت انجماد در مقادیر پراکسید کلیکای ماهی آنچوری نشان داد که اکسیداسیون چربی در دمای پایین با سرعت کندتری تولید شده و مقادیر آن متأثر از دمای نگهداری بوده است و همچنین افزایش مقادیر پراکسید در نمونه‌های منجمد نسبت به نمونه‌های تازه (زمان صفر درجه) نیز بیانگر توسعه تندی و فساد هنگام نگهداری ماهی منجمد می‌باشد (Aubourg و همکاران، ۲۰۰٤ و Dragoev و همکاران، ۱۹۹۸). همچنین بررسی تغییرات چربی ماهی کلیکای آنچوری اثرات معنی‌دار دما و زمان نگهداری به حالت انجماد را در مقادیر پراکسید نشان داد (رضائیان، ۱۳۸۵). نتایج مشابه‌ای به هنگام نگهداری ماهی ساردین در دمای ۱۸– درجه سانتی‌گراد به‌دست آمد (Ben-Gigirey و همکاران، ۱۹۹۹). بررسی تغییرات بافت ماهی قره‌برون در شرایط تاره و منجمد نشان داد زمان نگهداری ماهی قره‌برون در سردخانه نباید بیش از ۱۲ ماه باشد (معینی، ۱۳۸٦).

با انتخاب روش بسته‌بندی مناسب می‌توان شرایط بهداشتی را حفظ و زمان ماندگاری ماهی را افزایش داد (Gould، ۱۹۹۵). بررسی ماهیان خاویاری وکیوم و منجمد شده در دمای ۱۸– درجه مشخص کرد طعم و مزه فیله‌ها تا ۵ ماه قابل‌قبول می‌باشد و در مورد کیلکای ماهیان منجمدشده در ۱۸– درجه سانتی‌گراد تا شش ماه می‌باشد (فلکی مقدم، ۱۳۹۱). مطالعات نشان داد مدت زمان نگهداری ماهی کلیکا منجمد بسته‌بندی‌شده در سردخانه ٦۰ روز و ماهی منجمد بسته‌بندی‌نشده ۳۰ روز می‌باشد (معینی و نخبه زارع، ۱۳۸۱). بررسی بسته‌بندی تحت خلاء و تأثیر آن بر اندیس‌های فساد اکسیداتیو و هیدرولیتیک چربی در فیله‌های منجمد ماهی قره‌برون در طی ٦ ماه نگهداری در دمای ۱۸– درجه سانتی‌گراد هم نشان داد فیله‌های بسته‌بندی‌شده تحت خلاء در تمامی فاکتورهای اندازه‌گیری فساد چربی، با تیمار شاهد دارای اختلاف معنی‌دار بوده است و بسته‌بندی تحت خلاء فیله ماهی سبب حفظ کیفیت محصول در مدت ٦ ماه نگهداری می‌گردد (زارع گشتی، ۱۳۷۳). نتایج آن‌ها با پژوهش حاصل همخوانی دارد. در مطالعه‌ای دیگر اثر بسته‌بندی تحت خلاء بر ویژگی‌های شیمیایی، میکروبی و حسی فیله‌های ماهی سفید (*Rutilus frissi kutum*) نگهداری‌شده در یخ مورد بررسی قرار گرفت و مشخص گردید که تغییرات در بار باکتریایی فیله‌های ماهی سفید، ارتباط مستقیمی با کیفیت حسی فیله‌ها در هر دو نوع بسته‌بندی در خلاء و معمولی دارد و ماندگاری و کیفیت فیله‌های بسته‌بندی‌شده در خلاء در مقایسه با بسته‌بندی به شکل معمولی بهتر بوده، به‌طوری‌که بسته‌بندی تحت خلاء موجب افزایش ماندگاری فیله‌ها به‌مدت ۳ روز نسبت به فیله‌های بسته‌بندی‌شده به شکل معمولی گردید و به‌طور مؤثری، تولید بازهای فرار نیتروژنی را کنترل نمود، اما قادر به کنترل اکسیداسیون چربی طی نگهداری در یخ نبود. بنابراین بسته‌بندی تحت خلاء باعث افزایش زمان نگهداری و حفظ بهتر کیفیت‌های حسی، شیمیایی و میکروبیولوژیکی فیله‌های ماهی سفید در یخ می‌گردد (جوادیان و همکاران، ۱۳۸۲) که نتایج با پژوهش حاضر همسویی دارد. اثر بسته‌بندی در خلاء بر تغییرات پراکسید چربی فیله ماهی سفید نشان داد میزان پراکسید اندازه‌گیری‌شده در دو دمای ٤+ درجه و ۱۸– درجه سانتی‌گراد در مقایسه با فیله ماهی تازه سفید در روز صفر سیر افزایشی داشته و تغییرات آن نسبت به زمان معنی‌دار می‌باشد (کوشا، ۱۳۷٦) که نتایج با پژوهش حاضر همخوانی دارد.

طبق نتایج به‌دست آمده در این پژوهش زمان ماندگاری (shell-life) ماهی کفال بر اساس مقدار

پراکسید تولید شده در طول نگهداری نمونه وکیوم شده در شرایط خلاء در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد در روز ۳۰ به حد غیرمجاز (بیش از ۱۰ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم چربی) رسیده در صورتی‌که مقدار پراکسید نمونه وکیوم شده ماهی کفال نگهداری‌شده در شرایط خلاء در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد در روز ٤٥ هنوز به حد مجاز کم‌تر از ۱۰ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم چربی است. بنابراین میزان افزایش پراکسید در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد در مقایسه با دمای ٤ درجه سانتی‌گراد بسیار کم‌تر است. هم‌چنان که از نتایج حاصله مشخص می‌شود، ایجاد شرایط بدون اکسیژن و بسته‌بندی در خلاء موجب افزایش ماندگاری ماهیان تازه می‌گردد. در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد به‌دلیل کاهش تولید پراکسید، کندشدن سرعت رشد میکروفلور ماهی، موجب بهبود خواص حسی ظاهری ماهی و افزایش عمر ماندگاری (shelf life) می‌شود و این امر زیان‌های اقتصادی ناشی از فساد ماهیان تازه را نیز کاسته و ارزش غذائی ماهی را برای مدت بیش‌تری حفظ می‌کند.

منابع

اسماعیل‌زاده، ر.، و سحری، م.ع.، ۱۳۸۲. مقایسه ترکیبات غذایی گوشت ماهی سفید و علف‌خوار پرورشی و فرآوری ماریناد از آن‌ها، مجله علمی شیلات، شماره ٤، ص ۲۸-۱۳.

اسماعیلی، س.، ۱۳۸۱. تعیین زمان ماندگاری ماهی کفال طلایی در سردخانه، مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۳۳ شماره ۳.

اصغرزاده کانی، ا.، شعبانپور، ب.، حسینی، ه.، و سبزواری، ا.، ۱۳۸٦. اثر مدت زمان نگهداری به‌صورت منجمد بر روند تغییر کیفیت گوشت کپور نقره‌ای چرخ شده حاوی محافظ سرمایی مجله علوم و فنون دریایی، دوره ششم، شماره ۳ و ٤، ص ۱.

اعتمادیان، ی.، شعبانپور، ب.، صادقی‌ماهونک، ع.، شعبانی، ع.، یحیائی، م.، و دوردیئی، خ.، ۱۳۹۰. اثر بسته‌بندی تحت خلاء بر ویژگی‌های شیمیایی، میکروبی و حسی فیله‌های ماهی سفید (*Rutilus frissi kutum*) نگهداری‌شده در یخ. نشریه پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران، جلد ۷، شماره ٤، ص ۲۹۸-۳۰٤.

جوادیان، ر.، و همکاران، ۱۳۸۲. تأثیر نگهداری در یخ بر روی چربی ماهی فیتوفاگ، مجله علوم دریایی ایران، دوره ۲، شماره ٤، ص ۱۹.

حسینی، ح.، و همکاران، ۱۳۸۲. اثر زمان نگهداری در یخ بر کیفیت چربی و ارزیابی حسی ماهی کفال دریایی، مجله علوم دریایی، دوره ۳، شماره ۱، ص ۳۱.

رضائی، م.، ۱۳۸۲. اثرات دما و مدت زمان نگهداری به حالت انجماد در تغییرات چربی ماهی کیلکای آنچوی، رساله دکتری، دانشگاه تربیت مدرس، ص ۹۳.

رضائیان، ا.، ۱۳۸۵. بسته‌بندی ماهی و محصولات دریایی. ص ۳٤٦.

رستم‌زاد، ه.، شعبانپور، ب.، شعبانی، ع.، و کاشانی‌نژاد، م.، ۱۳۸۸. بررسی بسته‌بندی تحت خلاء و تأثیر آن بر اندیس‌های فساد اکسیداتیو و هیدرولیتیک چربی در فیله‌های منجمد ماهی قره‌برون در طی ٦ ماه نگهداری در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد، نشریه دامپزشکی، شماره ۸۸، ص ٦.

زارع گشتی، ق.، ۱۳۷۳. ارزیابی انواع فرآورده‌های ماهیان خاویاری و کلیکای بسته‌بندی‌شده در خلاء. مجموعه مقالات پنجمین کنفرانس ملی شیلات ایران، فرآوری آبزیان، چاپ اول، شرکت سهامی شیلات ایران، صفحات ۳۲۱ تا ۳٤۱.

فلکی‌مقدم، ر.، ۱۳۹۱. اثر بسته‌بندی در شرایط خلاء در تغییرات پراکسید چربی فیله ماهی سفید دریای خزر، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تنکابن، ص ۱.

کوشا، آ.، ۱۳۷٦. جزوه ماهی‌شناسی سیستماتیک، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قائم‌شهر.

کیوان، ا.، و هدایتی‌فرد، م.، ۱۳۸۷. بررسی زمان ماندگاری و تغییرات کیفی تاس‌ماهی ایرانی در شرایط بسته‌بندی در خلاء. اولین همایش ملی شیلات و آبزیان، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد لاهیجان، ۱۷ تا ۱۹ اردیبهشت، ۱۳۸۷، ص ۱۰ تا ۱۳.

معینی، س.، و هدایتی‌فرد، م.، ۱۳۸٤. بررسی تغییرات بافت ماهی قره‌برون (*Acipenser persicus*) در شرایط تازه و منجمد، نشریه دانشکده منابع طبیعی، جلد ۵۹، شماره ٤، ص ۸۷۵.

معینی، س.، ۱۳۸٦. رابط بین تغییرات شیمیایی ماهی کیلکا (*Clupeonella enqrau Liformis*) با افت وزنی در طول مدت نگهداری در سردخانه ۱۸- درجه سانتی‌گراد، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه تهران، ص ۱.

نظمی، ع.، ۱۳۸۲. بسته‌بندی ماهی و محصولات ماهی در اتمسفر اصلاح‌شده، مجله فناوری و توسعه صنعت آبزی‌پروری، ص ۱۲۰.

هدایتی‌فرد، م.، معینی، س.، کیوان، ا.، و یوسفیان، م.، ۱۳۸۱. شناسایی کمی و کیفی اسیدهای چرب بافت ماهی کفال طلائی (*Liza aurata*)، مجله علوم دریایی ایران، دوره اول، شماره دوم، بهار ۱۳۸۱، ص ۷۳ تا ۷۷.

Aubourg, S., Alenso, F., and Gallardo, M., 2004. Studies on rancidity inhibition in frozen horse mackerel (*Trichurus trachurus*) by citric and ascorbic acids. Eur. J. Lipid Sci. Technol. 106, 232-240.

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

Davies, A.R., 1997. Methods of identifying species of raw and processed fish. In: (ed. G.M. Hall), Fish processing Technology, Blackie Academic & Professional. Chaman and Hall, UK. pp. 160-199.

Dragoev, S.G., Kiosev, D.D., Danchev, S.A., Inchev, N.I., and Genv, N.S., 1998. Study on oxidative processes in frozen fish, Bulgarine, J. Agri. Sci. 4, 55-65.

Erkan, N., Ozden, O., Alakavuk, D.U., Yildirim, S.Y., and Lnugur, M., 2006. Spoilage and shelf life of sardines (*Sardina plichardus*) packed in modified atomosphere. J. Eur. Food Res. Technol. 222, 667-673.

Fagan, J.D., Gormly, K.T., and Muircheartaigh, M., 2003. Effect of freez-chillings in comparison with fresh, chilling and freezing on some quality parameters of raw whitiug, mackerel and salmon portion, Wiss, U- Technol (twt), 36, 647- 655.

Gould, G.W., 1995. New methods of food preservation. Chapman & Hall Publication. UK.

Hui, Y.H., 1996. Baileys industrial oil and fat products. Vol. 4, John Willey& Sons, U.S.A., 679p.

Hulin, H.O., 1994. Oxidation of lipids in seafood, in Seafood Chemistry Processing Technology and Quality. F. Shahidi and J.R. Botta (Ed). pp. 49-74.

Hultin, H.O., Decker, E.A., Kelleher, S.D., and Osinchak, J.E., 1992. Control of lipid oxidation processes in minced fatty fish, In: Bligh, E.G., sea food science and technology, oxford, fishing news books, 290p.

Johnston, W.A., Nicholson, F.J., Roger, A., and Stroud, G.D., 1995. Freezing and refrigrated strorage in fisheries. FAO Fisheries Technical Paper. No. 340. Rome, Italy. 143p.

Joseph, J., George, C., and Perigreen, P.A., 1989. studies on minced fish storage and quality improvement. J. Marine Biol. Assoc. Ind. 31, 247-251.

Kinsella, J.E., Shimp, J.L., and Weihrauch, J., 1977. Fatty acid content and composition of

freshwater finfish. J. Amer. Oil Chem. Soc. 54, 424-429.

Namulema, A., Muyonga, J., and Kaaya, A., 1999. Quality deterioration in frozen Nile perch (*Lates niloticus*) stored at -13 and -27 °C. J. Food Res. 32, 151-156.

Pacheco-Aguilar, R., Lugo-Sachez, M.E., and Roles-Burgueno, R., 2000. Postmortem biochemical and function characteristic of montery sardine muscle stored at 0 °C. J. Food Sci. 65, 40-47.

Perez Alonso, F.C., and Auborg, S.P., 2003. Lipid deterioration during child storage of Atlantic pomfert (*Brama brama*). J. Lipid Sci. Technol. 105, 661-667.

Reddy, N.R., and Armstrong, D.J., 1992. Shelf- life extension and safety concerns about Fresh fishery products packaged under modified atmospheres: a review. J. Food. Saf. 12, 87-118.

Sakanaka, S., Tachibana, Y., and Okada, Y., 2005. Preparation and antioxidant properties of extracts of Japanese persimmon leaf tea (kakinoha-cha). Food Chem. 89 (4), 569-575.

Sener, E., and Yildiz, M., 2003. Effect of the Different Oil on Growth Performance and Body Composition of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792) Juveniles. Turk. J. Fish. Aqua. 3, 111-116.

Schirmer, B.C., Heiberg, R., Eie, T., Møretrø, T., Maugesten, T., Carlehøg, M., and Langsrud, S., 2009. A novel packaging method with a dissolving CO_2 headspace combined with organic acids prolongs the shelf life of fresh salmon. http://www.nofima.no/person/bjorn.schirmer.

Smitt, J., Hurdy, R., Mcdonald, I., and Temoleton, J., 1980. The storage of herring (*Cuploe harengus*) in ice, refrigerated sea water and at ambient temperature, chemical and sensory assessment. J. Sci. Food Agric. 31, 379-385.

Vidya Sagar Reddy, G., and Sriker, L.N., 1996. Effect of Preprocess Ice Storage on the Lipid Change of Japanese Threadfin Bream Mince During Frozen Storage. Asian Fisheries Science, 9, 109-114.

New Technologies in Aquaculture Development, Islamic Azad University, Azadshahr Branch
Vol. 13, No. 1, Spring 2019

The effect of vacuum packaging on the lipid and peroxide value Change in *Liza* spp at conservation temperature 4 °C and -18 °C

A. Pour-Ali[1], *M. Mohammad Nejad[2] and H. Faghani Langroodi[3]
[1]M.Sc., Dept. of Fisheries, Tonekabon Branch, Islamic Azad University, Tonekabon, Iran,
[2]Dept. of Fisheries, Bandar Gaz Branch, Islamic Azad University, Bandar Gaz, Iran,
[3]Assistant Prof. and Faculty of Member, Tonekabon Branch, Islamic Azad University, Tonekabon, Iran

Abstract

Effect of vacuum packaging on lipid and peroxide changes on *Liza* spp filet, shelf life of 45 days in the refrigerator at 4 °C and freezing -18 °C was examined. First, 57 packages of 100g fillets in vacuum packaging machine and EBOR at 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 and 45 days at 4 and -18 °C each were stored in triplicate. Kinsella method for measuring lipid peroxide was carried out using palm oil in Malaysia. The results showed that the peroxide concentration measured at temperatures of 4 and -18 °C fresh mullet fillets compared with the time course of the day, there was an increase zero. As it changes over time were statistically significant (P>0.05). Fat indices showed that the duration of storage at 4 °C at 30 days after storage limit has passed, but the temperature is -18 °C up to 45 days after storage at normal were. Statistical analysis showed that mullet fillets in vacuum packaging under vacuum at freezing temperatures -18 °C in a refrigerator at 4 °C with slow variations on different days and slow the rate of decay of peroxide mullet fillets it is.

Keywords: Vacuum packaging; Peroxide; Lipid; Shelf life; *Liza* spp

* Corresponding author; majid_m_sh@bandargaziau.ac.ir